

## Zur Morphologie und Biologie des Grenzgebietes zwischen den Algengattungen *Rhizoclonium* und *Cladophora*.

Von F. Brand.

(Mit 3 Textfiguren.)

Daß diese beiden Gattungen durch Zwischenformen verbunden sind, ist in der Literatur schon anerkannt. Stockmayer<sup>1)</sup> erwähnt, daß die ramuli rhizoidei von *Rhizoclonium* mitunter vielzellig sein könnten und das Ansehen wirklicher Zweige gewännen und Wille<sup>2)</sup> konstatiert ausdrücklich: »von *Rhizoclonium* hat man, was die Form und Verzweigung der Zellen betrifft, alle mögliche Übergangsformen zu *Cladophora*«.

Diese Mittelformen haben aber bisher noch keine spezielle und zusammenfassende Darstellung gefunden und es scheint auch die Frage, ob es sich da um stabile oder nur um vorübergehende morphologische Erscheinungen handele, noch gar nicht aufgeworfen worden zu sein.

In dieser Beziehung ist nun vorerst festzustellen, daß beiderlei Verhältnisse vorkommen. Während einerseits Grünalgen bekannt sind, die während ihres ganzen Lebens einen sowohl an die eine als an die andere Gattung erinnernden Habitus an sich tragen (*Cladophora*-Sektion *Affines*), ist das bei anderen nur zu gewissen Zeiten oder unter besondern Umständen der Fall, nach deren Ablauf sie wieder in ihre typische Form zurückkehren.

Fälle letzterer Art haben früher zu der Annahme geführt, daß *Rhizoclonium* ontogenetisch in *Cladophora* übergehen könne, und es scheint, daß speziell die *varietas lacustris* von *Cladophora fracta* diesen Irrtum veranlaßt hat. Diese Varietät schließt sich nämlich unter allen Angehörigen der Sektion *Eucladophora* am engsten an

<sup>1)</sup> Stockmayer, S. Über die Algengattung *Rhizoclonium*. Verh. der k. k. zoolog. bot. Ges. Wien 1890, p. 571 f.

<sup>2)</sup> Wille, N. Die Chlorophyceen in Engler, Natürl. Pflanzenfam. I, 2 1900, p. 116.

Rhizoclonium an. Nebstdem sind der Lebenslauf und die accidentellen Veränderungen dieser ungemein verbreiteten, aber so vielfach verkannten Alge ein so lehrreiches Beispiel für die morphologische Leistungsfähigkeit der Gattung, daß sie wohl auch für die Beurteilung anderer Arten gewisse Anhaltspunkte bieten können und deshalb an die Spitze unserer Betrachtungen gestellt zu werden verdienen.

Darauf sollen Mitteilungen über Rhizoclonium folgen, um eine Basis für die Differential-Morphologie der beiden Gattungen zu gewinnen und mit einer Charakterisierung der Cladophora-Sektion Affines schließen zu können.

### I. *Cladophora fracta* var. *lacustris* (Kütz.) Brand.

Brand: Cladophora-Studien p. 294 (36). Cl. lacustris Kütz. Spec. alg. p. 412, Tab. phyc. IV, 55.

Huc pertinent: Cl. brachyclados Kütz. Spec. alg. p. 408, Tab. phyc. IV, 40; Cl. Bulnheimii Rabenh. Alg. n. 73; Cl. crispata Kütz. Dec. n. 66; Cl. crispata var. acuta Richter in Kuntze Revisio III, 2 1898, p. 390; Cl. debilis Kütz. Spec. alg. p. 412; Cl. dubia Kütz. Spec. alg. l. c., Tab. phyc. IV, 56; Cl. fracta var. terrestris Kütz. Spec. alg. p. 411, Tab. phyc. IV, 51; Cl. fracta var. oligoclona f. tenuior Rabenh. cum f. gossypina Grunow. in Rabenh. Flora europ. p. 336; Cl. funiformis Kütz. Spec. alg. p. 407; Cl. globulina Kütz. Spec. alg. p. 412, Tab. phyc. IV, 56, Alg. exsicc. n. 20, Hauck et Richter, Phycotheka univ. n. 699; Cl. hyalina Kütz. Spec. alg. l. c., Tab. phyc. IV, 55; Cl. margaritifera (Juerg.) Kütz. Phycol. german. p. 218, Tab. phyc. IV, 55; Cl. rigidula Kütz. Spec. alg. p. 410, Tab. phyc. IV, 44; Cl. simpliciuscula Kütz. (non Hook. et Harv.) Spec. alg. p. 405, Tab. phyc. IV, 31; Cl. sordida Kütz. Spec. alg. 412, Tab. phyc. IV, 55 cum var. rigidula; Cl. subsimplex Kütz. Spec. alg. p. 411, Tab. phyc. IV, 54 c cum f. fuegiana De Toni. Hedwigia 1889 p. 25; Cl. sudetica Kütz. Spec. alg. p. 408, Tab. phyc. IV, 44; Cl. vitrea var. densa Rabenh. Alg. ed. I n. 196; nec non, ut videtur, nonnullae Confervae et Rhizoclonii species autorum.

Var. vel laxe intricata, libera, vel laquei modo corporibus alienis adhaerens, fluitans, interdum ramulis nonnisi accessoriis, vel basalibus vel lateralibus, raro apicalibus leviter affixa, vegetatione et terminali et intercalari donata; filis principalibus 25—40 (nonnulla parte ad 60)  $\mu$  crassis, ut plurimum sparse et irregulariter ramosis vel subnudis; ramis primariis prope aequicrassis, apicalibus ad 15 (—11)  $\mu$  attenuatis; singulis, rarius binis lateraliter egredientibus et nonnisi aetate provecta in superiorem cellulae matricalis parietem evectoris; longe nudis, vel sparse ramificatis; cellulis longitudine admodum variantibus,

cylindricis, interdum superne subincrassatis vel ad septa leviter constrictis, crassioribus multinucleatis, tenuioribus pauci-raro uninucleatis; zoogonidiis ignotis; regeneratione e quavis superstitie parte; reproductione cellulis quibusdam perdurantibus (»hiemalibus«).

Deformatates vulgatae: Incurvationes florum; insertiones ramorum subterminales; septa provecta; monstrositates cellularum variae.

Hab. prope a superficie fluminum, fontium fossarum et lacuum in aquis dulcibus vel subsalsis minus spurcatis, frigidulis, quietis vel modice motis, in stillicidiis fontium et cataractarum et (nonnisi in statu hiemali, quiescente et malae conditionis) in fundo lacuum, nec non, ut videtur, (in statu quodam macilento) socia lichenis »Cystocoleus rupestris Thwt.«<sup>1)</sup>

Distribut. geograph. Amerika bor.: Mass. leg. Collins; Austria: lac. Traunsee leg. Keissler, apud Vindobonam leg. Brunnthaler; Bavaria: lac. Staffelsee, Tegernsee et Würmsee, circum Monachium, Schliersee et Dürkheim palat.; Borussia: apud Berolinum leg. Hennings; Dania: lac. Sorö leg. Wesenberg-Lund; India orient.: Dekkan leg. Kuntze; Italia: Ascona, Sondrio leg. Montemartini; Holsatia: comm. Hering; Patagonia: leg. Borge; Rumania: Suceava, Ilfow et apud Bucarest leg. Teodoresco; Suecia: lac. ad Nabbo leg. Borge, lac. Sandhemsjön leg. Nordstedt; Terra fuegiana: sec. De Toni; nec non in aliis regionibus e synonymia perspicuis.

\* Forma Flotowiana (Kütz.).

Clad. Flotowiana Kütz. Spec. alg. p. 412, Tab. phyc. IV, 54.

F. (quin potius singularis evolutionis stratus) filamentis gracilibus, intricatis; ramis elongatis, subnudis, hinc inde flexuosis, passim ad genicula ramellis brevibus papilliformibus obsessis.

Hab. in rivulis montium Sudetorum, in lacu Tegernsee Bavariae et in fossa quadam Holsatiae.

\*\* Forma ramosissima n. f.

F. funditus eximie ramosa, filis principalibus ad 60  $\mu$  crassis.

Hab. in lacu Würmsee Bavariae et in fossa quadam Mass. U. S. America.

\*\*\* Forma subtilis Teodoresco.

Teodoresco, E. C. Matériaux pour la flore algologique de la Roumanie. Beihefte z. Botan. Centralbl. XXI. Abt. II, p. 153.

F. cellulis 13,5–24,5  $\mu$  crassis et 4–14 plo longioribus; filamentis plerumque simplicibus, rarissime ramulos praebentibus.

Hab. in piscina horti botan. ad Bucarest Rumaniae et in lacu Würmsee Bavariae.

<sup>1)</sup> Vergl. Glück, H. Ein deutsches Coenogonium. Flora 1896, p. 275, Fig. 7.

Da eine vollständige Monographie der Gattung *Cladophora*, in welche unsere Varietät eingefügt werden könnte, zur Zeit noch nicht existiert, habe ich in vorstehende Diagnose der Varietät auch die wichtigsten allgemeinen Charaktere der Art eingeschlossen.

Unsere Varietät stellt im ganzen ein sehr schlankes und weniger verzweigtes Abbild der var. *normalis* dar, und ihre typische Form ist trotz ihrer Vielgestaltigkeit wegen der geringen Fadendicke mit keiner andern einheimischen *Cladophora*-Form zu verwechseln.

Dagegen kommen auch stärkere Pflanzen vor, bezüglich deren man in Zweifel kommen kann, ob sie hierher oder zur var. *normalis* eventuell *rivularis* gehören. Diese sind dann als intermediäre Formen aufzufassen.

Zur Aufstellung einer größeren Zahl von Formen habe ich mich bisher noch nicht entschließen können. Wer aber geneigt ist, alle vorübergehenden Zustände und Zufälligkeiten systematisch einzureihen, wird diese Zahl an der Hand der Synonymie noch erheblich vermehren können.

Die hauptsächlichsten Entwicklungszustände von *Cl. fracta* var. *normalis* habe ich schon an anderer Stelle<sup>1)</sup> beschrieben und abgebildet. Diese Figuren dürften mit Berücksichtigung der in folgendem anzugebenden Modifikationen wohl auch zur Darstellung des typischen Lebenslaufes der var. *lacustris* genügen. Die Variabilität ist dann aus den in der Synonymie aufgezählten Figuren und Exsikkaten wenigstens in den Hauptpunkten ersichtlich.

Da bei var. *lacustris* Zoosporen und Keimpflanzen nicht bekannt sind, muß unsere Betrachtung zum besseren Verständnisse der übrigen Erscheinungsformen mit jenem Zustande der Pflanze beginnen, von welchem ihre Vermehrung ausgeht.

Status hiemalis (*Cl.*-Studien p. 289, 30 d. Sep. und Taf. I, Fig. 1.) — Die Dauerzellen (Cysten oder Hypnocysten italienischer und französischer Autoren, Prolifikationszellen<sup>2)</sup> Wittrock, Akineten, Wille), welche diesen Zustand charakterisieren, haben bei unsrer Varietät eine ähnliche Form wie bei var. *normalis*, erreichen aber durchschnittlich nur um die Hälfte geringere Dimensionen. Je jünger die Fäden sind, desto unvollständiger ist die Ausbildung der an ihnen entstehenden Dauerzellen, so daß deren Charakter schließlich nur durch eine kurze Anschwellung des oberen Zellendes angedeutet ist, wie an Kützings angeblicher Species *globulina* (Tab. phyc. IV, 56, I) zu sehen ist.

<sup>1)</sup> Brand, F. *Cladophora*-Studien. Botan. Centralbl. LXXIX 1899, p. 289 (30) u. f. mit Taf. I, Fig. 1—6.

<sup>2)</sup> Nach Kützings (*Phycologia gener.*, p. 124 und 126) Definition von Propagation und Prolifikation müßte man sie Propagationszellen nennen.

Vollständig entwickelte Dauerzellen gehen nach der Abgabe ihrer Äste sofort oder in kurzer Frist zu Grunde und charakterisieren sich dadurch als eigene Organe, während unvollständig entwickelte derartige Zellen sich nach Wiedereintritt der vegetativen Tätigkeit ebenso verhalten wie die im status subsimplex (vergl. unten) befindlichen Glieder.

Der status hiemalis tritt bei unserer Varietät nicht regelmäßig, sondern seltener ein als bei var. normalis und scheint nur zur Überstehung besonders ungünstiger Verhältnisse erforderlich zu sein. Zumeist überwintert die Alge ohne Ausbildung besonderer Organe in einem vegetativen Ruhezustande: dem status subsimplex.

Aus einer Figur von Harvey<sup>1)</sup> geht schon hervor, daß sowohl moniliforme, als durchaus zylindrische Fäden derselben Pflanze von *Cl. fracta* angehören können, aber im allgemeinen galt bis in die Neuzeit erstere Form als typisch für die Art. Kirchner (Krypt.-Flora von Schlesien 1878, p. 72) sagt: »Zellen tonnenförmig oder keulig angeschwollen, seltener zylindrisch«.

Selbst nachdem durch Wittrock und Borzi die Bedeutung der angeschwollenen Zellen schon bekannt war, haben die Autoren unbeeinträchtigt verschiedene Spezies angenommen, je nachdem zufällig Dauerzellen oder Anzeichen des Ruhezustandes vorhanden waren oder fehlten. Hansgirg schließt sich noch im Jahre 1886 in seinem Prodrömus (I, p. 80) an Kirchner an und P. Richter (*Hedwigia* 1895) erklärt *Cl. gossypina* Kütz. für spezifisch verschieden von *Cl. fracta*, weil ihr die gedunsenen Glieder fehlten. *Cl. gossypina* stellt aber den Status ramosus, also gerade den typischen Zustand lebhaft vegetierender *Cl. fracta normalis* dar.

Um zu prüfen, ob die systematische Verwertung der Dauerzellen nicht vielleicht doch eine beschränkte Berechtigung habe, d. h. ob unsere Varietät nicht etwa zweierlei Formen einschließe: solche, welche zur Bildung von Dauerzellen befähigt seien, und solche, welche dieser Organe entbehrten, habe ich einige tellergroße Watten, welche in einem Quellgraben bei München in ausgesprochenen Dauerzustand übergegangen waren, in einen kleinen Moortümpel bei Starnberg versetzt. Letzterer hatte vorher niemals eine Spur von *Cladophora* enthalten und besitzt auch keinen Zufluß, so daß er als ein zuverlässiges Kulturbecken gelten konnte.

Die Alge akklimatisierte sich gut, entwickelte sich sogar zu einer gegen früher um das Doppelte kräftigeren Form, bildete aber im nächsten Winter nicht eine einzige Dauerzelle, sondern perennierte in durchaus vegetativem Zustande. Gleichviel, ob Verschiedenheit des Mediums oder der meteorologischen Verhältnisse diese Differenz

<sup>1)</sup> Harvey, W. H. Phycol. brit. London 1858—1863. Tab. 244,

veranlaßt haben, jcdenfalls geht aus dieser Beobachtung hervor, daß die Anschwellung der Zellen auch bei unserer Varietät nur ein biologisches Interesse hat.

Status frondescens. Clad.-Stud. p. 290, 31 d. Sep. mit Fig. 2, Taf. I. — Mit Wiedereintritt der Wachstumstätigkeit, welche sich gegen Ende des Winters einzustellen pflegt, treiben beiderlei Zellarten zunächst lange unverzweigte Äste aus.

Von den Dauerzellen gibt jede einzelne aus ihrem oberen Ende seitlich einen Ast ab. In den seltenen Fällen, in welchen je zwei Äste entspringen, tritt in der Regel der eine aus dem oberen, der andere aus dem unteren Ende der Zelle hervor. Letzterer hat dann entweder ein rhizoidähnliches Aussehen, wie an der von Kützing (Phycol. general. Tab. 11, Fig. 1) abgebildeten Propagationszelle von var. normalis, oder er zeigt vegetativen Charakter, so daß sowohl das obere als das untere Ende der Zelle je eine neue Pflanze erzeugen können.

Von den vegetativen Ruhezellen des status subsimplex schreitet nicht eine jede zur Astbildung; auch gehen die Zweigmutterzellen nicht zu Grunde. Thallusabschnitte, welche sich in diesem Zustande befunden hatten, nehmen vielmehr nach Wiedereintritt günstiger Außenverhältnisse einfach ihr früheres vegetatives Wachstum wieder auf. Ihre Zellen werden allmählich heller, strecken sich etwas und verzweigen sich hier und da in der gewöhnlichen Weise, während isolierte Fragmente sich nach allen Richtungen regenerieren können.

Status simplicior. Clad.-Stud. p. 292, 34 d. Sep. — Dieser Zustand, welcher bei var. normalis nicht als regelmäßiges Entwicklungsstadium betrachtet werden kann und deshalb dort als accidenteller Zustand angeführt wurde, erscheint bei unserer Varietät als ein Glied in der Kette der regelmäßig eintretenden physiologischen Veränderungen.

Sowohl die aus den Dauerzellen, als die aus den vegetativen Abschnitten entsprungenen rein zylindrischen Äste verzweigen sich zunächst kaum oder gar nicht, sondern wachsen bei ziemlich gleichmäßiger Dicke nur in die Länge, so daß rhizoconiumähnliche Watten entstehen. In diesen Watten findet man nur hier und da schwach moniliforme Reste der überwinterten Fäden, welchen auch die vereinzelt Abzweigungen anzugehören pflegen. Alle Zellen enthalten in diesem Stadium mehrere oder, je nach ihrer Dicke, eine größere Anzahl von Kernen.

Status ramosus. Clad.-Stud. p. 290, 32 d. Sep. mit Fig. 3, Taf. I. — Dieser Status ist bei unserer Varietät durchschnittlich viel weniger ausgeprägt als bei var. normalis und kann unter gewissen Verhältnissen, so z. B. in kalten fließenden Wässern, bisweilen

nahezu ganz ausfallen. An den bisherigen langen Ästen tritt wohl hier und da, besonders nach der Spitze zu, eine ziemlich reichliche Verzweigung auf, und zeitweise habe ich (in stehenden Gewässern) eine solche auch an der ganzen Pflanze gefunden (forma ramosissima). In der Regel bilden sich aber nur unregelmäßig zerstreute vereinzelte Äste, welche ihrerseits wieder unverzweigt lang auszuwachsen pflegen, so daß dadurch der bisherige Charakter der Watte nicht auffallend verändert wird.

Während die Äste meistens succedan erscheinen, treten unter gewissen außergewöhnlichen Bedingungen an größeren Thallusabschnitten gleichzeitig sehr zahlreiche Zweigprimordien auf, und es entstehen dann Formen, welche von Kützing als eigene Arten (*Cl. Flotowiana* und *Cl. brachyclados*) aufgefaßt worden sind. Es liegen hier, wie überhaupt bei der ganzen Gattung aber keine Kurztriebe vor, sondern diese kurzen Zweiglein wachsen alle bald in die Länge. Wir haben hier lediglich eine in der freien Natur auftretende Erscheinung vor uns, welche auch künstlich hervorgerufen werden kann.

Klebs<sup>1)</sup> hat gefunden, daß selbst ganz alte Zellen von *Cl. fracta* durch Einlegen in 20—25 % Zuckerlösung zur Zweigbildung angereizt werden und derselbe Forscher hat später<sup>2)</sup> Fäden von *Stigeoclonium* durch 1% Nährlösung in feuchter Kammer zu außergewöhnlich reichlicher Verästelung veranlaßt. Verfasser dieses konnte ferner schon in den *Clad.-Studien* (p. 178, 9 d. Sep.) berichten, daß eine aus kaltem fließenden Wasser in den Würmsee versetzte Form von *Cl. fracta*, welche vorher fast unverzweigt war, nach der Änderung des Mediums sofort gleichzeitig eine Unzahl von Zweigen entwickelte.

Die jüngeren Fäden des *stat. ramosus* sind vorwiegend rein zylindrisch und seichte Einschnürungen im Bereiche der Scheidewände scheinen nur an solchen Abschnitten aufzutreten, welche auf der Oberfläche der Watten mit der Luft in Berührung gekommen waren, so daß an einem und demselben Faden zylindrische Stücke mit eingeschnürten abwechseln können. Ebenso ist die Länge der Zellen oft am gleichen Faden großen Schwankungen unterworfen. Im allgemeinen findet man aber zu dieser Zeit — insbesondere an jungen Ästen — vorwiegend lange Zellen mit ziemlich dünnen Membranen und einer größeren Anzahl von Kernen. In Zellen, deren Quermesser unter ca. 17  $\mu$  liegt, sind die Kerne in einer Längsreihe angeordnet, während dickere Zellen mehrere unregelmäßige Reihen enthalten, wie aus unserer Fig. 1 A und B zu sehen ist.

<sup>1)</sup> Klebs, G. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. *Unters. d. Botan. Institut. Tübingen.* 2, 1886—1888, p. 524.

<sup>2)</sup> Derselbe. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. *Jena* 1896, p. 401—402.

Status subsimplex. Clad.-Stud. p. 290, 32 d. Sep. mit Fig. 4, Taf. I. — Schmitz<sup>1)</sup> schilderte schon die Vorgänge, welche in allen wachsenden Algenzellen auftreten, wenn das Wachstum durch äußere Umstände (sei es am natürlichen Standorte, sei es in der Kultur) verlangsamt wird. In diesem Falle pflegt allgemein das Wachstum der Chromatophoren noch eine Zeitlang fortzudauern, bis dieselben einen großen Teil der Zelle ausfüllen und diese dadurch dunkel gefärbt erscheint. Gleichzeitig pflegt sich bei den meisten grünen Algen im Innern dieser Chromatophoren Stärke anzuhäufen, und zwar bei den Formen mit Amylumheerden zunächst in den Särkehüllen derselben, dann auch in den übrigen Teilen der Chromatophoren. Daneben treten im Protoplasma selbst kleinere und größere fettglänzende Tropfen auf . . ., die immer mehr an Zahl und Größe zunehmen, je längere Zeit die Alge durch die Ungunst der äußeren Verhältnisse an lebhaftem Wachstum gehindert wird. Diese Vorgänge aber leiten dann unmittelbar hinüber zu den Vorgängen bei der Ausbildung typischer Dauerzellen.

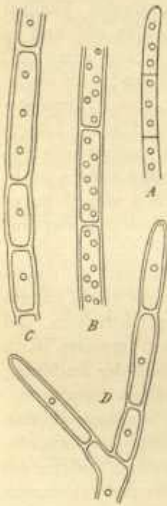


Fig. 1.

In dieser Weise verändert sich nun auch unsere Alge im Laufe des Sommers oder Herbstes und tritt damit in einen vegetativen Ruhezustand über, welcher der Entwicklung des eigentlichen Dauerzustandes, falls ein solcher überhaupt eintritt, immer vorangeht, ihn im anderen Falle aber auch biologisch ersetzen kann. Dabei stellt sie die Zweigbildung ein, schreitet aber dafür zu lebhafter interkalärer Zellteilung. Infolgedessen erscheinen ihre Zellen durchschnittlich — aber nicht ausnahmslos —

kürzer als im vorigen Zustande, während sie an älteren Fäden zugleich anzuschwellen beginnen; auch zeigen sie jetzt derbere Membranen, so daß die Fäden etwas spröder werden. Schließlich besteht infolge der reichlichen interkalären Zellteilung die Watte wieder zum größten Teile aus rhizocloniumartigen Fäden; die einzelnen verzweigten Stellen, welche man findet, sind älteren Datums und haben meist ein sparriges Aussehen. In diesem Zustande kommen auch, ebenso wie in dem folgenden, verschiedene Abnormitäten besonders häufig vor.

<sup>1)</sup> Schmitz, F. Die Chromatophoren der Algen. Verh. d. naturwiss. Ver. d. Rheinlande und Westfalens. 1. Heft, 1883, p. 116 Anm.



Eine bemerkenswerte Veränderung spielt sich ferner im Inhalte der Zellen ab, indem sich die Anzahl der Kerne in vielen Zellen beträchtlich vermindert. Diese Verminderung schien bei meiner ersten Beobachtung<sup>1)</sup> durch Insolation hervorgerufen zu sein; später fand ich sie aber auch an ganz gesund aussehenden Zellen, so daß ich jetzt keinen pathologischen Zustand mehr als notwendig voraussetzen kann. Gegen eine solche Annahme spricht auch der Umstand, daß diese geringere Anzahl von Kernen immer gleichmäßig und ebenso regelmäßig in der Zelle verteilt ist, wie die größere Anzahl des vorigen Zustandes. In dünneren Zellen, bis zu etwa 30  $\mu$  Quermesser, liegen sie alle in der Längsachse der Zelle, und zwar in den kürzesten Zellen nur je ein einziger, in längeren aber zwei bis mehrere in gleichmäßigen Abständen (Fig. 1 C und D). In Zellen, deren Quermesser 30  $\mu$  merklich überschreitet, ist eine größere Anzahl von Kernen vorhanden, welche nicht mehr in einer einzigen Reihe gelagert sind, und man kann da leicht jenes Verhältnis wiedererkennen, welches früher Borzi<sup>2)</sup> zur Annahme eines ontogenetischen Übergangs von Rhizoclonium in Cladophora veranlaßt hat. Die Verminderung der Kernzahl tritt nämlich nicht in der ganzen Pflanze gleichzeitig ein, sondern scheint auch der individuellen Verschiedenheit der Zellen einen gewissen Spielraum zu gewähren, so daß selbst an gleich dicken und gleich langen Zellen desselben Fadens Anzahl und Lagerung der Kerne nicht immer vollständig übereinstimmen.

Schwankungen der Kernzahl hat schon Schmitz<sup>3)</sup> an *Cl. fracta* in Bestätigung einer früheren Angabe von Strasburger konstatiert. Als Minimalzahl gibt der zitierte Autor jedoch vier Kerne an und stellt (l. c. p. 309) das Vorkommen von einkernigen Zellen bei den »Siphonocladaceen« überhaupt ausdrücklich in Abrede; auch scheint nach dem Grunde der erwähnten Schwankungen nicht gesucht worden zu sein und von Verminderung einer vorher gegebenen größeren Anzahl von Kernen ist nie die Rede.

Dagegen berichtet Schmitz (l. c. p. 293), daß durch die Zunahme der Amylum einschüsse die Kerne der Dauerzellen von *Cl. fracta* in die Mitte der Zelle gedrängt würden, und bildet eine solche Zelle ab (l. c. Taf. XII, Fig. 8), in deren Längsachse sechs Kerne in gleichen Abständen eingebettet sind.

Die Größe dieser Zelle ist nicht angegeben, läßt sich aber mit einer für unsere Zwecke hinreichenden Sicherheit berechnen, weil

<sup>1)</sup> Vergl. Brand, F. Über einige Verhältnisse des Baues und Wachstums von Cladophora. Botan. Centralbl. Beihefte Bd. X, 1901, p. 519 (36).

<sup>2)</sup> Borzi, A. Study algologici I. Messina 1883, p. 61.

<sup>3)</sup> Schmitz, F. Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladaceen. Festschrift z. Feier des hundertjähr. Bestehens d. Naturforsch. Gesellsch. zu Halle a. S. 1879.

die ruhenden Kerne von *Cl. fracta* eine nahezu konstante Größe von ca.  $6,5 \mu$  besitzen. Nach diesem Maßstabe ergibt sich eine Zeldicke von jedenfalls über  $40 \mu$ .

Zellen von ähnlichem Durchmesser enthalten aber zur Vegetationszeit immer eine erheblich größere Zahl von Kernen und die zitierte Figur zeigt demnach eine sekundäre Verminderung der Kernzahl an und bestätigt diese von mir bei *var. lacustris* beobachtete Erscheinung auch für *var. normalis*. Es ist dabei nur zu bemerken, daß diese Zelle in unserem Sinne nicht als eigentliche Dauerzelle aufzufassen ist, sondern in Rücksicht auf ihre rein zylindrische Form dem *status subsimplex* angehört.

Nach diesen zyklischen Zuständen wären jetzt noch die *accidentellen* zu besprechen, bezüglich deren ich mich aber im allgemeinen auf die *Cl.*-Studien (p. 292, 34 d. Sep.) berufen kann. Nur auf einen derselben muß ich zurückkommen, da weitere Beobachtungen nachzutragen sind.

*Status uvidus l.c.* — Wenn sich der Wassergehalt von Tümpeln oder Gräben allmählich so weit vermindert, daß die Alge nicht mehr vollständig vom Wasser bedeckt ist, tritt in erster Linie regelloses Absterben einzelner Abschnitte und dadurch Zerfall des Thallus in größere oder kleinere Stücke ein. Die von mir beobachteten derartigen Fälle stammten alle aus dem Spätsommer oder Herbste, und infolgedessen trugen die Pflanzen von vornherein die Charaktere des *status subsimplex* an sich.

Bisweilen hat es hierbei sein Bewenden; öfters tritt aber der interessante Fall ein, daß nicht nur atropische Verdünnungen von Terminalästen,<sup>1)</sup> welche an die neutralen Sprosse der Aegagropilen erinnern, sich ausbilden können, sondern daß auch zahlreiche wirkliche Rhizoide entstehen. Diese entspringen in der Mehrzahl der Fälle aus der Zellbasis, seltener seitlich, am seltensten apikal. Ohne Kenntnis des Vorlebens der Pflanze könnte man die basalen Rhizoide für primär halten, und diesen Anschein gewinnen sie in späteren Stadien auch dann, wenn sie vermittelt Durchwachsung entstanden waren, weil die durchwachsene Zelle sich schließlich abstößt.

Bemerkenswert ist ferner der Umstand, daß die in diesem *Status* auftretenden adventiven Haftorgane gelegentlich Formen annehmen, welche teils an die Helikoide von *Pithophora*, teils an die Cirroide der Aegagropilen und gewisser Meeresformen erinnern.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Auf solche accidentelle Veränderungen und Verlängerungen der Spitzenzellen, welche durch verschiedene ungünstige Einflüsse erzeugt werden können, ist die Varietät *acuta* Richter (l. c.) von *Cl. crispata* begründet. Untersuchung eines Original-exemplares, welches ich von Herrn P. Richter im Austausch erhalten habe, hat aber gezeigt, daß lediglich *Cl. fracta var. lacustris* vorliegt, an welcher die fragliche Abnormität sogar recht selten vorhanden ist.

<sup>2)</sup> Bezüglich dieser Haftorgane vergl. Brand, F. Über die Anheftung der Cladophoraceen und über verschiedene polynesische Formen dieser Familie.

Biologische Bemerkungen. — Die biologische Bedeutung der im Status uvidus entstehenden Rhizoide ist auf den ersten Blick schwer verständlich, da man diesen Organen zur Zeit eine lediglich mechanische Aufgabe zuzuteilen pflegt. Davon kann aber in unserem Falle — wenigstens zunächst — kaum die Rede sein. Dagegen legt der Umstand, daß sie sich nach Trockenlegung der Fäden in die feuchte Unterlage einsenken, die Frage nahe, ob sie nicht bis zu einem gewissen Grade der Wasserleitung dienen und wenigstens ihre Mutterzellen eine Zeitlang vor Austrocknung schützen können. In diesem Falle würden sie auch zur Erhaltung der Art beitragen.

Bezüglich jener, welche eine basale Verlängerung der Fäden darstellen, könnte man auch vermuten, daß sie, ebenso wie die oben erwähnten basalen Rhizoide einzelner Dauerzellen, nach erneuertem Wasserzufflusse erstarken und sich verzweigen, wodurch dann die freischwimmende Alge wieder in ihre angeheftete Stammart<sup>1)</sup>: *Cl. crispata* zurückfiele. Über diesen Punkt liegen aber noch keine sicheren Beobachtungen vor.

Im übrigen besitzen alle bis jetzt bekannten einheimischen *crispata*-Formen eine größere Fadenstärke als *Cl. fracta lacustris*, und dieser Umstand könnte auch gegen den genetischen Zusammenhang beider Arten ins Feld geführt werden. Dagegen wäre aber zu bemerken, daß sich unter *var. lacustris* sehr häufig einzelne Fäden der stärkeren *var. normalis* finden, und daß sogar Übergangsformen zur Beobachtung kommen, bezüglich deren man im Zweifel sein kann, ob man sie der einen oder der anderen Varietät zuzählen soll.

Sodann erinnere ich an das Resultat der oben erwähnten Massenkultur, in welcher durch Versetzung aus dem nahrungsarmen und kalten Quellwasser in das mit reichlicherem organischem Gehalte versehene und zeitweise wärmere Medium eines Moorweihers schon in Jahresfrist eine um das Doppelte stärkere Form erzielt worden ist. Hier liegt gewiß die Vermutung nahe, daß durch Umkehrung der Verhältnisse auch das entgegengesetzte Resultat zu erzielen wäre, und daß in der freien Natur die *var. lacustris*, wenn auch nicht direkt, so doch durch Vermittelung der *var. normalis* aus *Cl. crispata* hervorgeht. Leider ist die Kultur durch Ausräumung des Weihers

Beih. d. Bot. Centralb. XVIII, 1 1904, p. 165 f. Mittlerweile hat Möbius (Über eine Wasserblüte und eine Cladophora etc. Hedwigia XLVI, p. 285, Fig. 5) auch an einer Kulturform von *Cl. crispata* helikoide Anheftung gefunden.

<sup>1)</sup> Vergl. Brand, F. Über Cladophora *crispata* und die Sektion Aegagropila. Hedwigia XLV. Wie ich nachträglich bemerke, hat nebst Hassall auch Stockmayer (in Beck v. Mannagetta, Flora von Südbosnien IV, p. 346) *Cl. crispata* mit *Cl. fracta* vereinigt.

dem gewöhnlichen Schicksale aller Freikulturen verfallen und ist zerstört worden, bevor sie alle Fragen beantwortet hatte.

Während wir nach dieser Erfahrung, sowie nach den oben zitierten Kulturen von Klebs vermuten können, daß gewisse organische Stoffe der Erstarkung und Verzweigung von *Cl. fracta* günstig sind, scheinen auch andere Stoffe zu existieren, welche die Vegetationskraft der Alge ungünstig beeinflussen.

Durch die Güte des Herrn Dr. O. Borge habe ich eine Anzahl von Exsikkaten erhalten, welche bei der ersten Betrachtung zu Rhizoclonium zu gehören schienen, welche sich dann aber alle als Angehörige unserer *Cladophora*-Varietät — teilweise mit Anklängen an *var. rivularis* — erwiesen. Diese Algen stammten aus Flüssen und Bächen Süd-Patagoniens, und der Umstand, daß unter der ganzen Aufsammlung des genannten Forschers keine einzige stärkere und reicher verzweigte *Cladophora*-Form vorhanden war, legt die Vermutung nahe, daß in dieser Gegend besondere Verhältnisse vorliegen, welche der Ausbildung solcher Formen hinderlich sind.

Borge<sup>1)</sup> hat in dem bezeichneten Gebiete überhaupt eine große Armut der Chlorophyceen-Flora konstatiert und ist geneigt, diese Erscheinung auf den Salzgehalt zurückzuführen, welchen der Boden dort in weitem Umfange besitze. Dagegen könnte man einwenden, daß ja selbst im Meere zahlreiche und wohl entwickelte Grünalgen vorkämen. Hier handelt es sich aber nicht nur um andere Arten, sondern die chemische Konstitution des Meerwassers ist samt den begleitenden physikalischen Bedingungen doch von den in schwach salzhaltigen Binnenwässern bestehenden Verhältnissen unzweifelhaft verschieden.

Was speziell die *Cladophoraceen* betrifft, so scheinen *Rhizoclonium*arten gerade im Meere und insbesondere in Brackwasser ziemlich häufig zu sein, und auf dem Festlande werden auffallend oft die Umgebung von Salinen und andere salzhaltige Orte als Fundorte angegeben. Ein angebliches *Rhizoclonium*-Exemplar von derartiger Herkunft, welches ich einmal in irgend einer Sammlung gesehen habe, hat sich aber als *Cl. fracta lacustris* entpuppt. Ich möchte deshalb die Hypothese von Borge dahin erweitern, daß vielleicht der Salzgehalt von Binnenwässern eine der Ursachen ist, welche die Entstehung langfädiger und armästiger *Cladophoraceen*-Formen begünstigen.

Ebenso wie die Ausbildung der Varietät selbst, scheint auch jene ihrer Zustände in hohem Grade durch Außenverhältnisse beeinflusst zu werden. Die Dauerzellen können sich unter außer-

<sup>1)</sup> Borge, O. Süßwasseralgen aus Süd-Patagonien, Bihang Svenska Vet. Acad. Handl. 27, III, 1901, p. 4.

gewöhnlichen meteorologischen Verhältnissen schon im Sommer entwickeln und dann im Herbst zur Keimung kommen, und auch ihr weiterer Entwicklungsgang ist nicht streng an die oben angegebenen Termine gebunden. Nebstdem ist fast niemals ein und derselbe Zustand gleichmäßig über den ganzen Bestand der Alge verbreitet, sondern die einzelnen Abschnitte können sich, je nachdem sie näher an der Oberfläche liegen oder tiefer eingetaucht sind, wohl auch nach dem speziellen Grade der Belichtung und dem reichlicheren oder spärlicheren Zutritte des Wassers und dergl., innerhalb kleiner Abstände sehr verschieden verhalten. Bisweilen treiben schon im Januar einzelne Fäden aus, während sich die Hauptmasse noch im Winterzustande befindet; anderseits sind in Watten, die sich während des Frühjahrs im status ramosus befinden, oft noch einzelne Reihen von Dauerzellen enthalten, die sich eben erst zum Austreiben anschicken, und darunter zeigen sich später auch einzelne mehr oder weniger moniliforme Fädenstücke, von welchen man nicht mit Sicherheit sagen kann, ob es sich um Winterexemplare handelt, die in der Entwicklung zurückgeblieben sind, oder ob bereits die ersten Stadien neuer Dauerzellenbildung vorliegen.

## II. Über *Rhizoclonium profundum* Nob.

Diese Art, welche ich im Jahre 1895<sup>1)</sup> aufgestellt und später<sup>2)</sup> mit verbesserter Diagnose versehen habe, wurde zuerst im Würmsee und dann im Ammersee aufgefunden. In den von Wittrock und Nordstedt ausgegebenen Exemplaren von *Cladophora profunda* Nob. (Nr. 1226) sind meistens einzelne Fäden dieser Alge eingeschlossen.

Später fand ich ganz gleiche oder doch höchst ähnliche unverzweigte oder mit sehr seltenen Abzweigungen versehene Fäden auch unter Algen, welche aus anderen Seen stammten: so unter *Aegagropila Martensii* aus dem Lago maggiore, *Aeg. Sauteri* aus dem Sorösee (Dänemark) und unter einer *Aegagropila*-Spezies aus dem Hamarsbysjön (Schweden).

In getrocknetem Zustande fand ich dergleichen in Gesellschaft von entarteter *Cl. fracta* vom Grunde des Ringsjön (Schweden), von *Aeg. holsatica* aus dem Mälarsee und von *Cl. Sauteri* v. *Borgeana* aus einem kleinen See bei Nabbo (Schweden).

Während *Rh. profundum* der Regel nach nur in der Tiefe der Seen lebt, fand sich die letztgenannte Form nur ca. 1 Fuß unter

<sup>1)</sup> Brand, F. Über drei neue Cladophoraceen aus bayrischen Seen. *Hedwigia* XXXIV, p. 226.

<sup>2)</sup> Derselbe. Kulturversuche mit zwei *Rhizoclonium*-Arten. *Botan. Centralbl.* LXXIV, 1898, p. 9 und Taf. I B, C.

Wasser. Die Alge war aber hier nicht nur, wie das gewöhnlich der Fall ist, in die Aegagropila-Massen eingeschlossen, sondern beide waren wiederum von *Cl. fracta* überwuchert und wohl auch von den steilen Felsen, welche den See umgeben, genügend beschattet.

Die drei erstgenannten Formen waren mir lebend zugekommen und wurden dann mehrere Jahre lang kultiviert: den Winter über im Hause, während der besseren Jahreszeit aber in geringer Tiefe des Würmsees.

Zu dieser Kultur hat mich in erster Linie der Umstand veranlaßt, daß sich in einigen Fällen am Grunde der Seen Spuren von entarteter *Cl. fracta* gefunden hatten. Dieser außergewöhnliche Fundort erklärt sich zwar sehr einfach dadurch, daß diese Alge im Dauerzustande auf den Grund zu sinken pflegt. Gerät sie nun an tiefere Stellen, so genügt auch in der sonnigen Jahreszeit die bis hierher vordringende Lichtmenge nicht zur normalen Assimilation und es wird die zum Auftriebe erforderliche Quantität von Sauerstoffbläschen nicht gebildet.

Hieran knüpfte sich aber die Frage nach dem weiteren Schicksale der auf dem licht- und wärmearmen Seegrunde zurückgehaltenen Pflanzen von *Cl. fracta*, und die Möglichkeit, daß sie unter diesem Wechsel der Verhältnisse allmählich in eine *Rhizoclonium* ähnliche Form übergehen könnten, war von vornherein nicht auszuschließen.

Derartig veränderte Pflanzen müßten aber nach Rückversetzung in normale Verhältnisse auch wieder in ihre frühere Form zurückkehren. Hiervon war aber nach mehrjähriger Kultur nahe unter der Oberfläche des Wassers nicht das geringste Anzeichen zu bemerken, sondern die Kulturpflanzen von *Rh. profundum* behielten ihre früheren Charaktere vollständig bei und erzeugten nur lange, unverzweigte Fäden. Auch machten die versenkten *Fracta*-Fäden nicht den Eindruck gesund vegetierender Pflanzen, sondern sie waren meist in Zerfall begriffen und schienen dem Untergange entgegenzugehen.

Bezüglich der auch an den fremden Formen äußerst seltenen Verzweigungen hat sich ergeben, daß sie weder mit jenen von *Rh. profundum*, noch unter sich vollständig übereinstimmten, und daß insbesondere die aus dem *Lago maggiore* stammende Form sich hier und da etwas reichlicher und in einer mehr an *Cl. basiramosa* erinnernden Weise verzweigte. Da mir aber von diesen Formen nur äußerst wenig Material zu Gebote stand, ließ sich nicht feststellen, ob an ihnen echte oder Reproduktiväste der Regel entsprechen. Deshalb wollte ich die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diese grundbewohnenden Gesellschafter der Aegagropilen hinlenken, damit vielleicht künftige größere Aufsammlungen zu sicheren Resultaten führen möchten.

III. *Rhizoclonium sulfuratum* n. sp.

Fig. 2 A—C.

Rh. filis 23—29  $\mu$  crassis ad septa vetusta subnodosis; cellulis 1—3 diam. longis; ramulis rhizoideis ignotis; reproductione e cellulis quibusdam rectangularibus ad 35—70  $\mu$  dilatatis.

Hab. in fonte sulfurosa prope vicum Ratzes tirotiensem.

Diese Alge fand sich in einem Rasen von *Chara foetida*, welchen ich der Gefälligkeit des Herrn Dr. W. Pfaff in Bozen verdanke. Sie bestand aus einem Gewirre von unverzweigten und ziemlich gleichdicken Fäden, an welchen nur mit großer Geduld hier und da kurze verdickte und spärlich verzweigte Stellen aufzufinden waren. Solche Fadenabschnitte stellt unsere Fig. 2 dar, während die Beschaffenheit jener Fäden, welche die Hauptmasse des Bestandes ausmachten, nur durch einige Zellen angedeutet ist (f, f).

Da die Sendung in feuchtem Zustande angekommen war, konnte sie mit Aussicht auf Erfolg in Seekultur genommen werden und es ergaben sich dann in kurzer Zeit Resultate, welche nicht nur für den speziellen Fall, sondern überhaupt für die Frage nach der vegetativen Vermehrung von *Rhizoclonium* von Bedeutung sein dürften.

Schon nach Ablauf von 4 Wochen hatten sich die langen Äste der verbreiterten Fadenabschnitte losgelöst und waren selbständig geworden. Als letzte Spur der vorher vorhandenen Abzweigungen waren nur hier und da noch Reste der in Auflösung begriffenen Mutterzellen zu finden. Der ganze Bestand zeigte jetzt nur noch ziemlich gleichmäßig dicke und zylindrische Fäden, ohne irgend eine Andeutung von Ästen, Rhizoiden oder Winkeln und hätte ohne Kenntnis seines früheren Zustandes als *Rh. hieroglyphicum* bezeichnet werden können.

Die morphologischen Charaktere, welche die Alge an ihrem ursprünglichen Wohnorte besessen hatte, sind aber an *Rh. hieroglyphicum* weder im Freien beobachtet noch in den Kulturen von Gay<sup>1)</sup> und vom Verfasser dieses (Kulturvers. l. c. Tafel IA) in ähn-

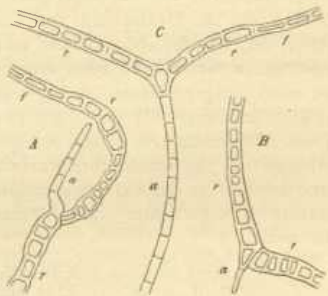


Fig. 2.

<sup>1)</sup> Gay, F. Recherches sur le développement et la classification de quelques algues verts. 1891, Tab. IV, Fig. 26 u. 27.

licher Form erzielt worden; die verdickten Zellen zeigten in letzteren Fällen vielmehr eine entschiedene Neigung zur Abrundung und zu unregelmäßiger Zellteilung, während sie hier immer einfach und meist von rechteckiger Form waren.

Wenn wir nun auch berücksichtigen, daß erstere durch Kultur in beschränktem Raume erzielt worden, letztere aber am natürlichen Standorte erwachsen sind, so ist die Verschiedenheit der Form doch zu groß, um beide Algen identifizieren zu können.

Im übrigen hat sich an der neuen Alge meine schon für *Rh. hieroglyphicum* und *Rh. profundum* ausgesprochene Annahme bestätigt, daß die verdickten oder abnorm gestalteten Zellen von *Rhizoclonium* in der Tat Reproduktionszellen<sup>1)</sup> darstellen. Sie gehen ebenso wie die Dauerzellen von *Cladophora* nach der Abgabe von Ästen zu Grunde, sobald diese eine gewisse Größe erreicht haben, und bilden niemals die Basis einer dauernden Verzweigung. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich ein größerer Ast außergewöhnlich lange mit der Mutterpflanze im Zusammenhange bleibt. Diese Abnormität tritt relativ am häufigsten an solchen reproduktiven Abschnitten ein, welche ihre Maximaldicke noch nicht erreicht haben, und erinnert an das Verhalten unfertiger Dauerzellen von *Cladophora*, welche ja sogar einer echten Verzweigung zum Ursprunge dienen können.

Schon Rabenhorst<sup>2)</sup> scheint die Verzweigung von *Rhizoclonium* richtig beurteilt zu haben. Eine ausführliche diesbezügliche Angabe ist mir zwar aus den Schriften dieses Autors nicht bekannt, seine Diagnose dieser Gattung enthält aber den Passus: »Cellulae quaedam proliferatione ramulos breves . . . emittentes«.

#### IV. Differential-Morphologie von *Rhizoclonium* und *Cladophora*.

Diese beiden Gattungen sind bekanntlich von Kützing aus der bunten Algengesellschaft ausgeschieden worden, welche Linnés *Conferva* umfaßt hatte. Deshalb müssen wir in erster Linie Kützings Angaben unserer Betrachtung zu Grunde legen, um dann unter weiterer Berücksichtigung der in den Arbeiten späterer Autoren und in vorstehenden Abschnitten festgestellten Tatsachen die einzelnen Verhältnisse zu erörtern und schließlich eine dem gegenwärtigen Standpunkte des algologischen Wissens entsprechende Grenze zwischen den zwei Gattungen zu ziehen.

<sup>1)</sup> Kulturvers. I. c. p. 11 u. 12 habe ich den Ausdruck »Regeneration« für denselben Vorgang gebraucht, welchen ich hier im Anschlusse an Pfeffer (*Pflanzenphysiologie* II, 1901, p. 204) als »Reproduktion« bezeichne. Diese entspricht so ziemlich der »Propagation« Kützings (I. c.).

<sup>2)</sup> Rabenhorst, L. *Flora europ. algarum*. III, p. 329.



*Rhizoclonium* Kütz. Phyc. gener. p. 269, Spec. Alg. p. 381. — *Trichomata parenchymatica aequicrassa*, interdum subramosa, basi radicante; rami radicales verticaliter descendentes, simplices, attenuati. Spermata nondum observata. Articuli diametro non ultra 4 plo longiores, nunquam eo breviores, ex membrana simplici confervea firma, nunquam gelatinosa formati, substantia gonimica viridis subtiliter granulosa et aequaliter diffusa.

*Cladophora* Kütz. Phyc. gener. p. 269, Spec. alg. p. 387. — *Trichomata ramosa*, basi attenuata, articulis infimis ceteris plerumque longioribus, fine in radiculam elongatis, subramosis. Articuli omnes ex cellula simplici, aetate majori lamellosa formati, lineolis delicatulis longitudinalibus leviter curvatis et flexuosis notati. Substantia gonimica primum cryptogonomica, effusa, demum granulosa et amylacea, saepissime in lineas laxae spirales ordinata. Cellulae propagatoriae hologonymicae, hinc interstitiales, saepe concatenatae, illinc terminales, semper tumidae, solidae, amylophorae.

Aus diesen Diagnosen sind vorerst die cytologischen Angaben als veraltet auszuschneiden, sowie auch jene, welche die Vermehrungsorgane betreffen, weil hier Dauerzellen und Zoosporangien zusammengeworfen sind.

Fäden. — Diese sollen bei *Rhizoclonium* überall gleich dick, bei *Cladophora* aber nach der Basis zu verdünnt sein. Unregelmäßige Schwankungen der Fadendicke kommen jedoch bei beiden Gattungen häufig vor; regelmäßige Verdünnung nach unten findet sich dagegen auch bei *Cladophora* nur an typisch basal angehefteten Formen und auch an *Aegagropilen*, ist aber an anderen frei schwimmenden Formen nicht regelmäßig nachzuweisen. Sodann hat Kützing übersehen, daß auch die Fäden der Terminalverzweigung von *Cladophora* überhaupt nach dem apikalen Ende zu an Dicke abzunehmen pflegen.

Verzweigung. — Diese Frage ist wohl der schwächste Punkt in der Differential-Diagnose und bedarf um so mehr der Erörterung, als sie bis jetzt noch so ziemlich auf dem alten Flecke steht. Wenn die Gattung *Rhizoclonium* als »interdum subramosa« und *Cladophora* als »ramosa« bezeichnet wird, so stehen sich hier zwei Qualifikationen gegenüber, deren Deutung dem subjektiven Ermessen den weitesten Spielraum gewährt. Nebstdem haben wir gesehen, daß auch die oben beschriebene unzweifelhafte *Cladophora*-Varietät zuzeiten sehr entschieden »subramosa« ist.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma zeigen uns nun die oben erwähnten Kulturresultate, welche an *Rh. hieroglyphicum*, profundum und sulfuratum erzielt worden sind. Wir haben dort gesehen, daß lange Äste auftreten können, welche sich jedoch, solange sie mit der Mutterpflanze im Zusammenhange stehen, niemals selbst verzweigen.

Ferner hat sich gezeigt, daß diese Äste — vielleicht mit vereinzelt als Abnormität aufzufassenden Ausnahmen — nur aus alten, dem Zerfalle entgegensehenden, oder aus verdickten oder sonst merklich veränderten Mutterzellen entspringen und schließlich von der Pflanze abfallen. Dadurch charakterisieren sie sich nicht als echte Zweige, sondern als junge Pflanzen, welche durch Reproduktion entstanden sind.

Durchforschen wir dann die übrige Literatur, so zeigt sich, daß die Äste aller dort abgebildeten Rhizoclonium-Formen entweder rhizoidähnlich oder nur rudimentär: dornig oder höchstens einige wenige Zellen lang sind und daß längere vegetative Äste nur an den Figuren von drei Arten dargestellt sind, nämlich von *Rh. pachydermum* Kjellman<sup>1)</sup>, *Rh. obtusangulum* und *riparium* (Gay l. c. Tab. III, Fig. 24 u. 25).

Die erstgenannte Art und ganz besonders ihre var. *tenuior* Kjellm. sind aber so entschieden Cladophora-artig verzweigt, daß der Autor selbst sich nur mit einigem Bedenken für Rhizoclonium entschieden hat. Bei dieser Entscheidung war die eigentümlich winklige (*bostrychoide*)<sup>2)</sup> Verzweigung der Alge ins Gewicht gefallen, weil ähnliche Abzweigungen bei Cladophora damals noch nicht beschrieben waren.

Nachdem aber mittlerweile durch Hauck<sup>3)</sup> an Cladophora Nordstedtii Hauck (non De Toni) und durch Verfasser dieses an *Cl. cornuta* und anderen Arten (vergl. unten: Affines) ähnliche Verhältnisse<sup>4)</sup> gefunden worden sind, hat dieser Entscheidungsgrund seine Bedeutung verloren und wir müssen jetzt Kjellmans Alge als *Cl. pachyderma* (Kjellm.) bezeichnen, wenn wir bei der Abgrenzung beider Gattungen auf das Unterscheidungsmerkmal der echten Verzweigung nicht ganz verzichten wollen.

<sup>1)</sup> Kjellman, F. R. Über die Algenvegetation des Murman. Meeres. *Nova acta reg. soc. sc. Upsal. Vol. ext. ord. 1877*, p. 55 u. Fig. 26—28.

<sup>2)</sup> Da sich der Ausdruck »bostrychoid« in meinen früheren Arbeiten nicht findet, bemerke ich hier, daß darunter jener Charakter der Verzweigung verstanden ist, welcher durch *evectio dislocans* entsteht. Vergl. meine *Cl.-Studien* p. 182 (11 d. Sep.) und unsere Figur 3 D.

<sup>3)</sup> In Wittrock et Nordstedt. *Alg. exsicc. n. 934* und *Index general. fasc. 1—20*, 1889, p. 15. Wie aus dem Texte hervorgeht, ist »botryoides« hier offenbar durch einen Druckfehler aus »bostrychoides« entstanden.

<sup>4)</sup> Nebstdem kann auch an solchen Arten, welche für gewöhnlich in normaler Weise verzweigt sind, unter gewissen außergewöhnlichen Verhältnissen dislocierende Evekction auftreten: so z. B. an *Cl. fracta* und an *Cl. glomerata* in der Kultur und im status hiemalis. Das finden wir schon in der Fig. 7, Taf. II, von Gay (l. c.) angedeutet und noch ausgesprochener in Schmidles (Ber. d. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. B. 1903, Taf. I, Fig. 2—3) Abbildung von »Cl. (Aegag.) striata«. Diese Alge stellt nämlich keine neue Art, sondern nur einen Winterzustand von *Cl. glomerata* dar.

Dagegen fügen sich die von Gay von den zwei anderen Arten dargestellten Verhältnisse gut in unsere Auffassung, denn jene Glieder, aus welchen hier lange Äste entspringen, sind fast alle an Größe und Form verändert, wie in Fig. 25, oder schon im Zerfall begriffen, wie in Fig. 24 (l. c.), und können als Reproduktionszellen aufgefaßt werden, deren Äste zur Ablösung bestimmt sind.

Während nun bei *Cladophora* sowohl normale, als auch bostrychoide Verzweigung vorkommt, ist, soweit meine Erfahrung reicht, bei *Rhizoclonium* die normale Evekation ausgeschlossen. Auch die rudimentäre Verzweigung trägt immer einen mehr stumpfwinkligen Charakter, indem entweder durch dislozierende Evekation die Hauptachse abgknickt wird, oder durch vollständiges Fehlen der Evekation der Ast seinen rein seitlichen Ursprung beibehält und in nahezu rechtem Winkel vom Stamme absteht. *Rhizoclonium*-artige Fäden, deren Ästchen eine Neigung zur Bildung spitzwinkliger Dichotomieen verraten, sind deshalb immer kritisch zu prüfen. Als Beispiel nenne ich *Rh. fontanum* Kütz. (*Conferva fontana* Kütz. Alg. Dec. n. 37), welches Stockmayer (*Rhizoclonium* l. c. p. 577, Fig. 18) abgebildet hat. Diese Figur macht durchaus den Eindruck eines in ungünstige Verhältnisse geratenen Fadens von *Cl. fracta lacustris*.

Krümmung und Winkelbildung der Fäden. — Als erster Autor über diese Verhältnisse bemerkt Borzi (l. c. p. 54), daß die Fäden von *Rh. hieroglyphicum* hier und da gebogen und winklig seien, und zwar korrespondierten diese Verbiegungen mit den Ansätzen der Ästchen. Ausführlicher wird diese Eigentümlichkeit der Gattung *Rhizoclonium* dann von Stockmayer (l. c. p. 573) als Krümmung oder Inkurvierung beschrieben, mit der richtigen Bemerkung, daß dergleichen auch bei *Cladophora* und *Chaetomorpha* vorkäme. Laut brieflicher Mitteilung ist Herr Dr. Stockmayer ferner der Meinung, daß diese Erscheinung sich mit meiner Evekation kombiniere und im Zusammenhange mit ihr zu besprechen sei, was sich in folgendem bestätigen wird.

Untersuchen wir nun solche organisch fixierte Ablenkungen der Fadenachse auf ihre Entstehungsweise, so ergibt sich, daß in einer Anzahl von Fällen äußere mechanische Ursachen verantwortlich gemacht werden können, während in anderen Fällen Wachstumvorgänge zu Grunde liegen.

Äußere Ursachen veranlassen häufig dadurch Fadenkrümmung, daß die unter sich oder mit anderen Körpern verschlungenen Algenfäden zufällig an einzelnen Stellen festgeklemmt werden. Der zwischen diesen Stellen gelegene Fadenteil muß sich infolge des interkalaren Wachstums mehr oder weniger ausbauchen, wird dadurch an den festgelegten Stellen abgebogen oder abgknickt und die Verbiegung kann sich dann bei längerem Bestande organisch fixieren. Auf diese

Weise sind die Krümmungen zu erklären, welche von Stockmayer (l. c.) in den Fig. 16 und 22 von *Rh. riparium* und *Rh. angulatum* dargestellt sind. Wir sehen hier, daß nicht nur der Faden, sondern auch die im Winkel liegenden Zellen verbogen sein können.

Wachstumsvorgänge können gleichfalls die einzelnen Zellen zur Krümmung veranlassen, und zwar durch subterminalen Zweigursprung. Berthold<sup>1)</sup> erklärt derartige Krümmungen auf mehr physikalische Weise, indem durch die kuppenartige Vorwölbung des Sproßprimordiums eine lokale Schwächung der entsprechenden Seitenwand eintrete und die infolge des Zellurgors bestehende Zugspannung nun auf der entgegengesetzten Seite das Übergewicht erhalte. Prüfen wir aber höhere Grade solcher Verbiegungen, z. B. Fig. 23, 24 und 26 von Stockmayer oder gar Fig. 25 (*Rh. angulatum*), bei welcher der Winkel bis zu vollständiger Umkehr der Fadenrichtung gesteigert ist, so werden wir annehmen dürfen, daß ein lokaler Membranzuwachs an der Basis des Zweiges mitwirken muß, oder vielleicht die Hauptrolle spielt. Im übrigen ist wohl denkbar, daß bisweilen die vorerwähnten äußeren Ursachen mitgewirkt haben, wenn das im Einzelfalle auch schwer zu kontrollieren ist.

Einer anderen Art von Winkeln, welche aber nur den Faden als solche betreffen, während die beteiligten Zellen nicht verbogen werden, beruht auf bostrychoider Abzweigung. Bisweilen ist die nach oben gerichtete Tendenz des aus der Mutterzelle austreibenden — sei es vegetativen, sei es rhizoidalen — Sprosses so intensiv, daß schon die Höckerbildung, welche die Entwicklung des Astes einleitet, zur Abknickung des Hauptfadens genügt. Den ersten Beginn dieses Vorganges sehen wir an Fig. 4 p. 576 von Stockmayer (l. c.) und an Fig. 11 tritt er an zwei anstoßenden Zellen gleichzeitig auf.

Für die Annahme, daß diese Art von Winkelbildung und bostrychoide Verzweigung zusammengehören, indem sie auf derselben Ursache, nämlich auf dislozierender Evekation beruhen, spricht auch der Umstand, daß derartige Winkelbildung nur an langen Fäden solcher *Cladophora*-Formen vorkommt, welche bostrychoide Verzweigung besitzen, aber an jenen Arten, welche nur regelmäßige Evekation zeigen, unter normalen Verhältnissen vollständig fehlt.

Innerhalb der Gattung *Rhizoclonium* kommen solche Winkel nach Stockmayer (l. c.) selten und wenig ausgeprägt bei *Rh. riparium*, dagegen sehr charakteristisch bei *Rh. Hookeri* vor und *Teodoresco* (l. c. Taf. IX, Fig. 4) bildet einen solchen Fall von *Rh. hieroglyphicum* ab. Ebenso habe ich sie häufig bei dem wohl mit *Rh. Hookeri* identischen *Rh. africanum* sowie bei *Rh. profundum* und *Rh. sulfuratum* (Fig. 2 B) gesehen.

<sup>1)</sup> Berthold, G. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 13, 1882, p. 636.

Schließlich kann ich nicht verschweigen, daß auch einzelne Fadenwinkel zur Beobachtung kommen, deren Ursache zweifelhaft ist; so werden sie z. B. bisweilen durch unregelmäßig verdickte Zellen erzeugt, an welchen keine Zweiganlage zu erkennen ist. Auch für die Entstehungsweise der »wurstförmigen« Zellen, welche Teodoresco (l. c. p. 152, Fig. 33—35) von *Rh. dimorphum* Wittr. abbildet, ist keine sichere Erklärung möglich.

Anheftung. — Angehörige beider Gattungen hängen bisweilen an Wasserpflanzen und dergleichen, ohne eine Spur von Haftorganen; sie sind einfach angeschlungen.

In anderen Fällen finden sich Rhizoide, welche nach Kützing bei *Rhizoclonium* immer basal, senkrecht absteigend, unverzweigt und verdünnt sein sollen; erst seit Rabenhorst (l. c.) gelten »ramuli breves radicales, saepius radicales« als Charakteristikum der Gattung.

Fernerhin haben sich die Rhizoidverhältnisse von *Rhizoclonium* aber als viel mannigfaltiger erwiesen. Stockmayer (l. c. p. 572) konstatiert, daß die Rhizoide an dünnen Formen oft fehlen und Verfasser dieses fand den gleichen Mangel auch an dem ziemlich starken *Rh. profundum* und an *Rh. sulfuratum*.

Andererseits können die Rhizoide von *Rhizoclonium* auch in verschiedener Weise verzweigt sein, wie aus den Figuren von Gay (l. c. Fig. 18, Taf. II. *Rh. hieroglyph.*), Teodoresco (l. c. Fig. 2 u. 6, Taf. IX, dieselbe Art), und von Wille <sup>1)</sup> (dieselbe Art und *Rh. riparium*), sowie aus einer Angabe von Möbius <sup>2)</sup> (*Rh. dimorphum*) hervorgeht. Schließlich sind auch relativ kurze, einfache Haftorgane beschrieben, welche mit einer mehr oder weniger haftscheibenartigen Verbreiterung endigen. Derartige Gebilde sind dargestellt von Gay (l. c. Taf. III, Fig. 25a, *Rh. riparium*, Wille (l. c. Taf. IV, Fig. 38 u. 39, dieselbe Art) und Börgesen <sup>3)</sup> (*Rh. spec.*).

In Rücksicht auf die Entstehungsweise der Haftorgane müssen wir auch bei *Rhizoclonium* unterscheiden zwischen primären und adventiven Rhizoiden. Seitliche Rhizoide sind natürlich immer sekundär, und die primären müssen immer basal sein. Der letzte Satz gilt aber nicht im umgekehrten Sinne.

Schon Gay (l. c. Taf. II, Fig. 15—17) bildet rhizoidale Durchwachsungen ab, und Wille (l. c. p. 36 u. Fig. 140 u. 141) zeigt ausführlicher, wie basale Rhizoide auch in sekundärer Weise entstehen können, »indem eine Zelle eine andere darunter befindliche durch-

<sup>1)</sup> Wille, N. Studien über Chlorophyceen. Meddelelser fra den biologiske station ved Dröbak. 1901. Taf. III, Fig. 135 und 136.

<sup>2)</sup> Möbius, M. Beitrag zur Algenflora Javas. Ber. D. Bot. Ges. 11 1893. p. 127.

<sup>3)</sup> Börgesen, F. Freshwater algae of the Färöes. Botany of the Färöes. I. 1901. Tab. X, Fig. 3b—d.

wächst, deren Reste wegsprengt und sich so zu einem Rhizoiden ausbildet«. Es ist das derselbe Vorgang, welchen wir oben auch bei *Cladophora fracta* var. *lacustris* konstatieren konnten.

Aus den Angaben der Literatur, sowie aus den eigenen Beobachtungen geht aber hervor, daß weder die primären noch die sekundären Rhizoiden von *Rhizoclonium* jemals so große Dimensionen erreichen und sich so vielfach verzweigen können, wie das bei manchen *Cladophora*-Arten der Fall ist und daß sie auch nicht zur Bildung von Helicoiden, Cirroiden oder Stoloniden befähigt zu sein scheinen.

Form der Zellen. — Für *Rhizoclonium* wird die relative Maximallänge der Zellen von Kützing zu 4, von Rabenhorst (l. c. p. 329—330) zu 6 Quermesser angegeben. Nach De Toni<sup>1)</sup> Zusammenstellung verhält sich allerdings die Mehrzahl der 22 aufgezählten Arten in letzter Weise. Nur für *Rh. dimorphum* und *Rh. Elisabethiae* sind 8, und für *Rh. hieroglyphicum* v. *macromeres* 10 diam. angegeben. Letztere Maximallänge fand Möbius (l. c.) auch an *Rh. dimorphum*. Stockmayer (l. c.) konstatierte an *Rh. Kernerii* eine größte relative Länge von 7, und Wille (l. c. p. 36) an *Rh. hieroglyphicum* f. *longiarticulata* sogar eine solche von 12 Quermessern.

Schließlich haben sich in den Kulturen des Verfassers (Kulturvers. l. c.) die ursprünglich nicht über 4 Quermesser langen Zellen von *Rh. hieroglyphicum* oft um mehr als das Doppelte gestreckt. Es ist also die relative Zelllänge bei *Rhizoclonium* ein ebensowenig konstanter Faktor, wie bei *Cladophora*. Immerhin herrschen im ganzen kürzere und ziemlich gleichmäßig mittellange Zellen vor, während große Differenzen in der Zelllänge zunächst an *Cladophora* erinnern.

Die Angabe Kützings, daß die Zellen von *Rhizoclonium* niemals kürzer seien, als ihr Quermesser, ist nur für die vegetativen Glieder durchaus gültig, indem die Reproduktivzellen von *Rh. sulfuratum* auch kürzer sein können.

Wichtiger als die relative Länge der *Rhizoclonium*-Zellen ist die Form ihres Umrisses. Aus Kützings Angabe: »*fila ubique aequicrassa*« kann auf rein zylindrische Form der Zellen geschlossen werden, und das trifft in den vegetativen Teilen in der Hauptsache zu; Anschwellungen verschiedener Art kommen nur an den reproduktiven Abschnitten vor, wie wir oben gesehen haben. Dagegen scheint die bei *Cladophora* so häufige keulenförmige Verdickung des oberen Zellendes bei *Rhizoclonium* niemals beobachtet worden zu sein.

Bau der Zellen. — Kützings Angabe, daß die Zellhaut von *Rhizoclonium* einfach sei, ist längst widerlegt, denn schon aus Figuren von Stockmayer (l. c. p. 576, Fig. 27) und Gay (l. c. Taf. II, Fig. 13)

<sup>1)</sup> De Toni. *Sylogae algarum*. I. 1889. p. 278.

ist ersichtlich, daß sie ebenso geschichtet sein kann, wie jene von Cladophora, was auch durch Wille (l. c.) bestätigt wurde. An Rhizoclonium Hookeri ist es mir auch gelungen, Faserung in Form von nahezu senkrecht stehender rechtwinkliger Kreuzstreifung nachzuweisen.

Auch die Chromatophoren der beiden Gattungen scheinen nicht wesentlich verschieden zu sein, und können zur Zeit um so weniger als Unterscheidungsmerkmal dienen, als sie einerseits bei Cladophora sehr variabel und andererseits bei Rhizoclonium nur von wenigen Arten näher bekannt sind. Neuerdings hat Wille (l. c. p. 37) bemerkenswerte diesbezügliche Angaben über Rh. riparium gebracht.

Dagegen schien die Anzahl der Kerne eine sichere Differentialdiagnose zu ermöglichen, als Borzi (l. c.) entdeckt hatte, daß die gewöhnlichen kurzen Zellen von Rh. hieroglyphicum einen einzigen Kern und nur längere Exemplare bis zu 4 Kernen besitzen, während seit Schmitz (l. c.) sämtlichen Cladophora-Arten eine konstant größere Anzahl von Kernen zugeschrieben worden war.

Dieser Befund wurde später von Gay und Wille in der Hauptsache bestätigt, verlor aber bald seine sichere Beweiskraft. Es stellte sich nämlich heraus, daß, wie oben unter »status subsimplex« bereits berichtet ist, eine dünne Cladophora-Varietät unter gewissen Verhältnissen auch ein- bis wenigkernige Zellen besitzt, und Wille<sup>1)</sup> fand an Angehörigen der Cladophora-Sektion Spongomorpha gleichfalls einkernige Zellen.

Ferner wird bei Rh. profundum, welches einen Quermesser von 25—100  $\mu$  besitzt, die Anzahl der Kerne nicht nur durch die Länge der Zellen, auf welche die Autoren bei Rhizoclonium das größte Gewicht legten, allein bestimmt, sondern in noch höherem Grade durch deren Dickendurchmesser. Einkernige Zellen finden sich nämlich nur in Fäden bis höchstens 30  $\mu$  Dicke. Von hier ab sind immer mehrere Kerne vorhanden, welche zunächst alle in einer Reihe liegen. In Zellen von mehr als 40  $\mu$  Dicke findet sich aber schon eine ziemlich große Anzahl von unregelmäßig mehrreihig gelagerten Kernen.

Andere Rhizoclonium-Arten von ähnlicher Stärke sind bisher noch nicht geprüft worden, vielmehr erreichen die wenigen Formen, auf deren Untersuchung die Lehre von der Kernarmut der Gattung sich stützt, nur eine Maximaldicke von 30—40  $\mu$ . Bis zum Beweise des Gegenteils nehme ich deshalb an, daß die Anzahl der Kerne bei den Cladophoraceen überhaupt nicht nur durch den Gattungscharakter, sondern insbesondere durch den größeren oder kleineren

<sup>1)</sup> Wille, N. Vorläufige Mitteilung über die Zellkerne bei Acrosiphonia. Referat im Bot. Centralbl. 81, 1900, P. 238.

Rauminhalt der Zelle und nebstdem durch deren vegetativen Zustand reguliert wird.

Erhaltung und Vermehrung. — In Bezug auf die Zoosporenbildung scheint der wesentlichste Unterschied zwischen beiden Gattungen darin zu bestehen, daß bei *Cladophora* (einer marinen Art) schon Kopulation der Zoosporen beobachtet worden ist, bei *Rhizoclonium* aber nicht.

Zu Kützings und Rabenhorsts Zeiten waren die Zoosporen letzterer Gattung überhaupt unbekannt und noch in neuester Zeit referiert Ottmanns (*Morphologie I*, p. 216, 1904): bislang seien sie bei *Rhizoclonium* vergebens gesucht worden.

Gay (l. c. p. 26) hat aber schon im Jahre 1891 angegeben, daß bei *Rh. Kochianum* und *riparium* seitlich austretende Zoosporen beobachtet worden seien, Möbius (l. c. 1893) sah an *Rh. dimorphum* Sporangien, und Wille (*Stud. üb. Chloroph.* 1901) berichtet, daß sich an *Rh. Kernerii* leicht Zoosporen bilden; diese treten, nach der Fig. 162 (Tab. IV l. c.) zu schließen, entschieden subterminal aus, und ähnliches erfahren wir durch Jönsson<sup>1)</sup> in Bezug auf *Rh. riparium f. implexa* und *f. valida*.

Schließlich hat Wille (l. c. p. 41 u. Fig. 165, Taf. IV) noch die interessante Beobachtung gemacht, daß die Zoosporen von *Rh. riparium* zwei ungleich lange Cilien besitzen, von denen die längere nach vorn, die kürzere nach hinten gerichtet ist. Demnach wäre unsere Gattung entweder an die Seite von *Conferva* zu stellen — woran in Rücksicht auf den Zellbau wohl nicht gedacht werden kann — oder der systematische Neubau der »Heterocontae« würde überhaupt ins Wanken kommen.

Bezüglich der Reproduktion lassen sich gewisse Unterschiede zwischen beiden Gattungen feststellen. Während bei *Cladophora* typische Dauerzellen, d. i. Organe von ziemlich bestimmter und immer nach oben abgerundeter Form zur Beobachtung kommen, deren jede einzelne eine neue Pflanze erzeugt, verhalten sich die reproduktiven Abschnitte von *Rhizoclonium* in anderer Weise. Ihre Zellen sind zwar auch immer verdickt,<sup>2)</sup> aber nur in gewissen Fällen mehr oder weniger abgerundet; außerdem entweder rechteckig oder in verschiedener Weise deformiert, oder in unregelmäßiger Teilung begriffen. Oft ist ihre Membran unrein, mit Detritus bedeckt oder selbst etwas

<sup>1)</sup> Jönsson, H. The marine algae of Iceland. *Bot. Tidskr.* 1903, p. 365.

<sup>2)</sup> Ob die »cellulae quiescentes (exsiccatione lenta ortae) pallidae, amyloferae« welche Wittrock (*Algae aquae dulc. exsiccatae*, n. 628, *descript. systemat.* p. 16) von *Rh. dimorphum* beschreibt, gleichfalls der Reproduktion dienen, kann ich zur Zeit nicht sagen, da eine Entwicklung von Zweigen an ihnen noch nicht beobachtet worden zu sein scheint.



inkrustiert und sie machen dann den Eindruck überständiger, dem Zerfalle entgegengehender Zellen.<sup>1)</sup>

Bei weitem nicht jede dieser Zellen erzeugt einen Ast, und merkwürdigerweise entstehen die Reproduktiväste nicht immer an den dicksten Zellen, sondern bisweilen an der Grenze der verdickten Abschnitte, oder selbst an solchen Fadenstücken, welche sich überhaupt noch in einem früheren Stadium der Verdickung befinden.

Hier scheint noch ein dankbares Feld für physiologische und biologische Forschung frei zu sein.

Als Resultat vorstehender Ausführungen ergibt sich folgende Diagnose von Rhizoclonium:

#### Rhizoclonium Kütz. emend.

Trichomata coacta, repentia vel natantia, subaequalia, nuda vel hinc-inde ramulis uni- vel paucicellularibus, lateraliter vel modo bostrychoideo egredientibus, semper nudis obsessa; ramulis rhizoideis vel deficientibus, vel basalibus, lateralibus, rarius apicalibus, nunquam abunde ramificatis, nec helicoideis nec cirroideis, nec stolonideis; cellulis vegetativis cylindraceis, nunquam claviformibus, ut plurimum brevibus vel sublongis, Cladophorarum modo constructis; multiplicatione zoogonidiis; reproductione cellulis quibusdam vario modo dilatatis vel deformatis, plantam novam rami ad instar producentibus et demum dilabentibus.

Zum Schlusse sei mir noch eine technische Bemerkung gestattet. Auch der Kenner kann sich nicht immer sofort über den Charakter einer Rhizoclonium-ähnlichen Pflanze entscheiden, weil hierzu die Feststellung eines negativen Momentes, nämlich der Abwesenheit echter Verzweigung erforderlich ist. Längere Äste reißen aber beim Entwirren einer solchen Watte leicht von den Insertionen ab, und sind dann schwer aufzufinden. Das kann an frischem Materiale passieren, geschieht aber desto leichter an aufgeweichten Exsikkaten.

Gegen diesen Mißstand empfiehlt es sich nun, das zur Untersuchung bestimmte Material vor dem Präparieren in ziemlich kleine Teile zu zerschneiden. Dadurch erreicht man mit weniger Zeitaufwand und Mühe Resultate von größerer Zuverlässigkeit.

<sup>1)</sup> Die Erscheinung, daß die Lebendigkeit einer Zelle kurz vor ihrem Absterben noch einmal aufflackert, kommt übrigens auch bei Cladophora vor. Ich erinnere an die oben zitierten Kulturversuche von Klebs, durch welche ganz alte Zellen zum Austreiben veranlaßt wurden. Spontan habe ich dergleichen an Fußstücken von *Cl. crispata* und *glomerata* schon gesehen, und nahezu als Regel bei den hydrophilen Aegagropilen, deren alte Basalzellen Kjellman in folge ähnlicher Beobachtungen »Gonidien« nennt.

## V. Die Cladophora-Sektion Affines.

Cladophorae habitum Rhizoclonii plusminus aemulantes. Brand, Cladophora-Studien 1899, p. 306 (48).

Nachdem diese Arbeit mit der Beschreibung einer Cladophora-Form begonnen hat, welche zu gewissen Zeiten einen Rhizoclonium ähnlichen Habitus annehmen kann, sollen jetzt andere zur Darstellung kommen, die permanent durch mehr oder weniger ärmliche laterale oder bostrychoide Verzweigung an diese Gattung erinnern, aber wegen des Vorhandenseins von größeren, bleibenden und ihrerseits zur Verzweigung befähigten Ästen zu Cladophora gerechnet werden müssen.

Die Formen, welche ich nach dem gegenwärtigen Stande meiner Untersuchungen hierher stellen kann, sollen in der Reihenfolge ihrer Annäherung von Rhizoclonium an Cladophora aufgeführt werden.

### 1. Cladophora alpina Brand.

Brand, F. l. c. mit Fig. 19a—e, Taf. III.

Diese hydrophile Art erinnert in ausgesprochener Weise an Rhizoclonium und unterscheidet sich, soweit das nach der einzigen vorhandenen Aufsammlung zu beurteilen ist, nur durch das Vorhandensein einzelner größerer, bleibender Äste. Fadendicke ca. 50  $\mu$ , ziemlich gleichmäßig an Stamm und Ästen.

### 2. Cl. incompta Hook. fil. et Harvey.

Hooker fil. et Harvey. London journ. bot. Vol. IV, p. 294; sec. J. D. Hooker, Flora antarctic II, p. 496, Tab. 142, fig. 3. Svedelius, Algen der Magellansländer III. Bot. 1900, Taf. XVII, Fig. 1—6.

Eine viel stärkere und marine Art, unterscheidet sich von der vorigen nebstdem durch das Vorkommen einzelner Fäden, welche eine horizontale Hauptachse mit einseitig abstehenden Ästen darstellen und oft mit eigentümlichen Haftorganen versehen sind. Fadendicke 120—170  $\mu$ , an Stamm und Ästen ziemlich gleich. Schon Svedelius betont den Rhizoclonium-artigen Habitus dieser Pflanze.

### 3. Cl. basiramosa Schmidle.

Schmidle, W. Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und Oberrheins. Hedwigia 1897, Taf. III, Fig. 1—6. Wittrock et Nordstedt. Algae exsicc. n. 1225.

Eine hydrophile Art, deren Fäden bis zu 7 cm Länge erreichen können und fast nur an der Basis verzweigt sind. Dicke der Hauptfäden 40—80  $\mu$ , der Äste 40—68  $\mu$ .

Durch die Gefälligkeit des Herrn Professor Schmidle habe ich seinerzeit etwas Original-Material erhalten, in welchem auch vereinzelt Fäden von Cl. fracta lacustris, sowie einer Oedogonium spec. ein-

geschlossen waren. Die Untersuchung dieses Materiales veranlaßt mich zu einigen Bemerkungen.

Vor allem ist eine Differenz aufzuklären, welche sich bezüglich der basalen Anheftung zwischen den Angaben des Autors und den meinigen ergeben hat.

Schmidle (l. c. p. 13) berichtet, daß seine Alge mit einer unten meist etwas verbreiterten Fußzelle festgewachsen sei, und daß die Sporenkeimlinge ähnliche Fußteile besäßen, wie jene von *Oedogonium*. Dagegen habe ich (Über die Anheftung usw. l. c. p. 168) angegeben, die Alge sitzt einfach mit der unteren Fläche ihrer Basalzelle dem Substrate auf, und zwar ohne erkennbare Zwischensubstanz oder Membranverdickung.

Die Verschiedenheit dieser Angaben erklärt sich vielleicht aus der Vielgestaltigkeit, welche den basalen Haftorganen überhaupt eigentümlich ist. Man vergleiche nur die Mannigfaltigkeit der Formen, welche schon Meyen<sup>1)</sup> an den Keimpflanzen einer und derselben *Cladophora*-Art beobachtet hat. Es ist deshalb wohl möglich, daß auch bei unserer Spezies die Keimpflanzen sich schon ab ovo verschieden verhalten können. Ich selbst kann nur über jene Fälle berichten, welche mir vorgekommen sind. Diese betrafen anfangs nur jüngere Exemplare und verhielten sich in der oben angedeuteten und in unserer Fig. 3A dargestellten Weise.

Später habe ich dann auch ältere Pflanzen aufgefunden, welche die von Schmidle erwähnte basale Verbreiterung aufwiesen. Der verbreiterte Teil besitzt jedoch kein Lumen, sondern ist solid und besteht nur aus Membransubstanz, so daß er sich als Dermoid<sup>2)</sup> charakterisiert (Fig. 3B u. C).

Das Dermoid ist hier nicht so zierlich dendritisch verästelt wie an manchen Meeresalgen, sondern es hat ein unregelmäßiges, teils gequollenes, teils zerflossenes Aussehen, und die Zelle, welche es trägt, war in den untersuchten Fällen meistens inhaltsarm oder auch inhaltsleer.

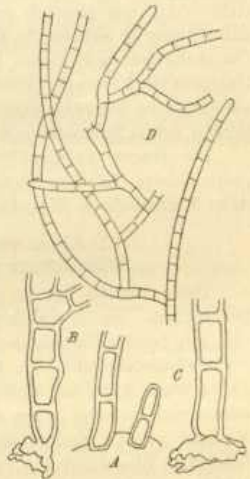


Fig. 3.

<sup>1)</sup> Meyen, J. F. Beiträge zur Physiologie und Systematik der Algen. Verh. d. Kais. Leopold. Carol. Akad. d. Naturforscher. Bonn 1829. Taf. 27.

<sup>2)</sup> Vergl. meine oben zitierte Abhandlung über die Anheftung der Cladophoraceen p. 171.

Demnach scheinen die Dermoide von *Cl. basiramosa* sekundärer Natur zu sein und infolge allgemeiner Degeneration der Basalzelle durch partielle gallertige Entartung aus deren Membran hervorzugehen. Dieser Vorgang, welcher je nach individuellen Verhältnissen bald früher, bald später beginnen und verschiedene Formen erzeugen kann, bedarf jedoch noch der Nachprüfung an reichlicherem und womöglich lebendem Materiale. Fadenförmige Rhizoide sind bis jetzt nicht bekannt.

Bezüglich der Verzweigung habe ich zu bemerken, daß sie stellenweise mit ziemlich regelmäßiger Evekation einhergehen kann, daß sie aber an anderen Stellen vorwiegend bostrychoid ist (Fig. 3D). Die dislozierende Evekation konkurriert nicht selten mit verschiedenen Unregelmäßigkeiten der Scheidewandstellung. Dadurch können schwer verständliche Verzweigungen zu stande kommen, auf deren Sonderbarkeit schon Schmidle aufmerksam gemacht hat.

Die langen Terminaläste verzweigen sich nur selten in ausgesprochener, häufiger dagegen in rudimentärer Weise und können dann Rhizoclonium ähnliche Winkel bilden.

#### 4. *Cl. pachyderma* (Kjellm.).

*Rhizoclonium pachydermum* Kjellm. l. c.

Diese marine Art ist schon im Abschnitte über Verzweigung besprochen. Sie ist reichlich, und zwar meist bostrychoid, verzweigt und mit basaler Haftscheibe angewachsen; nebstdem besitzt sie zahlreiche rhizoidähnliche Äste. Hauptfäden 85—100  $\mu$ , Äste 50—74  $\mu$  stark. Zellen meist kurz, mit dicken Membranen. Der Habitus dieser Alge nähert sich so sehr jenem von *Cl. basiramosa*, daß man letztere als Varietät von *Cl. pachyderma* auffassen müßte, wenn dem nicht ihr Mangel an Rhizoidästchen und ihre hydrophile Lebensweise entgegenständen.

#### Var. *tenuis* (Kjellm.).

*Rhizoclonium pachydermum* var. *tenuis* Kjellman, The algae of the arctic sea. Kongl. Sv. Vet.-Akad. Handlingar 20, 1852—83, p. 310; Kolderup Rosenvinge. Les algues marines du Grönland. Ann. sc. nat. VII. sér., t. 19, p. 53 u. f. mit Fig. A—F.

Eine marine und submarine Alge, welche dünner (30—40  $\mu$ ) und noch *Cladophora* ähnlicher verzweigt ist als die Hauptform und auch dünnere Zellhäute besitzt. An Kjellmans Exemplaren waren Rhizoidäste häufig, an jenen von Rosenvinge fehlten sie.

#### Var. *tenuior* (Börgesen).

*Rhizoclonium pachydermum* Kjellm.  $\beta$ . *tenuior*. Börgesen l. c. p. 254-255 u. Tab. X, fig. 2.

Diese Varietät scheint mit der vorigen, und zwar insbesondere mit Rosenvinges Exemplaren, nahe übereinzustimmen, nur sind die

Fäden im allgemeinen etwas dünner und die Zellen länger; sie lebt aber nicht in Meereswasser, wie die vorige, sondern ist hydrophil.

### 5. *Cl. petraea* (Hansg.).

*Cl. glomerata* var. *petraea* Hansgirg. Prodrömus II, p. 224 u. Fig. 67, p. 223.

Unter allen hier aufgeführten Formen erinnert diese durch ihren allgemeinen Habitus am wenigsten an *Rhizoclonium*, denn sie soll meistens nur kurze Räschen bilden. Durch eine oft nur spärliche bostrychoide Verzweigung, durch ziemlich gleichmäßige Kürze der Zellen und den Besitz rhizoidähnlicher Ästchen, sowie durch eine basale Haftscheibe weicht sie aber von den echten *Cladophora*-Arten ab und erinnert an die vorgenannte Art. Hauptfäden 30—60 (75)  $\mu$  dick. Der Autor spricht selbst die Vermutung aus, daß eine neue Art vorliegen möge.

### Erklärung der Figuren.

#### Fig. 1. *Cladophora fraeta* var. *laeustris* (Kütz.) Nob.

- A. Spitzenzelle eines lebhaft vegetierenden Frühlingsexemplares, ca. 15  $\mu$  dick, mit einer Kernreihe.
- B. Fadenstück derselben Pflanze, 28  $\mu$  dick, mit mehrreihig gelagerten Kernen.
- C. Fadenstück eines Herbstexemplares, ca. 30  $\mu$  dick, mit ein- bis wenigkernigen Zellen.
- D. Spitzenstück derselben Pflanze mit einkernigen Zellen.

#### Fig. 2. *Rhizoclonium sulfuratum* n. sp.

- A. Reproduktiver Abschnitt  $r-r$  mit einem jungen Aste,  $a$  dessen Mutterzelle schon vorzeitig degeneriert ist. Bei  $f$  drei Zellen des unveränderten vegetativen Fadens. Vergr. 80.
- B. Ähnlicher Abschnitt, welcher durch dislozierende Evekktion des Zweigprimordiums  $a$  winklig abgknickt ist. Vergr. 80.
- C. Weniger verdicktes reproduktives Fadenstück  $r-r$ , welches rechts in normalen Faden  $f$  übergeht und durch den Ursprung eines langen reproduzierten Astes  $a$  verbogen ist. Vergr. 80.

#### Fig. 3. *Cladophora basiramosa* Schmidle.

- A. Zwei Keimpflanzen, die unmittelbar auf einem Kieskorne sitzen. Vergr. 150.
- B. u. C. Ältere Fußstücke mit Dermoiden. Vergr. 150.
- D. Bostrychoid verzweigtes Thallusstück. Vergr. 60.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [48 1909](#)

Autor(en)/Author(s): Brand Friedrich

Artikel/Article: [Zur Morphologie und Biologie des Grenzgebietes zwischen den Algengattungen Rhizoclonium und Cladophora. 45-73](#)