

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen.

Von

Friedrich Brand.

Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben

von

Dr. S. Stockmayer.

(Hierzu Tafel 11.)

Vorwort des Herausgebers.

Einige Monate vor seinem Tode (am 18. Januar 1924)¹⁾ sandte mir FRIEDRICH BRAND das Manuskript der vorliegenden Arbeit. Er bezeichnete es als seinen sehnlichsten Wunsch, daß diese Arbeit publiziert werde. Er betraute mich mit deren Überarbeitung.

Den Gedanken an eine solche ließ ich gleich bei der ersten Durchsicht fallen. Die ersten 10 Kapitel bedurften keiner Überarbeitung, nur die letzte Durchsicht des Manuskriptes und Korrekturen waren notwendig, besonders die Ergänzung der zahlreichen Literaturzitate, die BRAND nur angedeutet und deren vollständige Zitation er für die letzte Durchsicht aufgespart hatte. Ferner fehlte die Figuren-erklärung der kolorierten Tafel, deren Zusammenstellung aus dem Texte und aus zurückgebliebenen Notizen BRAND's größtenteils gelang.

In diesen 10 Kapiteln etwas zu ändern, hieße der Arbeit ihren sehr ausgeprägten individuellen Charakter nehmen; eine redaktionelle Änderung hätte auch eine Vertiefung in dieses spezielle, ziemlich schwierige Thema erfordert. — Ferner bin ich gerade in zweien der Standpunkte BRAND's, die in dieser Arbeit eine wichtige Rolle spielen, nicht mit ihm ganz gleicher Anschauung. Der eine betrifft die Frage der Reinkulturen, gegen die sich BRAND in dieser und früheren Arbeiten, ohne sie geradezu prinzipiell zu verwerfen, doch recht ablehnend verhält. Er begründet seinen Standpunkt (s. Kapitel III) auf Grund seiner Erfahrungen ausführlich. Gewiß hat BRAND Recht, wenn er viele der Reinkulturprodukte für experimentell-pathologische Bildungen erklärt; gewiß hat er Recht, wenn er das so vor-

¹⁾ Siehe STOCKMAYER, S., 1925. — FRIEDRICH BRAND, Nachruf. — Hedwigia Bd. 65 p. 101—108. (Enthält eine Liste sämtlicher Publikationen BRAND's).

zugsweise Studium der Entwicklung nach Reinkulturen für einseitig erklärt und auf eingehendes Studium unter natürlichen Bedingungen dringt. Ich glaube aber, letzteres schließt ersteres nicht aus; und wenn bei Reinkulturen Fehler gemacht wurden und werden, müssen wir trachten, sie möglichst auszuschalten. — Mein zweiter abweichender Standpunkt bezieht sich auf das cytologische Studium. Die von BRAND verwendete Vitalfärbung zur systematischen Unterscheidung der verschiedenen hier beschriebenen Luftalgen scheint ein ausgezeichnetes praktisches Hilfsmittel zu sein; aber eine Ergänzung der damit gewonnenen Resultate und überhaupt des Studiums der niederen Algen ganz im allgemeinen durch genaues cytologisches Studium scheint mir von prinzipieller Bedeutung.

Damit will ich aber die große Bedeutung dieser Arbeit BRAND's, einer der besten unter seinen sämtlich guten, durchaus nicht schmälern; einer kann nicht alles arbeiten, besonders wenn er nahe an 80 Jahre alt ist. Jedenfalls wäre es ein Schaden für die Wissenschaft gewesen, wenn diese Arbeit samt Tafel nicht zur Publikation gekommen wäre. Besonders verweise ich außer auf die systematischen Kapitel (VII—X) auf das Kapitel VI, das speziell in der Frage der Zellteilung z. T. neue Gesichtspunkte entwickelt, aber auch auf die Kapitel I, III u. IV, die in vielen Belangen Fragen von allgemein naturwissenschaftlicher Bedeutung berühren.

Ich ergänzte also nur und korrigierte offenbare Fehler; die wenigen Ergänzungen von meiner Hand habe ich durch Anwendung eckiger Klammern [] ersichtlich gemacht und auch als solche bezeichnet.

Die ersten 10 Kapitel sind also druckreif. Vom 11. Kapitel „Gelegentliche Begleiter der Protopleurococciden“ ist aber nur ein unvollendetes Konzept vorhanden; es fehlen — außer einigen flüchtig hingeworfenen Skizzen — Abbildungen. Diese Skizzen führen Namen an (z. B. „*Cystococcus gemmatus*, *Cystococcus protectus*, *Cystococcus silvaticus*“) von denen im Konzepte nicht oder kaum die Rede ist; nur zu *Cystococcus humicola* NAEGELI sind einige brauchbare, aber auch nicht ganz fertige Abbildungen vorhanden. BRAND teilte mir in einem Begleitschreiben mit: „Das Konzept zur Fortsetzung der Arbeit sowie zahlreiche Skizzen zu weiteren Abbildungen sind im ersten Schreck über die Einquartierung verloren gegangen.“ Sie fanden sich auch nicht in seinem Nachlasse. Die einzige ausführlicher besprochene Alge ist *Cystococcus humicola* NAEGELI, zu der auch eine lateinische Diagnose vorliegt, die aber BRAND in seinem obenerwähnten Begleitschreiben selbst zurückzieht mit der Bemerkung, die Alge sei nicht genügend studiert.

Außerdem werden noch besprochen *Trochiscia* sp. und *Pseudendoclonium* sp., eine dem marinen *Pseudendoclonium submarinum* Wille sehr ähnliche Atmophyte. Mehrfach im Texte gelegentlich erwähnt wird eine *Phacococcus* n. g. genannte Alge, die zahlreiche spindelförmige Chlorophoren zu haben scheint, es fehlt aber jede Beschreibung und Abbildung.

Ich ziehe es vor, nachdem schon leider einmal ein Torso vorliegt, von einer Publikation dieses 11. Kapitels — auch nur in Bruchstückform — ganz abzusehen. Vielleicht gelingt es mir, aus dem nachgelassenen Materiale BRAND's, mikrosk. Präparaten (leider z. T. vertrocknet), Exsiccata und Conservaten, über die eine oder andere der hier skizzierten oder nur als nomina nuda angeführten Algen Aufschlüsse zu gewinnen und damit dieser Arbeit BRAND's den fehlenden Abschluß zu geben. Das wäre aber Gegenstand einer selbständigen neuen Bearbeitung.

Stammersdorf bei Wien, 7. Juni 1925.

Dr. Stockmayer.

I. Allgemeiner und biologischer Überblick.

In älteren botanischen Schriften finden wir öfters einen gewissen *Protococcus viridis* genannt, welcher als pulveriger grüner Anflug sehr häufig Baumrinden, Holzwerk, Mauern, Felsen usw. auf größere oder kleinere Strecken überziehen soll. Spätere Autoren sprachen in gleichem Sinne auch von *Pleurococcus vulgaris*.

Allmählich hat sich nun herausgestellt, daß diese Anflüge keineswegs so gleichartig sind, wie man früher glaubte, und die Untersuchungen, deren Resultate in folgendem mitgeteilt werden sollen, haben noch bestimmter gezeigt, daß solche Lager nicht nur überhaupt von verschiedenen Organismen gebildet werden können, sondern daß sie auch im Einzelfalle durchaus nicht immer nur eine einzige Art enthalten. Es finden sich in ihnen vielmehr nicht nur Angehörige verschiedener Arten und Gattungen, sondern sogar verschiedener Klassen und Ordnungen des Pflanzenreichs vertreten.

Der Hauptmasse nach bestehen sie allerdings aus solchen Grünalgen, welche den mit den Namen *Protococcus* und *Pleurococcus* verbundenen unsicheren Vorstellungen mehr oder weniger entsprechen. Die hier in Frage kommenden Arten sollen deshalb als „protopleurococcoide“ Algen bezeichnet, und im nächsten Abschnitte einer vorläufigen allgemeinen Besprechung unterstellt und später ausführlich dargestellt werden.

Nebstdem sind aber noch andere chlorophyllgrüne Formen zu erwähnen, welche teils als Angrenzer, teils als beigemischte Gesellschafter der Protopleurococcoiden auftreten. Unter diesen finden sich sowohl einzellige, *Dactylococcus bicaudatus* A. BR., *Trochiscia protococcoides* KÜTZ. und verschiedene noch nicht sicher zu umschreibende Organismen, welche zum Teile dem „*Cystococcus*“ NÄGELI anzugehören scheinen, *Stichococcus bacillaris* NÄG., *Mesotaenium* spec., als auch die fadenförmigen Arten: *Ulothrix crenulata* KÜTZ., *Ul. flaccida* KÜTZ., und die Fadenform von *Prasiola crispa* ampl. (*Schizogonium* spec. Auctor)¹⁾.

Die zwei letztgenannten Fadenalgen treten oft in ebenso ausgebreiteten Beständen auf, wie die Protopleurococcoiden und können, wenn ihre Lager nur dünn sind, bei oberflächlicher Betrachtung mit letzteren verwechselt werden; in der Nähe enthüllen sie aber einem guten Auge oder dem tastenden Finger ihre fädige Beschaffenheit,

¹⁾ Vgl. BRAND, F.: Über die Beziehung der Algengattung *Schizogonium* KÜTZ. zu *Prasiola* AG. in: Hedwigia Bd. 54, 1914.

während die coccoiden Elemente, welche von *Pras. crispa* und *Ulothrix crenulata* zeitweise gebildet werden, niemals in makroskopisch erkennbarer Menge auftreten. Ferner können die grünen Anflüge, ohne ihr äußeres Ansehen merklich zu ändern, auch anders gefärbte Algen, wie *Trentepohlia* spec., *Porphyridium cruentum*, seltener einzellige Phaeophyceen, dann verschiedene Cyanophyceen und Bacillariaceen Ruhezustände von Euglenen, Chlamydomonaden, *Sphaerella lacustris* und *pluvialis*, schließlich Jugendzustände von Moosen sowie Pilze und Spaltpilze in beschränkter Beimischung enthalten.

Diese in ihrem Wesen so grundverschiedenen Genossen sind auch unter dem Mikroskop nicht immer auf den ersten Blick auseinanderzuhalten. An notleidenden Beständen kann die Farbe derart verändert sein, daß schon die Unterscheidung von Grün- und Blaualgen¹⁾ einige Aufmerksamkeit erfordert.

Trentepohlia-Arten, insbesondere die überhaupt sehr wenig gefärbte *Tr. annulata* nob., enthalten unter Umständen in einzelnen Thallusabschnitten oder Zellen gar kein Hämatochrom und können dann leicht verkannt werden. An chemisch behandeltem oder künstlich überfärbtem Materiale erinnern gewisse Pilzsporen und selbst animale Cysten bisweilen an Algenzellen.

Sodann ist der Fragmentierung sowie der Sporen- und Aplanosporenbildung zu gedenken, durch welche Vorgänge auch thallombildende Algen zeitweise in Einzelzellen zerfallen können, die eine gewisse Ähnlichkeit mit typisch einzelligen Begleitern aufweisen.

Sogar von Moosprotonemen lösen sich bisweilen rundliche Zellen ab, welche allem Anscheine nach schon mit Grünalgen zusammengefallen wurden²⁾.

¹⁾ Verdünnte Salzsäure und Kalilauge beeinflussen das Kolorit der Grünalgen fast gar nicht, wohl aber jenes der Blaualgen. Die von NÄGELI, RABENHORST u. A. als für Cyanophyceen charakteristisch angegebenen Farbänderungen treten nach diesen Reagentien aber nicht in allen Fällen auf und pflegen besonders da auszubleiben, wo man ihrer am meisten bedürfte, nämlich bei einem von Haus aus nur schwach und undeutlich gefärbtem Material. Auch der Nachweis des Zellkörpers der Cyanophyceen ist nicht unter allen Umständen leicht zu erzielen.

²⁾ KÜTZING (Umwandlung niederer Algenformen in höhere sowie auch in Gattungen ganz verschiedener Familien und Klassen höherer Kryptogamen. Haarlem 1841) ließ bekanntlich Algenzellen zu Moosen auswachsen. Später wollten HICKS (Transact. Linn. Soc. 1862) und, diesem folgend, HANSGIRG (Physiol. und alpolog. Stud. 1887) in Moosprotonemen Pyrenoide gesehen haben. Falls letzteren Autoren nicht eine *Anthoceros*-Vegetation vorgelegen hat, müßten wir eine Verwechslung mit Algen annehmen, da weder aus FAMINTZIN's (die anorgan. Salze usw. 1872 p. 62) Erwähnung abgerundeter Protonemazellen die Existenz von Pyrenoiden zu entnehmen ist, noch ein anderer Autor noch Verfasser dieses jemals ein Pyrenoid

Nebst der systematischen haben wir auch die biologische Qualität dieser Organismen zu untersuchen. Die physikalischen Faktoren, welche hier in Betracht kommen, sind teils in der Qualität der Unterlage (Holz, Rinde, Kalk- oder Kieselgestein usw.), teils im Grade der Belichtung und Erwärmung, ganz besonders aber im Maße der Befeuchtung gegeben.

In letzterer Beziehung finden wir als Extreme einerseits tropfend nasse Felsen, andererseits frei in die Luft ragende Eisenteile von Grünalgen überzogen. Lebensbedingungen ersterer Qualität hat man schon als „hygrophytisch“ bezeichnet¹⁾. Algen, welche dauernd unter solchen Verhältnissen leben, können wir aber nicht zu den Luftalgen rechnen, sondern müssen sie den Hydrophyten beizählen, welche sich nach WARMING²⁾ dadurch kennzeichnen, daß sie „ganz oder größtenteils von Wasser umgeben sind oder auf einem sehr wasserreichen Boden leben“. Derartige Organismen können in vorliegender Arbeit, welche sich nur mit Aërophyten beschäftigt, nicht näher berücksichtigt werden.

Zur biologischen Charakterisierung der aërophytischen Algen stehen uns nur zwei „Vegetationen“ WARMING's zu Gebote, nämlich die Xerophytenvegetation, deren Pflanzen „auf Felsboden oder jedenfalls während eines längeren Zeitraumes im Jahre in wasserarmem Boden und in trockener Luft wachsen“ und die Mesophytenvegetation, welche „an Boden und Luft von mittlerer Feuchtigkeit angepaßt ist“. Die hier zu behandelnden Luftalgen wollen sich aber in keine

in Moosprotonemazellen gesehen hat. Die Zellen der grünen Luftalgen sind zwar durchschnittlich kleiner als jene von Protonemen, ihre größten Individuen können aber die Maße der kleinsten freien Protonemazellen erreichen. Dagegen unterscheiden sich letztere von den Algenzellen durch die große Anzahl rundlicher oder linsen-spindelförmiger Chlorophoren, welche nicht nur in der Peripherie, sondern auch im Innern junger Zellen verteilt sind, während die Chlorophoren der von uns beschriebenen Luftalgen entweder nur einfach oder, wenn in geringer Mehrzahl vorhanden, immer plattenförmig und parietal gelagert sind. Auch künstlichen Farbstoffen gegenüber pflegt sich das Protonema in anderer Weise zu verhalten, als die beige-sellten Algen. Bisweilen ist die Membran rundlicher Protonemazellen auch von Natur aus gelblich gefärbt, wie jene der Rhizoiden. Dennoch sind Täuschungen möglich, weil auch die Protonema-Chlorophoren unter Umständen in kleine Körner zerfallen können, wie jene der Grünalgen, und weil einzellige Formen der letzteren, wie ich mich selbst überzeugt habe, sich bisweilen in leere Protonemamembranen einnisten. Die gelegentliche Ansammlung der Chhlorophoren in dem einen Ende der Zelle ist nicht für ein Protonema charakteristisch, wie FAMINTZIN annimmt, sondern kommt auch bei Fadenalgen zur Beobachtung.

¹⁾ SCHROETER, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, p. 567.

²⁾ WARMING, E.: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Deutsche Ausgabe. Berlin 1895.

dieser „Vegetationen“ fügen, indem sie 1. Insolation und Austrocknung¹⁾ nicht in so hohem Grade ertragen, wie z. B. gewisse Cyanophyceen und höher organisierte Xerophyten, sondern eines ständigen minimalen Wassergehaltes der umgebenden Luft zu bedürfen scheinen und 2., weil diese wurzellosen Organismen von der Feuchtigkeit des Untergrundes gar nicht unbedingt abhängig sind. Sie decken nämlich ihren Wasserbedarf nur aus den periodischen atmosphärischen Niederschlägen und werden in der Zwischenzeit durch den in der Luft enthaltenen Wasserdampf vor vollständiger Austrocknung bewahrt. Nur dann, wenn sie durch allzugroße Trockenheit und Erwärmung der Luft von oben her bedroht sind, gewinnt der Untergrund für sie entscheidende Bedeutung, indem durch Verdunstung des in ihm enthaltenen Wassers von unten her Feuchtigkeit und Abkühlung beschafft wird.

Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, für derartige Pflanzen eine besondere „atmosphytische“²⁾ Vegetationsform anzunehmen. Um den vielfachen Abstufungen, welche im Wasserbedarfe der einzelnen Formen bestehen, wenigstens annäherungsweise gerecht zu werden, können wir drei Unterabteilungen³⁾ annehmen, nämlich die oligo-, meso- und polyatmosphytische Vegetationsform.

Oligoatmophyten nennen wir demnach jene rhizoidfreien Bestandteile der grünen Luftalgen, welche — auf einer an sich fast vollständig trockenen Unterlage lebend — nur eines beständigen

¹⁾ SCHRÖDER, G. (Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Unters. d. Bot. Institut. Tübingen 1888 p. 23—26) glaubt nach 4—5 monatlicher Austrocknung über Schwefelsäure an „*Pleurococcus vulgaris*“ und „*Cystococcus humicola*“ noch lebende Zellen gesehen zu haben. Abgesehen davon, daß aus der Arbeit nicht zu ersehen ist, um welche Organismen es sich tatsächlich handelte, ist auch nicht deutlich genug angegeben, in welcher Weise der Autor sich von ihrer Lebensfähigkeit überzeugt hat. Verf. dieses hat dagegen gefunden, daß in der freien Natur auch die oligoatmophytischen Grünalgen keine unbegrenzte Austrocknungsfähigkeit besitzen, indem ihre Bestände nach monatelanger außergewöhnlicher Trockenheit bis auf einzelne besonders geschützte Exemplare zugrunde gegangen waren. Ein solcher Schutz kann durch Überwucherung von seiten anderer Organismen gewährt oder auch durch Hineinwachsen in Spalten der Unterlage erzielt werden. Ob jedoch die ständig „endolithisch“ lebende kleine kugelige Grünalge, welche DIELS (Die Algenvegetation der Südtiroler Dolomitriffe. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1914 p. 516) entdeckt hat, in Beziehung zu unserer Gruppe steht, läßt sich zurzeit nicht sagen.

²⁾ [ὁ ἀτμός der Dampf, der Dunst] Anm. d. Herausg.

³⁾ Wir erinnern uns hier der poly-, meso- und oligonitrophilen Organismen BEIJERINCK's und der Poly-, Meso- und Oligosaprobien von KOLKWITZ und MARSSON (Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers. In: Mitteil. d. königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung, Berlin 1902, Heft 1 p. 46).

minimalen Wassergehaltes der Luft und einer gelegentlichen Befechtung durch Meteorwasser bedürfen, auch zeitweilig direkte Besonnung und mäßige Austrocknung ertragen, während sie durch längere Immersion und durch allzugroßen Lichtmangel geschädigt werden. Diese Formen leben meist auf stark geneigten bis senkrechten Flächen und scheinen sich autophytisch zu ernähren, da sie mit gelösten organischen Zersetzungsprodukten höchstens in rasch vorübergehender Weise in Berührung kommen ¹⁾).

Polyatmophyten sind solche Arten, welche eines immer merklich feuchten Untergrundes sowie eines ständigen Schutzes gegen Insolation bedürfen und gegen Immersion weniger empfindlich sind. Derartige Algen pflegen nicht weit über den Boden aufzusteigen und bevorzugen minder geneigte bis horizontale Flächen, so daß das Meteorwasser samt den in ihm gelösten Zersetzungsprodukten längere Zeit auf sie einwirken kann. Dem entsprechend scheinen sie auch zu einer mehr oder weniger saprophytischen Lebensweise befähigt zu sein.

Mesoatmophyten sind dann jene Formen, welche in biologischem Sinne zwischen den zwei vorgenannten Typen die Mitte halten.

Berücksichtigung der ökologischen Verhältnisse erleichtert wohl das Auffinden einer gewünschten Art; bei deren Bestimmung dürfen sie aber nicht allzuhoch eingeschätzt werden. Die Luftalgen treten nämlich nicht selten unter Verhältnissen auf, welche nach den sonstigen Erfahrungen für sie ganz ungeeignet ²⁾ erscheinen; ebenso finden wir Bestände zweier als biologisch different bekannter Formen oft nicht nur hart aneinander grenzend, sondern auch durcheinander gemischt.

Die Erklärung dieser scheinbar paradoxen Fälle ergibt sich einerseits aus der durch die Jahreszeiten und den verschiedenen Witterungscharakter aufeinander folgender Jahre resultierenden fortwährenden

¹⁾ BEIJERINCK, M. W. (Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. in: Zentralbl. f. Bakteriol. usw. 1898 p. 786) glaubt sogar anfängliche Mißerfolge bei der Kultur von *Pleurococcus* (welchem?) auf die Gegenwart löslicher organischer Stoffe in den Kulturböden zurückführen zu müssen.

²⁾ So findet man bisweilen Exemplare oder Gruppen von Luftalgen in Gewässern, in welche sie zufällig hineingeraten sind. Als Beispiel einer auf außergewöhnlicher trockener Unterlage erfolgten Entwicklung sah ich einst im Ammergebirge die noch ziemlich frische Ölfarbe einer Wegmarke vollständig von *Trentepohlia aurea* überzogen. [*Trentepohlia aurea* bevorzugt, wie ich mich wiederholt überzeugte, gerade solche mit Ölfarbe ausgeführte Wegmarkierungen als Besiedelungsstellen.] (Anm. des Herausgebers).

Veränderung der äußeren Bedingungen, andererseits aus der häufig so zähen Widerstandsfähigkeit ungünstigen Einflüssen gegenüber. Infolge dieser Ausdauer gehen benachteiligte Formen nicht sofort zugrunde, sondern das Vordringen anderer, den neuen Verhältnissen besser angepaßter Arten vollzieht sich so langsam, daß vorübergehend ein Stadium gleichmäßiger Vermischung zustande kommen kann.

Das Auftreten für die Lokalität neuer Formen läßt sich durchaus nicht immer durch seitliche Ausbreitung benachbarter Lager erklären, sondern diese Formen treten oft so sprunghaft auf, daß wir noch andere Ursachen suchen müssen. Für solche Fälle von Verbreitung der kleinen Algen wird seit EHRENBURG¹⁾ mit Vorliebe der Wind verantwortlich gemacht. Diese Verbreitungsweise scheint aber nur für einige wenige Grünalgen plausibel und zwar für die Flechtensymbionten²⁾ *Chlorococcum sociabile* nob. und vielleicht auch *Desmococcus vulg.* nob. Bei den meisten anderen Arten dürfte sie, wie ich schon früher in bezug auf *Trentepohlia*³⁾ dargelegt habe, höchstens eine ausnahmsweise und zufällige Rolle spielen. Diese Organismen sind alle relativ schwer und ihre Vermehrungszellen haben abgerundete Formen mit glatter Oberfläche, so daß sie den Luftströmungen keine Angriffspunkte bieten; auch besitzen sie in lebenskräftigem Zustande eine etwas klebrige Beschaffenheit. Von den üppigsten grünen Anflügen ließen sich bei meinen Versuchen nur solche Zellen wegblasen, welche ein graues Aussehen hatten und bereits abgestorben zu sein schienen.

Dagegen ist nicht nur das Regenwasser geeignet, Thallusfragmente und besonders Zoosporen und Aplanosporen von höheren Stellen herabzuschwemmen oder auch durch Aufspritzen zu übertragen, sondern die zahlreichen Tiere, welche an Baumstämmen, Felsen und Mauern verkehren, erscheinen wohl befähigt, den Transport dieser kleinen Gebilde nach allen Richtungen hin zu betätigen. Zu Zeiten, in welcher deren Klebrigkeit durch Benetzung mit Tau oder

¹⁾ PUSCHKEREW (Arch. f. Protistenk. Bd. 28 1913 p. 323) vertritt die Ansicht, daß EHRENBURG durch fehlerhafte Methoden zu dieser Ansicht gekommen sei.

²⁾ Die Flechten blättern bei lange anhaltender Trockenheit — ähnlich wie epilithische Cyanophyceen — öfters von der Unterlage ab und können dann als leichte Blättchen vom Winde entführt werden. Auf den höchsten Berggraten habe ich schon derartige Stücke im bitter schmeckenden Schmelzwasser von Schneeresten gefunden. Da nun fast alle Hochgebirgsflechten nach C. SCHRÖTER (l. c. p. 562) *Cystococcus humicola* (recte: *Chlorococcum sociabile* nob.) als Symbionten besitzen, kann jedenfalls diese Art auf solche Weise weithin verbreitet werden.

³⁾ BRAND, F.: Über die Stiel- und Trichtersporangien der Algengattung *Trentepohlia*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1910 p. 88—89.

Regenwasser erhöht ist, müssen solche Tiere, welche mit scharfen Krallen klettern, wie Katzen, Marder, Eichhörnchen, Haselmäuse, Spechte, Meisen, Eidechsen und wohl auch größere Insekten solche Keime mit einer gewissen Notwendigkeit verschleppen¹⁾. Vielleicht sind auch Schnecken, welche bei anhaltend nassem Wetter an Baumstämmen usw. in die Höhe zu steigen pflegen, in ähnlichem Sinne tätig, und bei vorläufiger Untersuchung ohne Deckglas sah ich selbst ein Rädertierchen Algenzellen im Präparate herumschleppen.

Die luftbewohnenden Kryptogamen können nicht nur unter sich, sondern auch mit Wasseralgen vermengt werden. Wasser-rinnen, Sicker- und Spritzwassergebiete, Pfützen usw. trocknen gelegentlich aus, und ihre naturgemäßen Bewohner erscheinen dann eine zeitlang als grüne Anflüge, ähnlich wie die Luftalgen²⁾. Währenddessen siedeln sich oft Luftalgen an, und diese können dann nach Wiederkehr des Wassers noch eine zeitlang neben den neubelebten Wasseralgen vegetieren.

Nebstdem werden Wasseralgen bisweilen in ähnlicher Weise verschleppt, wie die Luftalgen. Auch an solchen Orten, welche

1) Solche Verschleppungen geschehen ausnahmsweise sogar absichtlich. Als ich einst eine Amsel verjagte, welche eine Freikultur von *Nostoc commune* schon teilweise aufgefressen hatte, nahm sie ein ansehnliches Thallusstück mit auf die Reise.

2) Hierzu brauchen die Wasseralgen nicht immer in abweichend gestaltete Dauerzustände überzugehen, sondern manche von ihnen können längere Trockenheit in vegetativem Zustande überstehen, wie KLEBS (Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, p. 374) speziell für *Conferva minor* festgestellt hat. [Es ist dies aber nur ein extremer Fall des so häufigen Verhaltens, daß ausgesprochen hydrophile Algen durch Abnahme des Wasserstandes „an der Luft“, aber doch auf völlig feuchtem Boden als ganz durchfeuchtete Rasen, Watten, Häute weiter vegetieren. Von zahlreichen Schizophyceen abgesehen, beobachten wir dies besonders häufig bei Conjugaten (Spirogyren, Zygnemen, Mougeotien, die in diesem Zustande häufig stärkere Schleimabsonderung zeigen, mitunter dabei auch conjugieren), *Oedogonium* plur. sp., *Conferva* (*Tribonema*) *bombycina* und nächsten Verwandten, *Microspora* plur. sp., besonders bei *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Cladophora fracta* und *crispata* u. a.]*). Besonders angepaßt ist *Zygogonium ericetorum*, für das schon DE BARY 1858 (Conjugaten p. 80) Übergänge zwischen der Wasser- und Landform angibt. [Hier ist es gerade die recht abweichende Landform, die nie conjugiert.]*). Ein solches Verhalten ist aber von einer atmophytischen Lebensweise weit verschieden. Tatsachen, welche für die Existenz von „amphibischen“ Chlorophyceen sprächen, d. h. solcher, die besondere Wasser- und Landformen bilden, oder solcher, welche ihren ganzen Entwicklungsgang sowohl an der Luft als im Wasser vollenden können, sind mir aber nicht bekannt [*Dactylococcus*? *Rhizoclonium*?]*).

*) Einschaltungen des Herausgebers (z. T. für einige Auslassungszeichen des Verf.) in eckigen Klammern [— —].

niemals mit terrestrischem Wasser in Berührung gekommen sein konnten, habe ich bei andauerndem Regenwetter schon mehrmals lebende Fäden hydrophiler Conjugaten und Fragmente von *Stigeoclonium* sp. gefunden; ferner an einer senkrechten Nagelfluhwand des Isartales Cysten von *Euglena* spec. und schließlich auf der Seitenfläche eines für gewöhnlich trockenen Tuffblocks sogar einen kleinen aber wohl erhaltenen *Batrachospermum*-Thallus. Zur Zeit dieses Fundes und schon längere Zeit vorher hatte ich überhaupt keine Wasseralgen eingesammelt, so daß das *Batrachospermum* nicht durch einen Zufall in meine Aufsammlung geraten sein, sondern nur aus der Gesellschaft der Felsalgen stammen konnte. Die Alge ist jedenfalls aus einer benachbarten Quelle, in welcher sie damals reichlich vegetierte, durch irgendein Lebewesen auf das zu jener Zeit andauernd regenfeuchte Gestein übertragen worden.

Beobachtung des reichen Tierlebens, welches sich mit Tagesanbruch an Gewässern entfaltet, zeigt, daß mancherlei Geschöpfe zwischen Wasser und Land verkehren. Wildenten, Eisvögel, Wasserratten, Frösche, Ringelnattern²⁾, und selbst größere Insekten³⁾ dürften so gelegentlich Fragmente oder Keimzellen von Wasseralgen auf das Land überführen.

Nebst der Tätigkeit der Tiere kann auch Übertragung durch Menschenhand in Frage kommen. In Straßen, welche regelmäßig mit Leitungswasser besprengt werden, findet man z. B. am Grunde der Mauern unter aërophytischen Formen öfters auch Spuren von *Stigeoclonium*, *Conferva*, Conjugaten, Flagellaten u. a. Wasseralgen.

Die aufs Trockene geratenen Hydrophyten nehmen mit der Zeit ein kränkliches Aussehen an. Schlechter Zustand einer auf dem Lande gefundenen Ansiedelung genügt jedoch für sich allein noch nicht, um sie als hydrophytisch zu verdächtigen. Durch den häufigen

¹⁾ Der Zoologe GUERNE (Compt. rend. hebdomadaire de la Soc. de Biol. T. 5 Sér. 8, Paris 1888) hat festgestellt, daß Wasservögel oft an ihren Füßen nebst Protozoencysten auch Spuren niederer Algen tragen, und mehrere Botaniker, wie WILLE, BOERGENSEN und BORGE haben die Zugvögel als Vermittler der Algenwanderung anerkannt.

²⁾ *Tropidonotus natrix* besteigt, wie Verf. dieses sich selbst überzeugen konnte, bisweilen sogar niedere Baumäste.

³⁾ MIGULA, W. (Die Verbreitungsweise der Algen. in: Biol. Zentralbl. Bd. 8 1889) fand die meisten Exemplare von 6 Wasserkäferarten mit 1—3 Algenarten behaftet. Da diese Tiere des Nachts von Wasser zu Wasser fliegen, geraten sie öfters auch aufs Trockene; ihre Larven suchen zur Verpuppung sogar regelmäßig das Land auf. Auch die Larven der großen Libellenarten kommen wohl in Betracht, da sie zur Metamorphose am Ufer hinaufzuklettern pflegen, wo ich denn ihre abgestreiften Häute schon in 1—2 m Höhe gefunden habe.

und oft sehr schroffen Wechsel der Außenverhältnisse ist den Luftalgen ein schwerer Kampf ums Dasein auferlegt, und man findet deshalb auch in rein atmophytischen Beständen nicht selten viel abgestorbenes oder in Aussehen und Struktur erheblich verändertes Material.

Aus einer Zusammenfassung aller in Vorstehendem erörterten Verhältnisse erklärt es sich, daß man wohl bisweilen reine¹⁾ Präparate erhalten kann, aber kaum jemals einen Anflug findet, welcher durchaus nur eine einzige Art enthielte. Auch scheinbar reinen Beständen sind vielmehr fast immer differente Arten, wenn auch nur in vereinzelter²⁾ Exemplaren beigemischt.

Im allgemeinen kann man sagen, daß reichlich entwickelte Auflagerungen homogener zu sein pflegen, als ärmliche, dünne Anflüge. In letzterem Falle scheint aber der Wohnort keinem der Pioniere zu behagen, so daß mehrere Formen nebeneinander ein kümmerliches Dasein führen³⁾, während im ersteren Falle die gegebenen Lebensbedingungen einer oder zweien der angesiedelten Arten gestattet haben, sich auf Kosten der für diese Verhältnisse weniger geeigneten Konkurrenten zu vermehren. Einen solchen Kampf haben die Algen nicht nur unter sich, sondern auch mit fremdartigen Angrenzern auszufechten. So konnte ich z. B. wiederholt beobachten, daß *Pleurococcus vulgaris* MENECH. im Laufe einiger Jahre von benachbarten Moosbeständen vollständig verdrängt worden war.

Der biologische Charakter der verschiedenen Arten läßt sich natürlich nicht an Einzelfällen entscheiden, sondern kann nur durch oft wiederholte vergleichende Untersuchung einer großen Anzahl von Anflügen und fortgesetzte Beobachtung ihrer Wohnorte festgestellt

¹⁾ Absolut reine Bestände kommen im Freien überhaupt nicht vor. In folgendem sollen solche Lager als rein bzw. halbrein bezeichnet werden, in welchen keine oder keine erhebliche Beimischung von anderen Grünalgen nachzuweisen ist. Aber auch in diesem beschränkten Sinne können wir die Koexistenz fremder Elemente niemals mit voller Sicherheit ausschließen. Es finden sich nämlich unter allen Umständen einzelne abweichende Zellexemplare, von welchen nicht festzustellen ist, ob sie individuelle Abnormitäten oder Repräsentanten einer anderen Art darstellen.

²⁾ Durch die Präparation werden die Zellen natürlich noch mehr zerstreut als in der Natur, wo die Arten immer wenigstens kleine Gruppen bilden dürften.

³⁾ In analoger Weise verhalten sich gewisse Cyanophyceen, indem, wie ich schon an anderer Stelle [Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina*, 1900, Botan. Centralbl. Bd. 83] mitgeteilt habe, die angewitterte Oberfläche unseres an sich weißen Algenkalkes einen blaugrauen Farbenton annimmt, welcher durch eine Mischung von spärlicher *Gloeocapsa alpina* mit mangelhaft entwickelten Spuren verschiedener anderer Blaualgen entsteht.

werden, indem sich nur auf diese Weise ergibt, unter welchen Verhältnissen eine Art am besten gedeiht und ausdauert. Auf diesem Wege hat sich nun gezeigt, daß die grünen Algenanflüge nicht immer auf „feuchten“ Mauern usw. sitzen, sondern daß die Hauptmasse der in folgendem zu besprechenden Algen vielmehr auf Unterlagen vegetiert, welche den größten Teil des Jahres hindurch ganz oder nahezu trocken sind.

Bezüglich der Anzahl der hier in Frage kommenden Algenarten ist zu bemerken, daß zwei oligoatmophytischen Formen eine größere Anzahl von Meso- und Polyatmophyten gegenüber steht. Hieraus, sowie aus dem Umstande, daß die Verbreitung dieser Organismen sich leichter von oben nach unten, als in umgekehrter Richtung betätigt, sowie daß die oligo- und mesoatmophytischen Formen sich auch unter polyatmophytischen Bedingungen längere Zeit hindurch erhalten können, erklärt sich die Tatsache, daß an höher gelegenen, vorwiegend trockenen Wohnorten die relativ homogensten Lager vorkommen, während ihre Zusammensetzung gegen den Boden zu mannigfaltiger zu werden pflegt.

II. Die protopleurococcoiden Algen.

Unter vorstehender Bezeichnung fasse ich folgende fünf luftlebende Arten zusammen: *Chlorococcum murorum* GREV., *Chl. sociabile* n. sp. *Desmococcus vulgaris* (NÄG.) n. gen. et n. comb, *Apatococcus vulgaris* n. gen. et spec. und *Pleurococcus vulgaris* MENECH.

Da diese teils in engerem, teils in weiterem Sinne einzelligen oder auch mehrzelligen Arten vier Gattungen und drei verschiedenen Familien angehören, können sie natürlich keine systematische Gruppe bilden, sondern es soll durch ihre Zusammenstellung nur auf gewisse Beziehungen hingewiesen werden, in welchen sie infolge einer gewissen Ähnlichkeit der äußeren Erscheinung und Lebensweise, sowie insbesondere aus historischen Gründen zueinander stehen. Sie repräsentieren nämlich die Hauptmenge jener Organismen, welche je nach ihrem zeitweiligen Zustande ursprünglich teils als *Protococcus*, teils als *Pleurococcus* bezeichnet worden sind. Einige weitere Grünalgen, von welchen das wegen ihres versteckten Lebens oder seltenen Vorkommens nicht so sicher anzunehmen ist, sollen erst im elften Abschnitte als gelegentliche „Begleiter“ oder Angrenzer der Protopleurococcoiden besprochen werden. [Siehe Vorwort. Anm. d. Herausg.]

In der Form stimmen sie alle soweit überein, daß sie entweder immer rundliche bis ovale Einzelzellen darstellen, oder doch zu Zeiten in solche zerfallen, daß sie normalerweise niemals eine erhebliche

Gallerthülle besitzen und vorzugsweise befähigt sind, größere und ausdauernde, annäherungsweise reine Lager zu bilden.

In bezug auf die Lebensbedürfnisse dieser durchaus typisch atmophytischen Algen bestehen zwischen den einzelnen Formen nur graduelle Unterschiede, so daß ihre speziellen Gebiete nicht nur unmittelbar aneinander stoßen, sondern auch in einander greifen und so unter Umständen einen zusammenhängenden biologischen Verein¹⁾ bilden können, wenn dieser Fall auch tatsächlich nur selten eintritt. Auf diesem Gesamtbetriebe beherrscht *Apatococcus vulgaris* als die dem Luftleben am vollständigsten angepaßte oligoatmophytische Form die oberste Zone, hierauf folgt das gleichfalls noch als oligoatmophytisch zu erachtende *Chlorococcum sociabile*, während sich nach unten die mesoatmophytischen Arten *Chlorococcum murorum* GREV. und *Desmococcus vulg. nob.* mit einem in dieser Reihenfolge zunehmenden Feuchtigkeitsbedürfnisse anschließen und der polyatmophytische *Pleurococcus vulgaris* sich nicht weit über den Boden zu erheben pflegt.

Soweit meine Beobachtungen reichen, finden sich die häufigsten und am besten entwickelten Anflüge von protopleurococcoiden Algen in gut bewässerten und mit zerstreutem²⁾ Baumwuchse versehenen Gegenden, besonders in Fluß- und Bachtälern sowie in der Umgebung von Seen und Sümpfen³⁾ der Ebene und des Hügellandes, wobei

¹⁾ WARMING, E. (Dansk Plantevaext 1906 p. 134—135) bezeichnet einen Bestandteil der dänischen Strandvegetation, welcher nebst einem nicht näher beschriebenen „*Pleurococcus*“ auch *Spirulina* und *Enteromorpha* enthält, als *Pleurococcus*-Assoziation. Dieser submarine Verein steht zu unserer Gruppe natürlich in keiner Beziehung. Dagegen dürften in der *Chlorina*-Facies von F. A. SCHADE (Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der sächsischen Schweiz. in: ENGLER's Bot. Jahrb. 1913 p. 135), welche unter anderem *Chlorococcum sociabile* zu enthalten scheint, und noch wahrscheinlicher im *Pleurococcetum* von B. SCHORLER (Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. in: Abh. d. naturwiss. Ges. Isis 1914 Heft 1), welches als grüner staubartiger Anflug auch einen *Pleurococcus* einschließt, einige Mitglieder unserer Gruppe enthalten sein, und zwar gleichviel, ob dem Verf. der echte *Pl. vulgaris* oder eine homonyme Form vorgelegen ist.

²⁾ In geschlossenen Wäldern herrschen, insoweit nicht größere Lücken des Laubdaches an einzelnen Stellen mehr Licht durchlassen, andere Organismen vor: besonders Moose, Lebermoose und Flechten.

³⁾ Auch die Nähe von Wasserstürzen ist schon als günstiges Moment angegeben worden. Zu dieser an sich richtigen Angabe ist aber einschränkend zu bemerken, daß sie nur für eine gewisse Entfernung zutrifft. Im Bereiche des sinnfälligen Wasserstaubes habe ich noch keine grünen Luftalgen gefunden, ja nicht einmal Flechten, sondern nebst Wasserformen und gewissen Cyanophyceen nur Moose und Lebermoose.

Pleurococcus vulg. MENEGH. montane und subalpine Gebiete vorzuziehen scheint. Bisweilen genügt schon die Nähe eines laufenden Brunnens, um einzelne Arten zur Ansiedelung einzuladen.

Die dünne und lebhaft bewegte Luft der Hochgebirge scheint unserer Gruppe aber weniger zu behagen, denn makroskopisch erkennbare Lager ihrer Formen finden sich mit erheblicher Zunahme der Meereshöhe immer seltener. Von beiläufig 700 m an aufwärts bestehen die an Bäumen, Felsen usw. mit freiem Auge bemerkbaren grünen Flecken fast ausschließlich aus kleinen Moosen, Lebermoosen oder Flechten. *Apatococcus vulg.* scheint die angegebene Höhe überhaupt nicht zu überschreiten; meso- und polyatmosphylische Formen steigen aber, teils vereinzelt unter anderen Organismen, seltener als kleine freie Bestände an besonders gut geschützten Stellen auch in höhere Regionen auf. So habe ich z. B. *Desmococcus vulg.* zwischen Trümmergestein des Hochbogens (bayr. Wald) in einer Meereshöhe von 900 m und *Pleurococcus vulg.* MENEGH. in einem Felswinkel des Wendelsteinkamins sogar bei 1800 m Höhe aufgefunden. *Chlorococcum sociabile* dagegen erreicht, zwar nicht in selbständigen Lagern, aber als Symbiont von Flechten oder als Bestandteil von Sorèdien regelmäßig die höchsten Bergregionen.

Bezüglich der Unterlage sind diese Algen nicht sehr wählerisch. Auf dem Erboden finden sich nur ausnahmsweise Spuren von ihnen, dagegen können sie sowohl auf Rinde, Holzwerk, Knochen und andere organischen Substanzen wie auch auf Gestein wachsen, eine Art sogar auf Eisen. Es ist jedoch zu bemerken, daß niemals blanke, sondern nur etwas rauhe und angewitterte, eventuell verrostete oder auch mit altem Farbanstriche versehene Flächen besiedelt werden.

Die Beobachtung von REINSCH¹⁾, welcher im mittleren Franken abfärbende grüne Anflüge nur auf Dolomit gefunden hat, niemals aber auf Jurakalk, dürfte sich mehr aus der physikalischen als aus der chemischen Beschaffenheit dieser Minerale erklären. In analoger Weise werden nämlich in allen Gegenden rauhe Ziegelsteine, Sandsteine, Dolomit und Nagelfluhfelsen leichter besiedelt als die glatten Oberflächen des Alpenkalkes.

Sodann ist auch die Porosität der Gesteine zu berücksichtigen. Man darf nicht jeden harten mineralischen Untergrund für absolut trocken halten; am wenigsten dann, wenn er eine stark geneigte

¹⁾ REINSCH, P.: Algenflora des mittleren Teiles von Franken. Nürnberg 1867, p. 55.

bis senkrechte Fläche darstellt welche, wie Felswände, Terrassen- und Stützmauern, einen feuchten Hintergrund besitzt. Solche Flächen pflegen immer mehr oder weniger „bergfeucht“¹⁾ zu sein, wenn sie auch trockenes Aussehen haben und sind dadurch wenigstens vor allzugroßer Erwärmung bewahrt.

Schließlich kommt noch der Umstand in Betracht, daß gute Wärmeleiter, wie Granit und insbesondere Eisen gelegentlich der nächtlichen Wärmestrahlung sowie unter dem Einflusse feuchtwarmer Luftströmungen den ansitzenden Algen kondensierten Wasserdampf zuführen können.

Auf allen Unterlagen entfalten die Protopleurococcoiden ihre lebhafteste Vegetationstätigkeit bei kühlem bis mäßig kaltem, etwas feuchten und namentlich bei nebligem Wetter, während sie bei sehr lange andauernder Wärme und Trockenheit, auch wenn diese zeitweise von Regengüssen unterbrochen wird, ebenso zurückgehen, wie bei endlosem Regenwetter.

Betreffs der geographischen Verbreitung der Protopleurococcoiden beruhen meine persönlichen Beobachtungen auf lebendem Material²⁾ aus Südtirol, dem Schwarzwald, den bayerischen Alpen nebst Vorbergen und der vorliegenden Hochebene, dem Donautale, bayerischen Walde und Fichtelgebirge, sowie aus Süd-Schweden. In allen diesen Gebieten scheint sich unsere Gruppe in der Hauptsache übereinstimmend zu verhalten.

Weniger zuverlässigen Aufschluß gibt die Literatur, weil die Autoren ihre Formen in der Regel nicht beschrieben haben, so daß man sich über deren Natur kein eigenes Urteil bilden kann. Immerhin können wir annehmen, daß die Angabe „*Pleurococcus vulgaris*“ unsere Gruppen signalisiert. Diese Angabe findet sich nun in floristischen

¹⁾ SCHADE, F. A. (Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der sächsischen Schweiz. in: ENGLER's Jahrb. f. Pflanzengesch. Bd. 48, 1913, p. 182) hat gefunden, daß der Elbesandstein an beschatteten Felswänden bis zu 12 Proz. Wasser enthalten kann, und an besonnten und gegen Regen geschützten Stellen gewöhnlich noch 0,20—0,40 Proz. Daß auch andere mineralische Stoffe imbibitionsfähiger sind als man erwarten möchte, zeigte sich an harten Schamotteplättchen, welche ich zu Kulturzwecken einige Zeit in Wasser gelegt hatte, indem diese nach äußerlicher Abtrocknung dem ursprünglichen Zustande gegenüber eine Gewichtszunahme von 18 Proz. aufwiesen.

²⁾ Das zumeist vom Verf. selbst eingesammelte Material wurde in dankenswerter Weise durch gütige Einsendungen von den Herren Dr. O. BORGE in Stockholm und Dr. W. PFAFF in Bozen ergänzt.

Zusammenstellungen aus vielen Gegenden mit gemäßigtem und kälterem Klima, ja selbst aus dem Polarkreise ¹⁾).

Andererseits ist die südlichste Gegend, in welcher bisher solche Algen sicher festgestellt sind, das Alpenvorland bei Turin, wo MENEGHINI seinen *Pleurococcus vulgaris* entdeckt hat. Aus wärmeren Zonen liegen nur unsichere ²⁾ Angaben vor, oder es wird sogar das Fehlen ³⁾ pleurococcusähnlicher Luftalgen ausdrücklich festgestellt.

Aus alledem scheint hervorzugehen, daß der echte *Pleurococcus* und Genossen nicht — der geläufigen Annahme entsprechend — Ubiquisten sind, sondern daß sie in Übereinstimmung mit ihrem oben angedeuteten biologischen Verhalten, nur den gemäßigten und kalten Zonen angehören.

Ähnlich dürften die Verhältnisse auch für jene weiteren grünen Luftalgen liegen, welche oben als Gesellschafter der Protopleurococcoiden genannt wurden. Diese sind meist polyatmophytischer Natur, leben mit Vorliebe in der Nähe des Bodens, steigen aber an bergfeuchten Felsen und Mauern auch weiter empor.

¹⁾ Vgl. BORGE, O.: Süßwasseralgen aus Franz-Josephs-Land, 1899 p. 759; derselbe: Süßwasseralgen Spitzbergens, Kristiania 1911 Videnskapselskapets Skrifter p. 24; ferner: BÖRGESSEN, F.: Freshwater-Algae from the Danmark Expedition to Nord-East Greenland 1910 Meddeleser om Groenland XLIII p. 88. In letzterem Falle saß eine *Pleurococcus*-ähnliche Alge auf Knochen, während CARLSON (Süßwasseralgen aus der Antarktis usw. Stockholm in: Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903 Bd. 4, Lieferung 14, 1913 p. 48) von einem „*Pleurococcus vulgaris*“ berichtet, welcher auf der Nelson- und einer Falklands-Insel auf Schnee bzw. in Tropfwasser gefunden wurde.

²⁾ So erwähnt z. B. K. BOHLIN (Algen der ersten Regnell'schen Expedition. in: Bihang til K. Svenska Vet. Acad. Handlingar 1897 p. 12) eines in Paraguay „in foliis Myrsines umbellatae“ gefundenen „*Pleurococcus vulgaris*“. Unsere Protopleurococcoiden wachsen wohl gelegentlich auf Nadeln, aber niemals in oder auf Blättern. Ferner führt G. S. WEST (West Indian Freshwater-Algae, Journ. of Bot. 1904 p. 287) den aerophilen „*Pleurococcus vulgaris*“ ohne nähere ökologische Angabe unter westindischen Wasseralgen an, sodann eine *Pl. Kützingii* benannte neue Species, welche durch ihr Zusammenleben mit einer *Lyngbya* ebenfalls von unseren Formen abweicht.

³⁾ FRITSCH, F. E. (A general consideration of the subaërial and fresh-water algae flora of Ceylon. in: Proceedings of the Royal Soc. Bot. Vol. 79 1907 p. 203) überzeugte sich, daß in Ceylon grüne Luftalgen fast ganz fehlen und durch Cyanophyceen ersetzt sind; an anderer Stelle (The subaërial and fresh-water algal flora of the Tropics. Ann. of Bot. Vol. 21 No. 82 1907) berichtet der Autor an der Hand der Literatur, daß auch in anderen Tropengegenden grüne Luftalgen selten vorkämen, und daß z. B. nach LEMMERMANN auf den Sandwich-Inseln noch kein *Pleurococcus* gefunden worden ist, und macht zugleich darauf aufmerksam, daß auch die in feuchten Warmhäusern auftretende Luftalgenvegetation fast ausschließlich aus Cyanophyceen bestehe.

Während es im allgemeinen nicht allzu schwierig ist, ausgebildete Zustände chlorophyllgrüner Begleiter unter sich und von den Bestandteilen unserer Gruppe zu unterscheiden, war das in bezug auf deren coccoide Vermehrungszellen sowie auf die einzelnen Arten der Protopleurococcoiden bisher geradezu unmöglich. Die Einzelzellen, welche hier in Frage kommen, sowie auch junge Familien und Thallome sind einander oft an Größe und Form so ähnlich, daß sie nach äußeren Merkmalen kaum zu unterscheiden sind. Zugleich besitzen sie, wie später des näheren ausgeführt werden soll, eine so ausgesprochene Veränderlichkeit des ohnehin oft schwer definierbaren Inhalts, daß die bisher in der Literatur niedergelegten kurzen Beschreibungen und spärlichen Abbildungen in der Regel um so weniger zur Wiedererkennung der von den Autoren gesehenen Algen genügen, als vielfach ein durch Eintrocknung oder Kultur verändertes Material benützt worden ist. Ein solches Material hat aber nicht nur bei den Algen überhaupt schon mancherlei Irrungen veranlaßt, sondern ist speziell für die Beurteilung der kleinen Grünalgen vollständig ungeeignet. Jedenfalls ist zum Zwecke grundlegender Untersuchungen hier sofortige Bearbeitung frisch eingesammelter Exemplare erforderlich.

Unter diesen Umständen konnte das vom Verf. dieses bei jeder neuen einschlägigen Publikation anderer Autoren wieder aufgenommene vergleichende Studium der Literatur nicht zum Ziele führen. Auch die schon vor Jahren begonnenen selbständigen Untersuchungen ergaben lange Zeit hindurch kein befriedigendes Resultat, so daß sie schließlich als aussichtslos zurückgestellt wurden. Als aber bei Gelegenheit meine Beschäftigung mit *Porphyridium cruentum*¹⁾ die von anderer Seite vermuteten Beziehungen dieser Alge zu gewissen einzelligen Schizophyceen zu prüfen waren, fanden sich doch einige Anhaltspunkte, welche zur Wiederaufnahme der abgebrochenen Arbeit ermutigten und zu der Hoffnung berechtigten, daß es möglich sein werde, vermittels anderer, bisher noch nicht angewendeter Methoden die in den grünen Anflügen vorhandenen Algenarten voneinander zu unterscheiden und in unverkennbarer Weise darzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde zuerst im Laufe mehrerer Jahre eine planmäßige Naturbeobachtung durchgeführt. Schon dieses

¹⁾ BRAND, F.: Über das Chromatophor usw. der Blutalge, und: Weitere Bemerkungen über *Porphyridium cruentum*. in: Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908 p. 413f. und 540f. Ferner BRAND, F.: Über die Beurteilung des Zellbaues kleiner Algen mit besonderem Hinweis auf *Porphyridium cruentum* NAEG. Ibid. 1917 p. 454f.

Verfahren könnte man in Anwendung auf unsere Algen als neu bezeichnen, weil die Beobachtung ihres freien Lebens bisher zugunsten sog. Reinkulturen und anderer Laboratoriumsexperimente betrüblich vernachlässigt worden war.

Ganz außerhalb der von früheren Algologen gebahnten Wege liegt aber ein anderes Verfahren, welches schließlich zu einer festen Abgrenzung verschiedener Formen geführt hat, nämlich die **Lebend-Schnellfärbung**.

Von diesen Methoden soll in den zwei nächsten Abschnitten die Rede sein. Das 5. u. 6. Kapitel werden dann eine Übersicht über äußere Gestaltung und inneren Bau der Protopleurococcoiden und ihrer chlorophyllgrünen Begleiter geben. Die weiteren Abschnitte sind der Geschichte und Beschreibung der Gattungen und Arten gewidmet.

III. Beobachtung in Natur und Kultur.

Daß die Pflanzen sich im regelmäßigen Laufe ihres Entwicklungsganges sowie auch unter dem Einflusse äußerer Verhältnisse verändern können, liegt bei den größeren Formen so offen zutage, daß man hierüber niemals im Zweifel war. Ganz anders gestaltet sich die Frage aber bei den mikroskopischen Organismen, deren verborgenes Leben nur schwer zu kontrollieren ist.

Manche Botaniker hielten deshalb speziell unsere kleinen Grünalgen für nahezu stereotyp unveränderlich und glaubten, sie mit wenigen Worten charakterisieren zu können, während andere Autoren in das entgegengesetzte Extrem verfielen und als „Polymorphisten“ alles in alles übergehen ließen.

Das nächstliegende Verfahren zur Entscheidung dieses Widerstreits der Meinungen dürfte nun jenes sein, welches bei den makroskopischen Pflanzen Aufklärung gebracht hat, nämlich die fortgesetzte direkte Naturbeobachtung. Diese erfordert allerdings hier einen unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit und Mühe und ist wohl deshalb bisher noch nicht konsequent durchgeführt worden.

Bei Beschreitung dieses Weges handelt es sich in erster Linie darum, gut entwickelte und möglichst reine Bestände aufzufinden. Zu diesem Zwecke führte ich ständig einen Satz sehr kleiner etikettierter Gläschen bei mir, um von jedem Anfluge, an welchem der Weg zufällig vorbeiführte, eine Probe abnehmen und mit Zeit und Ort der Aufsammlung bezeichnen zu können. Auf diese Weise ergab sich ohne übermäßigen Zeitverlust nicht nur ein vorläufiger Überblick über alle Luftformen, sondern es konnten auch die zur

dauernden Beobachtung geeigneten Bestände ausgewählt werden. An letzteren wurde je eine Stelle markiert, um genau von demselben Punkt zu allen Jahreszeiten mikroskopische Proben entnehmen zu können. Diese wurden immer möglichst bald untersucht, um sie in vollständig intaktem Zustande kennen zu lernen.

Da die Luftalgen fester an ihren Wohnort gebunden sind als die Wasseralgen, und auch ihre Vermehrungszellen nicht so leicht zerstreut werden, ergab die fortgesetzte Kontrolle mancherlei Aufschlüsse. Sie zeigte nicht nur die äußeren Modifikationen, welche der ganze Bestand erlitt, sondern auch die Veränderungen, welche im Inhalte der einzelnen Zellen stattfanden, und eventuell die Bildung von Sporen oder Aplanosporen.

Ein weiteres Ergebnis dieser Naturbeobachtungen bestand in Feststellung der Tatsache, daß gewisse Entwicklungszustände an einzelnen Beständen auch in jahrelanger Beobachtung nicht zu finden waren, während sie an anderen Beständen derselben Alge eintraten. Am auffälligsten zeigte sich solches an *Pleurococcus vulg.* MENEGH., indem diese Art große und etwas verzweigte Thallome nur auf vegetabilischer Unterlage zur Ausbildung brachte, während sie auf Gestein kaum über das coccoide Stadium hinauskam. [Hier findet sich im Manuskripte mit Bleistift die Randbemerkung beige-fügt: „Auf einen derartigen Bestand hat PETERSEN seinen *Pleuroc. „calcaricus“* begründet“. (BOYE-PETERSEN I. 1915, Studier over Danske aerofile Alger. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter J. R. Afd. XII. 7.) Zusatz des Herausgebers.]

Zur Prüfung der Zusammengehörigkeit der verschiedenen Elemente, welche sich in einem Lager finden, ist bei den mehrzelligen, sowie auch bei den mit Wandteilung ausgestatteten, in weiterem Sinne einzelligen Formen der Umstand sehr hilfreich, daß die typischen Veränderungen nicht immer an allen Teilen einer Familie oder eines Thalloms gleichzeitig auftreten. Man findet infolgedessen meist verschiedene Entwicklungsstufen oder Zustände in organischem Zusammenhange, so daß dann über die Zusammengehörigkeit dieser Modifikationen kein Zweifel aufkommen kann.

Bei den streng einzelligen Algen war man aber bisher auf den lückenlosen Nachweis aller Übergangsformen angewiesen. Resultate, welche nur auf diesem Wege gewonnen wurden, lassen jedoch immer, eine Nachprüfung durch Farbstoffe und Reagentien wünschenswert erscheinen. Aber auch mit Hilfe der letzteren gelang es nicht immer die Bedeutung aller in einem Bestande vorhandenen Elemente sofort festzustellen. Gewisse zweifelhafte Formen wurden dann vorläufig

in Beschreibung und Bild festgelegt, um geduldig die Auffindung eines anderen Lagers abzuwarten, in welchem sie in so großer Anzahl vorhanden waren, daß sich entscheiden ließ, ob und welcher anderen Art sie angehörten.

Statt frischer Aufsammlungen muß man unter Umständen, wenn z. B. der Fundort sehr entlegen ist, auch eine kurze Zeit hindurch kultiviertes Material verwenden. Innerhalb einiger Tage sind keine wesentlichen Änderungen zu befürchten, wenn samt der natürlichen Unterlage eingesetzte Algen vor Besonnung, Erwärmung und vollständiger Austrocknung geschützt und nicht vollständig von der äußeren Luft abgeschlossen werden.

Dagegen ist es eine bekannte, aber nicht immer nach Gebühr gewürdigte Tatsache, daß bei längerer Dauer der Kultur immer pathologische Veränderungen oder monströse Deformierungen zu befürchten sind ¹⁾. Speziellere diesbezügliche Angaben sollen bei Besprechung des Zellbaues folgen; hier möge nur eine allgemeine Bemerkung am Platze sein.

MIGULA ²⁾ sagt: „Werden die Algen im Zimmer kultiviert, so zeigt sich nach wenig Wochen, daß sie, obwohl gesund und lebensfähig, doch ein verändertes Aussehen haben, als an dem ursprünglichen Standorte im Freien“. Woher wissen wir nun, daß eine Kultur trotz ihres veränderten Aussehens tatsächlich gesund ist? Gleichsam als Beweis für den tadellosen Zustand finden wir öfters die Angabe, daß die Kultur „ein schön grünes Aussehen“ gehabt habe. Es ist deshalb ein Umstand hervorzuheben, welcher zwar gelegentlich schon angedeutet, aber noch nicht allgemein beachtet wurde. Trotz des schön grünen, scheinbar normalen makroskopischen Aussehens enthüllt das Mikroskop nämlich nicht selten eine ganz ungeahnte, erhebliche Deformierung des Zellinhalts.

In anderen Fällen zeigen sich zwar keine so auffallenden Veränderungen; aber bei einem Versuche mit der im nächsten Abschnitte zu besprechenden Lebend-Schnellfärbung stellt sich heraus, daß das Protoplasma vieler Zellen seine normale Widerstandsfähigkeit gegen

¹⁾ Hiermit soll nicht gesagt sein, daß solche Schädigungen immer in einer bestimmten Frist eintreten müssen, denn bisweilen hält sich die eine oder andere Art sogar in vernachlässigten Kulturen ziemlich lange ohne auffallende Veränderung; man kann sich aber niemals sicher darauf verlassen. Ferner sind nicht alle „Kulturveränderungen“ eigentlich spezifische Erscheinungen, sondern es können solche, allerdings mehr vereinzelt, auch an freilebenden Algen auftreten.

²⁾ MIGULA, W.: Über den Einfluß sehr verdünnter Säurelösungen auf Algenzellen. Breslau 1888, p. 1.

gelöste Farbstoffe verloren hat, und daß somit auch solche Kulturen nicht gesund sind. Da dieses Verfahren aber bisher nicht gebräuchlich war, dürfte die Annahme voller Gesundheit in der Regel nur auf Vermutung beruht haben. Es lag deshalb die Gefahr nahe, daß gewisse pathologische oder monströse Veränderungen für typische Kennzeichen einer neuen Art oder „Rasse“ gehalten werden konnten.

Im übrigen hat sich aus meinen Kulturversuchen ergeben, daß die grünen Luftalgen im allgemeinen schwerer zu kultivieren sind, als die Wasseralgen. Ihre Lebensbedürfnisse scheinen noch komplizierter zu sein, als jene der letzteren, jedenfalls sind sie noch weniger bekannt. Man sieht oft, daß bei gleicher Behandlung, ja sogar in demselben Apparate nicht nur verschiedene Arten unserer Gruppe, sondern sogar verschiedene Proben derselben Art sich ganz verschieden verhalten, ohne daß es bisher gelungen wäre, den Grund hierfür zu finden.

Unter diesen Umständen bin ich nicht in der Lage, eines der vielfachen Kulturverfahren, welche ich schon versucht habe, besonders empfehlen zu können. Ich kann nur sagen, daß ich immer bestrebt war, den natürlichen Verhältnissen nach Möglichkeit Rechnung zu tragen und auch womöglich die ursprüngliche Unterlage zu benützen. Als Ersatz für schwer ablösbaren mineralischen Untergrund wurden auch Schamotteplättchen verwendet. Die vielfach empfohlene Agargallerte hat sich mir weder mit noch ohne Zusatz von Nährsalzen bewährt.

Zur zeitweiligen Befeuchtung wurde, nachdem sich künstliche Nährlösungen nicht bewährt hatten, nur abgekochtes reines Wasser oder — insbesondere bei polyatmophytischen Formen — ein schwaches Dekokt der Unterlage verwendet; die sonst üblichen künstlichen sog. Nährlösungen¹⁾ schienen schon deshalb entbehrlich, weil die Luftalgen an ihren natürlichen Wohnorten in der Regel nur mit Meteorwasser und in einzelnen Formen nur vorübergehend mit sehr

¹⁾ Nährlösungen sichern auch die Wasseralgen nicht gegen Deformierung. Schon der Begründer der Ernährungsmethode (FAMINTZIN, A.: Die anorganischen Sätze als ausgezeichnetes Hilfsmittel usw. in: Bull. de l'Acad. des sc. Petersburg 1872 T. 73, Taf. I Fig. 29, 30 u. 31) sah z. B. aus normalen cylindrischen Zellen einer schmalen *Conferva* jene großen rundlichen Gebilde entstehen, welche später auch GAY (Recherches etc. 1891, Taf. V Fig. 39—41) in der Kultur erhalten hat. Auch an *Chlorococcum infusionum* erzielte FAMINTZIN (l. c. Taf. II Fig. 69 u. 71) auf demselben Wege mißgestaltete Zellen. Obwohl diese Arbeit nicht das geringste systematisch verwendbare Resultat gezeitigt hatte, fühlen sich doch seither fast alle Beobachter unbekannter kleiner Algen verpflichtet, ihr Material mit allerlei Chemikalien zu „ernähren“ oder gelegentlich zu vergiften.

schwachen Lösungen fester Stoffe in Berührung kommen. Die Regulierung der Temperatur und die Zufuhr reiner Luft¹⁾ stoßen aber in den Verhältnissen einer großstädtischen Privatwohnung auf erhebliche Schwierigkeiten.

Auch in einem aufs vollständigste eingerichteten Laboratorium ist wohl nicht darauf zu rechnen, daß es so schnell gelingen werde, aus gewissen Differenzen im Kulturverhalten der Atmosphäyten — wie KLEBS²⁾ im allgemeinen hofft — „neue Charaktere zur Beschreibung der Spezies zu erhalten“. Keinesfalls darf man erwarten, daß es immer möglich sei, in den unter allen Umständen etwas einseitigen Bedingungen einer Hauskultur den ganzen Formenkreis einer Art zur Entwicklung zu bringen, da, wie oben festgestellt, sogar in der freien Natur gewisse Stadien nicht immer auftreten.

Für ganz verfehlt sind aber die Bestrebungen jener Autoren zu erachten, welche die Natur und systematische Stellung der in einem Gemische niederer Grünalgen enthaltenen Formen durch Hauskultur feststellen wollen. Durch ein Experimentieren mit beliebig gewechselt und dabei notwendigerweise öfters naturwidrigen äußeren Bedingungen werden die morphologischen und cytologischen Verhältnisse so zweifellos plastischer Organismen, als welche wir diese Algen anerkennen müssen, voraussichtlich nicht aufgeklärt, sondern eher noch weiter verdunkelt³⁾. Nicht einmal über die Frage, ob Hydrophyten oder Atmosphäyten vorliegen, ist auf diese Weise sichere Auskunft zu erhalten, weil auch erstere in Wasserkulturen oft degenerieren und andererseits Atmosphäyten in

¹⁾ Der Einfluß beschleunigten Luftwechsels scheint bei den Algen noch nicht geprüft worden zu sein. Da aber die Bewegung des Mediums bei gewissen Wasser-algen eine so wichtige Rolle spielt, kommt sie möglicherweise auch bei Atmosphäyten in Frage.

²⁾ KLEBS, G.: Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, p. 180.

³⁾ Hierbei kommt die Nomenklatur allerdings nicht zu kurz. So führt z. B. GERNECK (Beihefte d. Bot. Zentralbl. 1907, mit Taf. XI u. XII) ein größtenteils aus „Involutionsformen“ (d. i. erkrankten oder abgestorbenen Zellen oder auch leeren Zellhäuten) bestehende Zusammenstellung vor, aus welcher eine ganze Reihe von neuen Arten und selbst Gattungen abgeleitet wird. An die Bemerkungen, welche A. PASCHER (Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen. in: Bibliotheka botanica 1907, p. 68—69) über diese Arbeit macht, möchte ich nur den Wunsch anschließen, daß künftighin nur solche systematische Neuschöpfungen in der Literatur fortgeführt werden sollten, für deren tatsächliche Existenz die in dem zitierten Falle vollständig fehlende Zuverlässigkeit der angewendeten Methode sowie algologische Korrektheit der betreffenden Publikation eine gewisse Garantie bieten.

flüssigen Medien — insbesondere bei niederer Temperatur — sehr lange, und in jenen Exemplaren, welche aus irgendeinem Grunde obenauf schwimmen, nahezu unbegrenzt ausdauern können.

Nur für einzelne Zwecke empfiehlt sich ein Wechsel zwischen Luft- und Wasserkultur, so insbesondere zur eventuellen Erzielung von Schwärmern an schon bekannten Formen. Auf Anlaß verschiedener Literaturangaben habe ich die Protopleurococcoiden auch deshalb in Wasser kultiviert, um nachzuprüfen, ob sie in submersen Zustände zu Fadenalgen auswachsen könnten. Die hierbei erzielten Resultate werden im speziellen Teile zur Sprache kommen. Hier möge nur bemerkt sein, daß sich die in einigen solcher Kulturen erschienenen, ausgesprochen fadenförmigen Algen, als eingeschleppte bekannte Hydrophyten erwiesen haben. Solche Fälle erinnern uns an die schon im ersten Abschnitte dargestellte vielfache Vermischung der extremsten Formen, welche die Gewinnung reinen Saatmaterials so sehr erschwert, daß sie für sich allein die Zuverlässigkeit der Kulturresultate ebenso sehr gefährdet wie die oben erwähnten künstlich erzeugten Veränderungen. Es ist mir öfters vorgekommen, daß scheinbar reine Kulturen nach einiger Zeit ganz andere Algen enthielten als ursprünglich eingesetzt worden waren. So war z. B. in einem Falle der früher vorhandene *Apatococcus vulgaris* nob. nach 5 Wochen feuchter Luftkultur vollständig durch ein vorher nicht bemerktes *Chlorococcum murorum* ersetzt und zwar ohne Veränderung des makroskopischen Aussehens. Eine andere Luftkultur von *Apatococcus vulg.*, in welcher durch sorgfältige Untersuchung ursprünglich nur eine unerhebliche Beimischung von *Chlorococcum sociabile* festgestellt worden war, hatte nach mehreren Monaten ein besonders frisches Aussehen. Das Mikroskop zeigte aber, daß von den ursprünglichen Algen nur noch degenerierte Reste vorhanden waren, während die Hauptmasse der Kultur nunmehr aus *Stichococcus bacillaris* bestand¹⁾.

Solchen Übelständen könnte nur eine korrekte Reinkultur abhelfen, und ich hätte noch vor einigen Jahren meine Ausführungen mit diesem Schlagworte beginnen müssen, um den Leserkreis von vorneherein zu gewinnen. Da man aber neuerdings nicht mehr so durchaus vertrauensselig ist und selbst der beredteste Anwalt der sog. Reinkultur Wasser in seinen Wein getan hat und in einer

¹⁾ Um den Beginn derartiger Unterschleibungen zu erkennen, ist eine in kurzen Zwischenräumen fortgesetzt zu wiederholende Kontrolle der Kulturen erforderlich. Auch empfiehlt es sich, nur solchen Kulturresultaten zu vertrauen, welche wiederholt in gleicher Weise erzielt worden sind.

neueren Veröffentlichung¹⁾ von „*culture relativement pure*“ spricht, darf ich vielleicht einige häretische Glossen wagen, wenigstens in bezug auf die Protopleurococcoiden.

Bei den Algen dieser Gruppe sind solche Methoden, welche durch Aufschwemmung oder Aufstäubung mit nachfolgender Abimpfung eingeleitet werden, durchaus nicht anwendbar, wenn sie auch bei Bakterien, Flagellaten, Cyanophyceen und Diatomeen schon gute Dienste geleistet haben sollen. Die einzelnen Elemente unserer Gruppe sind an Größe oft sehr verschieden und neigen stark zur Verklebung, so daß sie schwer zu sondern sind, und man hat immer mit der Möglichkeit zu rechnen, daß bei der Abimpfung an größeren Zellen sehr kleine Keime einer anderen Art haften bleiben. Deshalb ist den mit solchen Methoden an Protopleurococcoiden erzielten Resultaten keine Beweiskraft beizulegen.

Hiermit kommen für uns nur jene Methoden von KLEBS, BREFELD, LINDNER, v. SCHOUTEN u. A. in Betracht, welche darauf abzielen, die Kultur mit einer einzelnen Zelle zu beginnen. Wenn wir nun auch bei jedem Forscher die hierzu erforderliche Geschicklichkeit und Achtsamkeit voraussetzen wollen, so steht doch auch diesen Methoden der Umstand entgegen, daß das Wachstum der Protopleurococcoiden — von Ausnahmefällen abgesehen — in der Kultur so langsam abläuft, daß die Aussaaten meist absterben oder verloren gehen, bevor sie entscheidende Resultate gezeitigt haben.

Nachdem ich diese Erfahrung öfters gemacht hatte, entschloß ich mich, für spezielle Zwecke kleine Zellgruppen im Hängetropfen zu kultivieren. Das übliche Verfahren wurde in der Weise abgeändert, daß der Tropfen möglichst flach gestaltet und dann soweit zur Eintrocknung gebracht wurde, daß die Algen am Deckglase klebten, während ihre andere Seite der Luft ausgesetzt blieb. Als Medium diente ein Decoct der Unterlage. Die mit Papperahmen hergestellte Kultur erhielt dann unter Glasglocke eine zweite Versicherung gegen vollständiges Eintrocknen. Vorher waren die Zellen in ihrer gegenseitigen Lage gezeichnet worden, um sie dann alle zwei Tage vergleichen und eintretende Veränderungen wiederum im

¹⁾ CHODAT, M.: Etude etc. sur le polymorphisme. 1909. Figurenerklärung zu Taf. II. In dieser Arbeit finden wir auch (p. 36) das algologische Instrumentarium durch das Schnurrhaar einer Katze bereichert. Auch dieses subtile Instrument dürfte Berücksichtigung aller oben erwähnten Verhältnisse und streng kritische Prüfung der Kulturresultate nicht überflüssig machen; anderenfalls könnten auch fernerhin die verschiedensten Irrtümer unter der Flagge der „Reinkultur“ in das wissenschaftliche Gebiet eingeschmuggelt werden.

Bilde festlegen zu können. Auf diese Weise konnte jeder einzelne Bestandteil fortgesetzt unter Beobachtung gehalten und z. B. die Umwandlung von *Chlorococcum*-Zwillingen in Tetraeder, ferner die Zugehörigkeit der freien Aplanosporangien von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. zu dieser Art, sowie deren Schwanken zwischen Sporenbildung und vegetativer Ausgestaltung festgestellt werden. Aber auch im Hängetropfen ist es nicht gelungen, die Algen längere Zeit hindurch in guter Verfassung zu erhalten.

IV. Prüfung durch Farbstoffe und Reagentien.

Da es sich in folgendem nur darum handelt, bestimmte Kennzeichen für die Unterscheidung der einzelnen Algenformen zu erhalten, können wir die Frage, ob im speziellen Falle eine wirkliche Färbung oder nur eine Imbibitions- bzw. Adsorptionerscheinung vorliege, wohl beiseite lassen und werden eine Färbung immer als gegeben annehmen, sobald sich eine allgemeine oder partielle Veränderung des ursprünglichen Kolorits bemerklich macht.

Ebensowenig brauchen wir für unsere Zwecke zu untersuchen, ob im Zellsafte auftretende gefärbte Punkte usw. präformierte Körper darstellen, ob sie erst durch die Tinktion aus dem Plasma ausgestoßen werden oder nur chemische Fällungsprodukte sind, denn es genügt die Tatsache ihrer für bestimmte Arten charakteristischen Erscheinungsweise.

Die meisten künstlichen Tinktionen pflanzlicher Objekte, welche bisher zu wissenschaftlichen Zwecken vorgenommen wurden, hatten lebloses Material zum Gegenstande, so daß man in erster Linie an solches zu denken pflegt, wenn von Färbung die Rede ist. Dieser Prozedur, welche in erster Linie der Untersuchung des Zellinhaltes diene, pflegt man bekanntlich bei cytologischen Untersuchungen eine das Leben der Zelle zerstörende chemische Behandlung, die Härtung, vorauszuschicken, um das Chlorophyll zu entfärben und dann die Färbungswerte auf gewisse Zellbestandteile zu beschränken. Letzteres Verfahren hat sich aber bei unseren kleinen Luftalgen weniger bewährt und zwar in erster Linie deshalb, weil sich oft verschiedene, an Form und Größe sehr nahe übereinstimmende Arten im Leben durch kleine Differenzen der Farbe und Struktur unterscheiden, welche durch die Härtung verloren gehen. Nebst dem wird durch die hierzu üblichen Reagentien der Zellinhalt der Protopleurococcoiden in der Regel mehr oder weniger körnig, und die Tinktion ergibt dann keine klaren Bilder.

In bezug auf Färbung der lebenden Zelle bestand vor PFEFFER¹⁾ die Annahme, daß das Zellplasma allen Farbstoffen den Eintritt durchaus verwehre. Der genannte Autor zeigte aber, daß dieser Widerstand kein absoluter sei, sondern daß sehr schwache Lösungen gewisser weniger giftiger Anilinfarbstoffe in die lebende Zelle eindringen können, ohne sie wesentlich zu schädigen. Die Farbe bemächtigt sich hierbei aber nicht des ganzen Zellinhaltes, sondern nur gewisser Bestandteile desselben.

Bei Tinktion chlorophyllgrüner²⁾ Zellen „speichert“ sich die Farbe nur im Zellsafte, mehr oder weniger im Plasma oder in gewissen präformierten Körpern, während eine sichere Färbung lebender Chlorophore und Zellkerne³⁾ von PFEFFER niemals beobachtet wurde. Für unsere Zwecke hat sich aber auch dieses Verfahren nicht bewährt, da mit ihm keine charakteristisch differenten Bilder erzielt wurden. Brauchbare und teilweise überraschende Resultate ergab erst jene andere Tinktionsweise, welche im folgenden besprochen werden soll.

Die Lebend-Schnellfärbung wurde von Verf. dieses ursprünglich auf Cyanophyceen⁴⁾ und erst später auf Chlorophyceen angewendet. Von PFEFFER's Speicherfärbung, welche 0,0001 bis höchstens 0,001 proz. Lösungen benutzt, unterscheidet sie sich nicht nur durch Verwendung unverhältnismäßig stärkerer (mindestens 0,5 proz.) Farblösungen sondern insbesondere durch das intellektuelle Vorgehen des Beobachters. Während nämlich bei der Speicherfärbung nur das endgültige Resultat längerer Einwirkung des Farbstoffes berücksichtigt wird, erfordert die Lebend-Schnellfärbung eine sofort einsetzende und eine gewisse Zeit lang fortgesetzte Beobachtung des

¹⁾ PFEFFER, W.: Über die Aufnahme von Anilinfarben in die lebende Zelle. Unters. d. Bot. Instit. Tübingen Bd. 2 1888.

²⁾ Die von den Grünalgen in der Struktur erheblich abweichenden Blaualgen verhalten sich bekanntlich der Lebendfärbung gegenüber in anderer Weise, indem sich nach längerer Einwirkung von Methylviolett (kaum 0,01 Proz. ZACCHARIAS) oder Methylenblau (0,01 Proz. PALLA, 0,001 Proz. HEGLER) zunächst ein „Zentralkörper“ tingiert.

³⁾ Spätere Autoren berichten über direkte Färbung lebender Chromatophore, Pyrenoide und Kerne von Wasseralgen durch Gentianaviolett und Methylenblau. Bei meinen mit Luftalgen vorgenommenen Versuchen traten derartige Erscheinungen immer erst nach längerer Einwirkung des Farbstoffes auf, und es folgte dann schnell regellose Durchfärbung der ganzen Zelle. Es schien somit eine Intoxikationserscheinung vorzuliegen.

⁴⁾ BRAND, F.: Morphologische und physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Beihefte z. Bot. Zentralbl. 1903 p. 46 Anm., sowie: Über die sog. Gasvakuolen usw. Hedwigia 1905 p. 12f.

Vorganges, in dem nicht nur die erste Wirkung des Farbstoffes sondern auch die Reihenfolge der weiteren Erscheinungen bis zum Eintritte der Giftwirkung für die Beurteilung entscheidend sind. Diese ununterbrochene Kontrolle sichert gegen manche Irrungen, welche bei ausschließlicher Beachtung des endgültigen Zustandes kaum zu vermeiden wären.

Zusatz von Farblösungen erweist sich bisweilen nützlich vor der eigentlichen Tinktion und zwar durch optische Kontrastwirkung. In Kongorotlösung werden z. B. unsicher begrenzte Chlorophoren sofort deutlicher sichtbar. Geradezu überraschend ändert sich aber oft das mikroskopische Bild mit dem Beginne der eigentlichen Tinktion; es kann sich dann herausstellen, daß scheinbar gleichartige Zellen gegen die Farbe so grundverschieden reagieren, daß sie unmöglich zusammen gehören können. Hierbei kommt sowohl der Zellinhalt als die Membran in Betracht.

Das Verhalten des Zellinhaltes klärt uns zunächst über dessen vitalen Zustand auf. Dringt die Farbe sofort in unregelmäßiger Weise ein und bemächtigt sich insbesondere auch der Chlorophore, dann haben wir abgestorbenes oder hochgradig erkranktes ¹⁾ Material vor uns, welches für unsere Zwecke nicht brauchbar ist. Dieselbe Erscheinung signalisiert auch den Eintritt der Giftwirkung und somit den Abschluß des Experimentes.

An gesunden Zellen treten die ersten Erscheinungen — ebenso wie bei der Speicherfärbung — im Zellsafte und teilweise im farblosen Plasma auf, wenn der gewählte Farbstoff von der Alge überhaupt angenommen wird. Schon durch letztere Einschränkung ergibt sich eine gewisse Differenzierung der Algenformen, weil diese nicht alle für die gleichen Farbstoffe, und im positiven Falle nicht alle in gleichem Maße empfänglich sind.

Weitere Unterschiede ergeben sich aus der Lage und Ausdehnung jener Zellabschnitte, in welchen die Färbung zu Tage tritt, indem zugleich die an kleinen Zellen nicht immer unmittelbar erkennbare Lage, Form und Größe der durch tinktionelle Immunität ausgezeichneten Chlorophore kenntlich wird.

¹⁾ Hierbei ist natürlich vorausgesetzt, daß keine intensiv giftigen Farbstoffe benutzt werden, sondern nur einer der im folgenden erwähnten. Sodann ist zu bemerken, daß zwar sofortige Durchfärbung des ganzen Protoplasmas immer Leben und Gesundheit der Alge ausschließt, daß aber Resistenz gegen Farbstoffe nicht immer das Gegenteil beweist. Es kommt nämlich vor, daß auch lebloses und in einem gewissen Stadium der Zersetzung befindliches Protoplasma der Tinktion widersteht. Deshalb müssen immer auch die morphologischen Verhältnisse berücksichtigt werden.

Diese, sowie die weiterhin zu erwähnenden Erscheinungen sind am besten an solchen Zellen zu beobachten, welche sich in vegetativem Zustande befinden. In Ruhezuständen, die eine Überladung mit Reservestoffen bedingen, sowie während der Teilung sind sie weniger charakteristisch.

Nebst den vorerwähnten existieren noch weitere Modifikationen, indem die Färbung entweder in diffuser Weise auftritt oder in Form von größeren oder kleineren verschiedenartig angeordneten Körnern oder Punkten. Die so entstehenden Bilder haben sich mehrfach als konstant erwiesen und dienen als typische Kennzeichen gewisser Arten, welche sich im übrigen zum Verwechseln ähnlich sind.

PFEFFER hat beobachtet, daß bei seiner Tinktionsmethode „in derselben Pflanze nicht alle Zellen den Farbstoff speichern, ohne daß deshalb die nicht merklich sich färbenden Zellen zur Aufnahme des Farbstoffes untauglich sein müßten.“ Ähnliche individuelle Verschiedenheiten ergeben sich auch bei der Schnellfärbung. In der Regel tritt trotz rascher und sorgfältiger Vermischung die Wirkung der Farbe nicht an allen Zellen derselben Art gleichzeitig zutage. Sehr junge Zellen und insbesondere die werdenden Aplanosporangien von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. reagieren langsamer und weniger intensiv; aber auch manche ausgebildete vegetative Exemplare verhalten sich zunächst ablehnend, färben sich erst nach mehrmals wiederholtem Zusatze der Lösung oder entschließen sich auch nicht eher zu deren Annahme, bis andere empfänglichere Zellen schon der Giftwirkung erlegen und samt ihren Chlorophoren durchgefärbt sind. In solchen Fällen findet man verschiedengradig gefärbte Individuen nebeneinander. Mit jedem neuen Zusatze vermehrt sich die Anzahl der kräftiger tingierten, während in jenen anderen Fällen, in welchen gewisse definitiv resistente Arten beigemischt sind, nicht nur die Zwischenformen schließlich fehlen, sondern auch durch weiteren Zusatz von Farbe die Zahl der tingierten Zellen dann nicht mehr zunimmt.

Hierbei ist ferner zu beachten, daß die Tinktion des Zellinhaltes durch verschiedene chemische Reagentien — bei Brillantblau z. B. schon durch eine Spur von Essigsäure — hintangehalten, bzw. zerstört zu werden pflegt und, daß sie auch an kultiviertem Materiale nicht sicher zu erwarten ist. Auch an frisch eingesammelten Algen können gewisse Färbungsbilder des Zellinhaltes durch vorausgegangene ungünstige Einflüsse, wie z. B. übermäßige Nässe oder Trockenheit, vorübergehend verhindert werden. Die durch extreme Witterungsverhältnisse aufgehobene Reaktionsfähigkeit ist meistens

wiederherzustellen, wenn verregnetes Material einen Tag lang in trockener, allzu trockenes aber in feuchter Luft kultiviert wird. In gewissen Fällen kann auch wiederholte Einsammlung erforderlich sein. Im übrigen war die Feststellung der tinktionellen Inhaltsreaktion nur zur zweifellosen Abgrenzung der Arten als solcher erforderlich und ist jetzt, nachdem der Formenkreis dieser Arten bekannt ist, zur Diagnose von Einzelfällen oft entbehrlich, weil es in der Regel genügt, die morphologischen und cytologischen Verhältnisse mit dem tinktionellen Verhalten der Membran zusammenzuhalten.

Die Tinktion der Membran berührt PFEFFER nur mit kurzen Worten und bezieht sie „zum Teil“ auf eine vorgängige Imprägnation mit mineralischen Stoffen, wie z. B. Calciumcarbonat¹⁾. Eine solche Einlagerung ist nun bei den oligo- bis mesoatmophytischen Formen kaum zu erwarten, da diese mit Lösungen mineralischer Stoffe kaum in Berührung kommen; jedenfalls ist mir keine Beobachtung erinnerlich, welche auf eine derartige Voraussetzung hingewiesen hätte. Allerdings färben sich alte, verdickte Membranen meistens intensiver als solche, welche sich im Jugendzustande befinden. Hier kann aber ebensowohl eine chemische Veränderung zugrunde liegen, wie eine Infiltration. Im übrigen ist bei den Oligo- und Mesoatmophyten das positive oder negative Verhalten der lebenden Membran gegenüber gewissen Farbstoffen sehr konstant und bei Untersuchung von Einzelfällen von noch größerer Bedeutung als jenes des Zellinhaltes.

Eine Ausnahme macht nur der polyatmophytische *Cystococcus humicola*; dieser verhält sich gegen Brillantblau in weniger zuverlässiger Weise, indem er in der Regel und zwar besonders nach längerer Trockenheit für diesen Farbstoff sehr wenig empfänglich ist, während er bei feuchten Wetter oder auf feuchter Unterlage (z. B. im Bereiche eines Saftflusses) sich ziemlich schnell tingieren kann.

Von den im fünften Abschnitte zu besprechenden zwei Schichten der Membran kommt für die Tinktion nur die relativ dicke und ursprünglich ganz farblose Innenschicht in Betracht, weil nur an dieser sowie an den eventuell von ihr ausgehenden Scheidewänden deutliche Färbung auftritt. Im Beginne dieses Vorganges erscheint dann die ganze Zelle mit einem dem applizierten Farbstoffe entsprechenden Tone überzogen und von dem intensiver gefärbten optischen Durchschnitt der Innenschicht umrandet, so daß das Chlorophor wie durch einen farbigen Schleier erscheint. Die Außen-

¹⁾ Für alle Fälle sei hier bemerkt, daß zu vorliegenden Untersuchungen immer mehr oder weniger kalkhaltiges Wasser als Medium benutzt wurde.

schichte macht sich nur als scharfer dunkler Kontur ohne ausgesprochene Farbe bemerklich.

Wenn wir von Tinktion der Membran sprechen, so haben wir, insoweit nicht anderes angegeben ist, immer jene der lebenden Zelle im Auge, und müssen hier einen Umstand hervorheben, dessen Betonung in der bisherigen Literatur zu fehlen scheint. Manchen Farbstoffen gegenüber verhält sich nämlich die Membran nach dem Absterben der Zelle in anderer Weise, als während des Lebens. So sind z. B. die Membranen von lebendem *Pleurococcus vulg.* MENEGH., von *Apatococcus vulg. nob.* und *Trochiscia protococcoides* KÜTZ gegen Kongorot ziemlich resistent, werden aber an leeren Zellen entschieden gefärbt, während an *Pseudendoclonium* die lebende Membran sich mit Brillantblau färbt, an längere Zeit abgestorbenen Zellen aber diesem Farbstoffe widersteht.

Ferner verhalten sich die Membranen solcher Algen, welche spontan abgestorben sind, oft in anderer Weise als jene der durch rasche Trocknung getöteten Herbarexemplare. Es möge deshalb hier bemerkt sein, daß in folgendem unter toten Zellen nur solche verstanden werden, welche im Freien oder in der Kultur abgestorben sind, während das Verhalten der Exsikkate nicht so eingehend geprüft worden ist, um hier berücksichtigt werden zu können.

Unter jenen Formen, deren lebende Membran durch Brillantblau tingiert wird, läßt sich eine weitere Sondierung erzielen und zwar durch Essigsäure. Durch nachträglichen Zusatz eines Tropfens 20 proz. Lösung dieser Säure wird bei den meisten Formen nebst der Färbung des Inhaltes auch jene der Membran vollständig oder größtenteils aufgehoben, falls diese überhaupt beteiligt war. Bei *Pseudendoclonium* aber trotz dieser Tinktion der Essigsäure, indem sie in lebhaftes wein- bis purpurrot umgewandelt wird.

Stark giftig wirkende Farbstoffe, wie z. B. Karbolfuchsin sind natürlich zur Lebend-Schnellfärbung nicht geeignet. Von dem harmloseren Präparaten hat sich nach mancherlei Versuchen das im allgemeinen weniger gebräuchliche Brillantblau (Brillant-kresylblau von Grübler u. Co., Leipzig) in erster Linie als tauglich erwiesen und wurde schließlich allen Untersuchungen zugrunde gelegt. Nebst dem wurden noch andere Farben versucht, wie aus dem folgenden zu ersehen ist.

Bezüglich des technischen Verfahrens ist folgendes zu bemerken. Insoweit nicht anderes angegeben ist, betrug die Stärke der Lösungen bei Kongorot 1 Proz., bei Brillant- und Methylenblau $\frac{1}{2}$ Proz. und bei Neutralrot $\frac{1}{4}$ Proz. Allzustarke Lösungen wirken

in der Regel weder schneller noch besser, führen dagegen leicht zu Fällungen, welche sich auf der Oberfläche der Zellen niederschlagen und auch dann, wenn der Farbstoff nicht aufgenommen wird, eine Tinktion vortäuschen¹⁾ können.

Nachdem eine für mehrere Präparate genügende Menge des zu untersuchenden Algenmaterials in reinem Wasser auf einer Glasplatte ausgebreitet und unter der Lupe von Fremdkörpern gereinigt ist, wird die ganze Masse sorgfältig vermischt und auf mehrere Objektträger verteilt. Von diesen wird einer zurückgestellt, um das zu tingierende Material immer mit seinem ursprünglichen Zustande vergleichen zu können, während die übrigen in verschiedener Weise tinktionell oder chemisch behandelt werden.

Zum Zwecke der Tinktion setzt man dem Präparate einen Tropfen der Farblösung zu und vermischt diesen sofort durch rasches Umrühren, um eine möglichst gleichzeitige und gleichmäßige Wirkung auf alle Bestandteile der Probe zu erzielen. Hierzu habe ich immer einen Glasstab von nur 3 mm Dicke benützt, um Tropfen von annähernd gleichmäßiger Größe zu erhalten.

Meistens macht sich schon nach wenigen Minuten eine Wirkung bemerkbar, wenn nicht, wird der Zusatz in gleicher Weise wiederholt. Zu diesem Zwecke muß immer das Deckglas abgenommen werden; die Lösung darunter einfließen zu lassen, wäre verfehlt, weil dadurch eine ungleichmäßige Berührung mit den verschiedenen Zellen eintreten und ungleichmäßige Färbung erfolgen würde. Aus dem gleichen Grunde ist das Deckglas auch jedesmal von dem anklebenden Materiale zu reinigen.

Auch abgesehen von den oben erwähnten individuellen Differenzen der Empfänglichkeit tritt bei gleicher Menge und Konzentration der Lösung und bei derselben Art die Wirkung nicht immer in gleichem Zeitraum ein. Ganz allgemein ergibt sich eine Verzögerung, wenn das Präparat viel Material enthält, oder wenn ihm viel Detritus, insbesondere von Borke, oder zahlreiche Nekriden oder auch Pilzmyzel beigemischt ist. Solche Fremdkörper nehmen manche Farbstoffe in erster Linie auf und erst nach ihrer Sättigung kommt die Alge zum Genusse. Sodann ist zu beachten, daß die ersten Tinktionserscheinungen bei einer kleinen Pause in der Beobachtung oft zurückgehen, aber durch erneuten Zusatz wieder hervorgerufen werden können.

¹⁾ Ähnliche Täuschungen können auch entstehen, wenn einzelne Zellen durch fremde Gallerte oder durch Zersetzungsprodukte äußerlich verunreinigt sind. Obwohl diese Eventualität im ganzen keine große Rolle spielt, ist es doch gut, sie zu kennen.

Bisweilen genügen einige Minuten, um über alle Bestandteile eines Präparats Aufklärung zu erhalten, indem jetzt weiterer Zusatz von Farbe keine neuen charakteristischen Erscheinungen, sondern nur die Zeichen beginnender Intoxikation auslöst. In der Regel muß man aber in kleinen Zwischenräumen öfters neue Lösung zusetzen, bis dieser Fall eintritt. Bei gewissen weniger empfänglichen Arten kann es sogar vorkommen, daß über eine halbe Stunde ¹⁾ lang öfters wiederholt nachgefärbt werden muß, bis die endgültige Reaktion eintritt. In solchen Fällen empfiehlt es sich, zwischendurch einen Tropfen Wasser zuzusetzen, damit sich das Medium nicht allzusehr konzentriert.

Die Tinktion an und für sich empfänglicher Zellen mißlingt oft, wenn diese in Gallerte eingeschlossen sind. Die bei unserer Gruppe in Frage kommenden Gallertarten verhalten sich nämlich durchschnittlich gegen Farbstoffe ziemlich ablehnend ²⁾. Durch Quetschen des Präparates gelingt es aber immer, einzelne Zellen zu befreien und dem Farbstoffe zugänglich zu machen.

Der Ton der Farbe, in welcher die durch Brillantblau gefärbten Zellbestandteile erscheinen, schwankt zwischen blau und rötlich-violett. Jene Membranen, welche sich durch Essigsäure nachträglich röten, zeigen schon nach der Tinktion eine etwas rötlich-violette Färbung. Bei den anderen Arten sind große Schwankungen zu beobachten, welche teils auf der verschiedenen Intensität der Färbung, teils auf unbekannten Ursachen beruhen.

Die Anwendung von chemischen Reagentien fällt eigentlich über den Rahmen der Schnellfärbung hinaus, weil durch sie die Zellen in der Regel schnell getötet werden, kann aber insofern hier angeschlossen werden, als immer nur ein jedenfalls bei Beginn der Untersuchung lebendes Material geprüft wurde und sich dessen Kolorit hierbei auch meistens veränderte.

Unter den hier verwendeten Stoffen hat sich besonders das Jodjodkali (Jod 0,05 Kal. jod 1,0 Aq. dest. 10,0) sehr nützlich erwiesen, und zwar zum Nachweise der Pyrenoide. Konzentriert beigemischt färbt dieses Reagens den gesamten protoplasmatischen Zellinhalt gelb bis braun. Bei genügender Verdünnung tritt aber nach einigen Minuten das Pyrenoid als ein heller, scharf begrenzter,

¹⁾ Die im speziellen Teile vorkommenden Angaben, daß eine bestimmte Art der Tinktion widerstehe, beruhen immer auf der Voraussetzung eines derartigen Zeitraums. Durch schließliche Giftwirkung kann natürlich alles gefärbt werden.

²⁾ Ein allgemein wirksames Gallertfärbemittel scheint — auch einschließlich des gerbsauren Vesuvins — nicht zu existieren.

bisweilen von einer verschieden breiten dunkelbraunen Zone umgebener und dann gelb gefärbter Körper hervor.

Weniger transparente, mit dichtem Inhalte versehene Zellen müssen nachträglich durch eine schwache Lösung von Chloralhydrat aufgehellt werden. Konzentrierte Lösungen dieses Stoffes sind aber zu vermeiden, weil durch sie die Pyrenoide aufgelöst werden könnten.

Bisweilen, so in gewissen Zuständen von *Pleurococcus vulg.* MENEGH., zeigt Chlorzinkjod, nötigenfalls mit nachträglichem Zusatze von etwas Glycerin, die Pyrenoide besser. Nach meinen Erfahrungen möchte ich keiner Alge das Pyrenoid absprechen, bevor sie nicht mit allen diesen Mitteln erfolglos geprüft worden ist. Auf die Behandlung der Membran mit Jodjodkali und Chlorzinkjod werden wir im fünften Abschnitte sowie im speziellen Teile zurückkommen; es sei hier nur bemerkt, daß letzteres Präparat (Zinc. chlor. 12,5; Kal. jod. 4,0; Jod 0,5; Aq. dest. 4,25) zur sicheren Erzielung eines Effektes immer möglichst unverdünnt angewendet werden muß.

Bezüglich der plasmolysierenden Mittel, welche sich öfters zur Aufklärung des Zellbaus empfehlen, ist mir aufgefallen, daß selbst starke Lösungen von Kalisalpeter auf die Protopleurococcoiden schwächer und unsicherer zu wirken pflegen, als das Glycerin. *Apatococcus vulg.* war durch Kalisalpeter überhaupt nicht zu plasmolysieren.

V. Äußere Erscheinung der Protopleurococcoiden-Lager und mikroskopische Beschaffenheit ihrer Bestandteile.

Eines vergleichenden Überblickes wegen und zur Vermeidung mehrfacher Wiederholungen sollen der Beschreibung der einzelnen Formen in diesem und dem nächsten Abschnitte verschiedene allgemeine Betrachtungen über die morphologischen und cytologischen Verhältnisse der Protopleurococcoiden und der ähnlichen gelegentlichen Begleiter vorausgeschickt werden.

In bezug auf die äußere Erscheinung der Lager ist zunächst an die häufige Beimischung differenter Organismen zu erinnern. Reichliche Beigesellung von Cyanophyceen wird z. B. eine etwas bläulich-grüne Färbung der Anflüge hervorrufen. Relativ reine Bestände chlorophyllgrüner Luftalgen zeigen aber mit den wenigen unten zu erwähnenden Ausnahmen das ganze Jahr über eine Färbung, welche sich zwischen hellgrün, bisweilen etwas gelblichgrün, bis dunkel- oder schwarzgrün bewegen kann. Diese Modifi-

kationen werden in erster Linie durch den Wassergehalt der Lager reguliert, indem Trockenheit eine hellere und Befeuchtung eine dunklere Grünfärbung hervorruft. Dieser Einfluß ist so überwiegend, daß die auf der Eigenfärbung der Zellen beruhenden spezifischen Differenzen dagegen fast ganz zurücktreten.

Bei anhaltender Trockenheit kann ferner die Oberfläche mancher Lager durch Absterben zahlreicher Zellen ein gelbgraues oder graues Aussehen annehmen, und in langen Regenperioden tritt bisweilen chlorotisches Erblassen ein.

Es wäre deshalb nicht nur überflüssig, sondern unter Umständen sogar irreführend, wenn einer dieser wechselnden Zustände in der Diagnose festgelegt würde. Die diesbezüglichen Angaben floristischer Werke rechtfertigen sich nur einigermaßen durch den Umstand, daß solche Arten, welche einer in der Regel feuchten Unterlage angepaßt sind, seltener in die Lage kommen, einen hellen Ton annehmen zu können.

Eine entschiedene Abweichung von der Chlorophyllfarbe kommt nur bei *Chlorococcum sociabile* und *Cystococcus humicola* vor. Die Lager ersterer Alge können, wie im speziellen Teile näher erörtert werden soll, durch Beimischung von Pilzmyzel entschieden zitronengelb erscheinen, und nur jene von *Cystococcus humicola* treten bisweilen in bräunlich- bis rötlichgelber Farbe ¹⁾ auf, wenn ihre Zellen größtenteils in den Ruhezustand übergegangen sind. Als postmortale Erscheinung kann bräunlich-rötlichgelbe Färbung übrigens auch bei anderen Arten, wie z. B. bei *Chlorococcum sociabile*, zutage treten.

Auch die größere oder geringere Dicke der Lager ist von ebenso beschränkter diagnostischer Bedeutung als wie das viel erwähnte Abfärben. Letztere Erscheinung tritt allerdings am häufigsten bei *Apatococcus* auf, fehlt aber auch bei anderen ein-

¹⁾ Verschiedene Angaben über natürliche Rotfärbung von *Pleurococcus* usw. beruhen auf der Haltlosigkeit der bisherigen Nomenklatur. RABENHORST (Flor. europ. alg. III p. 57) sagt z. B. von *Chlorococcum*: „color viridis in rubrum saepe mutatur“. Im speziellen Teil werden wir aber sehen, daß dieser Autor das typische *Chl. murorum* gar nicht kannte. CHODAT's Angabe (Algues vertes p. 281), daß *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. an Mauern oft orange gelbe oder rote Farbe annimmt, beruht auf Beimengung von *Cystococcus*. Von *Pleurococcus miniatus* NAEG. ist zu bemerken, daß diese Alge wegen ihrer ausschließlich wandfreien Teilungsweise nicht zu *Pleurococcus* und als Bewohnerin von Glashäusern jedenfalls nicht zu unserer Gruppe gehört. Auch der nur wenig bekannte, exotische *Pleurococcus pachydermus* LAGERH. (Witte. et Nordst. Algae exsiccatae. 1898 p. 23 u. Nr. 447) gehört nach unserer Auffassung nicht sicher zu *Pleurococcus*, denn er erweist sich auch durch sein Leben auf feuchter Erde als biologisch different.

zelligen Formen nicht vollständig und sagt uns nicht mehr, als daß ein üppig entwickeltes Lager einer derartigen Alge vorliegt. An fadenförmigen Algen oder bei reichlicher Beimischung solcher kann Abfärben aber ebensowenig eintreten, wie an den nur wenig einzellige Elemente enthaltenden und deshalb mehr krustenförmigen, als pulverigen Beständen von *Pleurococcus vulg.* MENEGH.

Entscheidend für die Beurteilung der Anflüge ist lediglich der mikroskopische Befund ihrer Bestandteile. Um uns in dem zu Anfang dieser Arbeit angedeuteten Vielerlei zurecht zu finden, müssen wir mit Untersuchung der einzelnen Zellen beginnen und zunächst alle hier in Frage kommenden Verhältnisse überblicken.

Die Membranen der grünen Luftalgen sind im allgemeinen etwas weniger transparent und deshalb der Untersuchung des Inhalts weniger günstig, wie jene der Wasseralgen. Sie scheinen überall aus einer Mischung von Zellulose und Pektinstoffen zu bestehen und werden deshalb durch Chlorzinkjod mehr oder weniger violett gefärbt. Das Verhältnis dieser Mischung variiert jedoch nicht nur je nach der Art, sondern auch je nach dem Alter der Individuen und, wie es scheint, auch nach den Außenverhältnissen, so daß es wenig charakteristisch ist; nur bei älteren Zellen von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. besteht immer der später zu erwähnende diesbezügliche Unterschied zwischen Innen- und Außenschicht.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß auch Jodjodkali in gewissen Fällen eine schwach rötliche bis violette Färbung hervorruft (bei den verdickten Membranen des Ruhestandes von *Pleurococcus vulg.* und an leeren Zellhäuten von *Cystococcus humicola*, *C. silvaticus* und *Chlorococcum sociabile*)¹⁾.

Eine Neigung zu erheblicher Verdickung der Membran ist während des vegetativen Lebens der Protopleurococcoiden nicht zu beobachten, wenn sich auch alle Zellhäute mit Zunahme des Alters mehr oder weniger verstärken. Nur bei *Apatococcus* tritt eine solche Erscheinung auf absolut trockener Unterlage, insbesondere auf Eisen, ausnahmsweise ein und zwar oft nur einseitig.

In Ruhezuständen dieser Algen, welche übrigens nur bei *Chlorococcum sociabile*, *Cystococcus humicola* und *Pleurococcus vulgaris* eine

¹⁾ Blau- oder Violettgefärbung durch Jodlösung ist schon als charakteristisch für „Lichenin“ angegeben worden (vgl. z. B. WIESNER, J.: Die Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1881). Nach CIENKOWSKY (Über Palmellenzustand usw. in: Bot. Zeitschr. 1876 p. 23) nimmt auch die Gallerte dieses Zustandes von *Stigeoclonium* durch Jodtinktur eine schwarzblaue Färbung an.

merkliche Veränderung des Zellinhaltes bedingen, ist die Verdickung der Membran etwas beträchtlicher.

Bei den Genossen der Protopleurococcoiden erreichen die Zellhäute von *Cystococcus silvaticus*, *Phacoccus*, *Trochiscia protococcoides* und in geringerem Maße von *Pseudendoclonium*¹⁾ mit einer gewissen Regelmäßigkeit eine erhebliche Stärke.

Auffällige und ständige Umhüllung mit Gallerte fehlt den Protopleurococcoiden vollständig und ist unter ihren chlorophyllgrünen Begleitern nur der Gattung *Gloeocystis* eigentümlich. Es ist jedoch zu beachten, daß man gelegentlich auch einzelne Zellen oder Zellgruppen aller anderen Arten in fremde Gallerte²⁾ eingehüllt findet.

Als pathologische Kulturerscheinung wurde an Zellen von *Cystococcus humicola* mehrmals ein Hof von durchsichtigem Schleime beobachtet; häufiger noch, und zwar auch an freilebenden Beständen, eine hyaline Aufquellung der Membran von Zellen und Brutfamilien, welche sich im Dauerzustande befanden. Letztere nahmen dadurch ein Aussehen an, welches an unregelmäßig gebaute *Pleurococcus*-Thallome erinnerte. Im übrigen wird die Erscheinung eines hellen Hofes (*limbus*, welchen ältere Autoren ihren „Chlorococcaceen“ zuschreiben) nicht immer durch Gallerte hervorgerufen, sondern beruht ebenso häufig auf plasmolytischer Kontraktion des Zellinhaltes. Dieser Fall kommt als pathologische Erscheinung häufig bei *Cystococcus humicola*, seltener auch bei *Chlorococcum sociabile* zur Ansicht und kann bei flüchtiger Betrachtung täuschen.

Die Oberfläche der Membranen ist bei allen hier behandelten Grünalgen immer glatt, mit einziger Ausnahme von *Trochiscia protococcoides*, welche mit stachelartigen Wärrchen³⁾ besetzt zu sein pflegt.

Der Bau der Membranen scheint sowohl bei den Protopleurococcoiden als bei ihren chlorophyllgrünen Begleitern in der Hauptsache

¹⁾ [Über diese nomina nuda siehe Fig. 2.] Anm. d. Herausg.

²⁾ Als extremes derartiges Beispiel fand ich eine handtellerergroße Gallertmasse auf der Schnittfläche eines alten Fichtenstumpfes ausgebreitet, welche nebst Spuren von *Apatococcus* auch *Trentepohlia* spec., *Mesotaenium* spec., *Cystococcus humicola*, *Stichococcus bacillaris*, *Pseudendoclonium*, *Gloeocystis* spec. und *Nostoc muscorum* einschloß, und somit in der Hauptsache nur von den zwei letztgenannten Arten herkommen konnte.

³⁾ Eine gewisse Ähnlichkeit mit stumpfer oder kurzer Bestachelung wird auch von glatten Membranen bisweilen durch ziemlich gleichmäßige periphere Besetzung mit Kalk- oder Detrituskörnchen, oder auch mit Bakterien erzeugt. Diese Partikelchen sind aber doch nie so ganz regelmäßig verteilt wie die Stacheln und auch meist nicht so durchaus gleich groß, können aber doch, insbesondere an künstlich stark gefärbtem Material, bei oberflächlicher Betrachtung zu Täuschungen führen.

überall der gleiche zu sein, wenn auch die Sachlage an jungen Zellen und sehr kleinen Formen nicht immer leicht zu erkennen ist. An entwickelten Zellen folgt auf eine relativ dicke, helle und ganz farblose Innenschicht eine — wenigstens ursprünglich — sehr dünne und nur als scharfer dunkler Kontur erscheinende Außenschicht. An fadenförmigen, flächenartigen oder körperlichen Thallomen kann letztere Schicht sich später zu einem derben, scheidenartigen allgemeinen Überzuge ausbilden.

Über der Außenschicht ist bei scharfer Einstellung auf den optischen Durchschnitt der Zelle und bei richtiger Beleuchtung noch eine sehr dünne farblose Gallertlamelle zu erkennen. Diese von den bisherigen Autoren¹⁾ noch kaum berücksichtigte Lamelle ist, als überall vorhanden, für die Unterscheidung der Arten allerdings von keiner Bedeutung, scheint aber doch der Erwähnung wert zu sein, weil sie die gelegentliche Verklebung freier Zellen erklärt.

Der Inhalt der Zellen wird in erster Linie durch Beschaffenheit und Lage der Chlorophoren charakterisiert.

Während die Zellen höher organisierter Pflanzen mehrere Chlorophoren zu besitzen pflegen, enthalten die meisten coccoiden Grünalgen typisch nur ein einziges. Zu gewissen Zeiten, nämlich kurz vor der Zellteilung und vor der Sporenbildung, sieht man allerdings bei allen Arten zwei oder mehrere Chlorophyllabschnitte, und es ist zur Feststellung der normalen Anzahl oft längere Beobachtung erforderlich. Auf diesem Wege hat sich nun herausgestellt, daß unter allen streng einzelligen Grünalgen nur die eine Gattung *Phacococcus* nob. [noch nicht publiziert! hätte in Kapitel XI publiziert werden sollen, es fehlen Zeichnungen und Beschreibung. Anm. d. Herausgebers] typisch eine Mehrzahl von Chlorophoren führt.

Junge Zellen, welche die Größe von ca. 4μ noch nicht erreicht haben, besitzen meist einen noch nicht vollständig entwickelten Inhalt, der schwer zu entziffern ist. Daß auch an ausgebildeten Exemplaren die Beschaffenheit der Chlorophoren unter gewissen Umständen unklar²⁾ werden kann, wird sich in folgendem ergeben. In

¹⁾ Diese Gallertlamelle finde ich nur bei NÄGELI (Die neueren Algensysteme. 1849, p. 231) bei *Pleurococcus vulg.* (*Desmococcus vulg.* nob.) erwähnt. An einer anderen Stelle, deren Autor mir nicht mehr erinnerlich ist, wird einer „*Stichococcus*“-Art gelegentliche Ausscheidung eines „Wachs“überzuges zugeschrieben.

²⁾ Auf diesen auch für manche größere Algen geltenden Umstand ist die Tatsache zurückzuführen, daß die Existenz bestimmt geformter Chlorophyllträger zur Studienzeit einer jetzt noch nicht ganz ausgestorbenen Generation von Botanikern unbekannt war. Erst die mit Recht viel zitierte Arbeit von SCHMITZ (Die Chloro-

der Regel findet sich aber doch eine gewisse Anzahl von Zellen, welche den Sachverhalt erkennen lassen und zeigen, daß bei den hier behandelten Algen zwei Haupttypen existieren, nämlich das platten(flächen)förmige und das körperliche Chlorophor. Da in keinem Entwicklungsstadium eine wirkliche Umwandlung eines dieser Typen in die andere zustande kommen kann, erscheint diese Differenz zur Abgrenzung größerer Gruppen vorzüglich geeignet.

Das plattenförmige Chlorophor stellt eine der Innenwand der Membran anliegende, je nach seiner Größe schalen- oder becherförmige bis fast hohlkugelige Platte dar, welche zwar in der Mitte etwas verdickt sein kann, aber im ganzen entschieden flächenförmig ausgebreitet ist. Dieses ist bei den Protopleurococcoiden immer, bei ihren einzelligen Begleitern mit einziger Ausnahme von *Phacococcus*¹⁾, typisch, d. h. an frisch geteilten Zellen nur in der Anzahl vorhanden, wenn auch öfters, insbesondere bei *Apatococcus vulg.* 2—4 Chlorophoren zu sehen sind. Die Teilung der Chlorophoren eilt nämlich hier jener der ganzen Zelle nicht selten so weit voraus, daß sie in den Tochterzellen schon eintritt, bevor noch deren Scheidewände ausgebildet sind. Falls das plattenförmige Chlorophor ein Pyrenoid enthält, erscheint dieses in der Regel mehr oder weniger seitlich gelagert und ist es nur ausnahmsweiser Zufall, wenn die Zelle gerade so liegt, daß es in die Mitte der Zelle zu liegen kommt.

Das körperliche Chlorophor besteht aus einem verschieden gestalteten, aber niemals flachen, sondern immer entschieden dreidimensionalen Körper, welcher beiläufig in der Mitte des Lumens situiert ist und bei unseren Formen immer ein Pyrenoid einschließt. Da letzteres immer in der Mitte des Chlorophors und somit auch jedenfalls nahezu mitten im Zellraume, niemals aber an der äußersten Peripherie, liegt, klärt uns diese Situation sofort über den Charakter des Chlorophors auf.

Bei den grünen Luftalgen war bisher nur jene ringsum mit Vorsprüngen versehene körperliche Form bekannt, welche sich in den *Prasiola*-Arten und in *Pleurococcus vulg.* MENEGH. findet und als „sternförmig“ bezeichnet wird. Dabei ist vollständig übersehen worden, daß noch eine zweite körperliche Chlorophorenform existiert, welche normalerweise nicht im mindesten sternförmig, sondern nahezu kugelförmig und ringsum fast glatt oder nur fein krenuliert ist. Diese Form scheint je nach dem Zustande der betreffenden Zelle

phoren der Algen. Bonn 1882) bahnte durch Darstellung dieser Organe zugleich eine Aufklärung der in der früheren Algensystematik bestehenden Unsicherheit an.

¹⁾ [nomen nudum. Vgl. p. 301] Anm. d. Herausg.

entweder für plattenförmig oder für sternförmig gehalten worden zu sein. Nur so läßt es sich erklären, daß dieses Chlorophor samt der zugehörigen so ungemein verbreiteten Alge (*Chlorococcum sociabile* nob.) noch nicht bekannt ist¹⁾.

Nebstdem kommt noch eine dritte, etwas unregelmäßig gebaute körperliche und öfters „subzentral“ gelagerte Chlorophorenform vor, welche zusammen mit *Chlorococcum murorum* GREV. beschrieben werden soll.

Von der für jede Art des Chlorophors gültigen Regel kommen zahlreiche scheinbare Ausnahmen vor. Schon im normalen Leben der Zelle kann der Charakter des Chlorophors durch die Vorbereitung zur Zellteilung oder durch Überladung mit Reservestoffen verschleiert werden. Sodann machen sich sowohl im freien Leben als insbesondere in Kulturen ungünstige Außenverhältnisse mindestens an einer gewissen Anzahl von Exemplaren bemerklich und verwischen mehr oder weniger jene Unterschiede, welche normalerweise bestehen. So kann sich ein plattenförmiges Chlorophor zusammenballen und den Anschein eines körperlichen Typus erwecken, während andererseits atrophische, ursprünglich zentral gelagerte, körperliche Chlorophore unter Umständen seitlich verschoben werden, was in hydroptischen²⁾ Zellen eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist. Der große rundliche Chlorophyllkörper von *Chlorococcum sociabile* nob. schrumpft bei schlechter Ernährung und bei Plasmolyse zu einem kleineren unregelmäßig zackigen Gebilde zusammen, und die Zelle erinnert dann an gewisse Zustände von *Pleurococcus vulg.* MENGH. oder auch an *Chlorococcum murorum* GREVILLE.

In Kulturen treten bisweilen als Erscheinung der Atrophie lochartige Substanzverluste³⁾ in den Chlorophoren auf oder auch

¹⁾ Nur von Wasseralgen (*Palmophyllum* und *Nephrocystium*) gibt WILLE (Chlorophyceen. in: Die natürl. Pflanzenfam. 1897 p. 54) an, daß ihr Chlorophor fast die ganze Zelle ausfülle und nur an der Seite eine kleine flache Aushöhlung besitze.

²⁾ Zellen, welche durch einen abnormal großen Wassergehalt aufgetrieben sind, habe ich (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1905 p. 70) als „hydropisch“ bezeichnet, weil in der animalen Pathologie eine krankhafte Flüssigkeitsvermehrung, besonders eine solche in Körperhöhlen, „Hydrops“ genannt wird. Der in KÜSTER's pathologischer Pflanzenanatomie gewählte Ausdruck „hyperhydriech“ schien mir nicht nur etwas unhandlich, sondern auch wegen eines mißlichen Anklangs an die Hyperidrosis (das ist übermäßiges Schwitzen) weniger empfehlenswert.

³⁾ Typisch gelochte Chlorophoren habe ich an gesunden atmophytischen Grünalgen noch nicht gesehen. Diesbezügliche Angaben von CHODAT und GERNECK scheinen auf Kulturprodukten zu beruhen.

Zerklüftungen¹⁾, welche zu einem vollständigen Zerfalle führen können, ähnlich jenem, welcher die Mehrzellteilung einleitet.

Die Struktur der Chlorophoren ist bei der Mehrzahl der Arten vollständig oder nahezu homogen, kann aber bei allen unter Umständen körnig werden. BEIJERINCK²⁾ gibt an, daß das Chlorophor von *Cystococcus* und *Stichococcus* bei autophytischer Ernährung durchsichtig und scharf begrenzt, bei saprophytischem Leben aber stark gekörnt sei. Bei frei lebenden Algen unserer Gruppe habe ich Körnung besonders nach andauerndem Regen beobachtet; einmal auch nach Trockenheit und Frost. Es ist demnach für diese Erscheinung nicht ein einzelner bestimmter Grund verantwortlich zu machen, sondern sie kann durch verschiedene ungünstige Momente herbeigeführt werden und findet sich besonders häufig in Kulturen. An Stelle der feinen Körner, oder neben diesen, treten bei allen Arten bisweilen auch größere farblose Kugeln auf, welche der Zelle ein ganz fremdartiges Ansehen verleihen.

In der Literatur öfters erwähnt, aber noch niemals ausführlich besprochen ist der von *Cystococcus humicola* NÄG. her bekannte seitliche Ausschnitt des Chlorophors. Aus dieser Erscheinung scheint bisher immer auf die Existenz eines „Glockenchlorophors“ geschlossen worden zu sein, und sie stellt in der Tat oft die Öffnung einer krug- oder glockenförmig gebogenen Chlorophyllplatte dar. Nun bin ich aber in der Lage, feststellen zu können, daß ein ganz ähnliches Bild auch an körperlichen Chlorophoren entstehen kann, indem an diesen durch einen seitlichen Ausschnitt Raum für den Kern geschaffen wird. Am deutlichsten tritt dieses Verhältnis bei *Chlorococcum sociabile* nob. zutage, während an dem typisch mit lappig-knotiger Oberfläche und so ohnehin mit einspringenden Winkeln versehenem Chlorophyllkörper von *Pleurococcus vulg.* MENEGH. ein besonderer Ausschnitt für den Kern meist nicht bemerkt wird. Nur an den werdenden Aplanosporangien dieser Art fällt oft ein größerer Ausschnitt auf. Im übrigen ist unter allen Umständen der Ausschnitt von wechselnder Größe, bisweilen ziemlich klein und scheint deshalb, sowie insbesondere wegen der verschiedenen Stellung, in welcher die Zellen sich präsentieren, nicht selten ganz zu fehlen.

Die vegetativen Zellen aller hier zu besprechenden Algen

¹⁾ Nach MATRUCHOT u. MOLLIARD (zitiert in OLTMANNS Morphologie usw. Bd. 2 p. 159) wurde durch Dextrinlösung die Chlorophyllplatte von *Stichococcus* in eine tief lappige Modifikation übergeführt; in Rohrzucker zerfiel sie vollständig.

²⁾ BEIJERINCK, M. W.: Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. Zentralbl. f. Bakt. usw. 1898. p. 187.

erscheinen im Mikroskope immer grün und zwar in verschiedenen Tönen, von hell- und bisweilen etwas gelblich- bis dunkelgrün¹⁾, und zwar einschließlich der Zellen solcher Lager von *Chlorococcum sociabile*, welche makroskopisch eine entschieden zitronengelbe Farbe zeigen. Auch in Ruhezuständen persistiert die grüne Farbe, wenn auch in verändertem Tone, mit einziger Ausnahme von *Cystococcus*, in welchem ein gelbroter Farbstoff²⁾ auftritt.

Pyrenoide, jene in ihrem Wesen noch recht unklaren Körper, welche vor SCHMITZ als Chlorophyllbläschen bezeichnet oder auch für Zellkerne gehalten, von diesem Autor aber als besondere, mit Kernen der Chlorophoren vergleichbare Organe erkannt wurden, finden sich bei verschiedenen grünen Luftalgen, und zwar typisch nur in der Einzahl. Vor Verwechslung mit Zellkernen sind sie durch ihren Einschluß in die Chlorophoren geschützt. In normalen vegetativen Zellen sind sie meistens unmittelbar zu sehen, jedenfalls aber durch Jod nachzuweisen, wie schon im 4. Abschnitte näher angegeben ist. Künstlichen Farbstoffen gegenüber verhalten sie sich aber bei unseren Luftformen sowohl im Leben als nach Fixierung ziemlich ablehnend und besitzen keinesfalls die von SCHMITZ an Wasseralgen beobachtete Empfindlichkeit für Anilinfarben.

Fortgesetzte Beobachtung hat ergeben, daß die Pyrenoide in solchen Algen, in welchen sie überhaupt vorkommen, niemals dauernd verschwinden. Zeitweise können sie durch Reservestoffe verdeckt sein und bei der Mehrzellteilung pflegen sie sich vorübergehend der Beobachtung zu entziehen, um dann in den Tochterzellen bald wieder aufzutreten. Auch in verschiedenen abnormen Zuständen

1) Die im Tone und der Intensität des Zellgrüns bestehenden spezifischen Differenzen sollen im speziellen Teil angeführt werden. Ganz allgemein kann aber die Farbe der Einzelzellen durch äußere Verhältnisse der Ernährung, Belichtung usw. modifiziert werden. Nach BORESCH, K. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 52 p. 185) ist z. B. die Bildung und Anhäufung des Chlorophylls nicht nur bei den Cyanophyceen, sondern auch bei gewissen Chlorophyceen von einer gewissen disponiblen Stickstoffverbindung abhängig. Angesichts solcher Veränderlichkeit klingen Bezeichnungen ähnlich der *Chlorella „luteo-viridis“* var. *lutescens* CHOD. wie eine Parodie.

2) Diese Farbe entspricht nicht dem Hämatochrom oder Karotin, denn sie verändert sich weder durch Jod, noch durch Säuren. Vermutlich stellt sie ein noch nicht näher bekanntes Derivat des Chlorophylls dar, ähnlich wie jene rötlich-gelben Tröpfchen, welche bisweilen den alleinigen Inhalt abgestorbener Zellen von *Chlorococcum sociabile* ausmachen und wie jene mehr bräunlichen Körner, welche in spontan abgestorbenen oder durch Formol getöteten Zellen bei allen Arten vereinzelt auftreten können und vielleicht dem Hypochlorin PRINGSHEIM's entsprechen.

der Algen gelingt der Nachweis nicht bei allen Zellen, woraus jedoch nicht gefolgert werden darf, daß das Pyrenoid kein regelmäßiger Bestandteil der betreffenden Art sei¹⁾. Denn ein Pyrenoid ist niemals eine Abnormität, sondern kann nur vorübergehend unsichtbar werden.

Die Pyrenoide sind meist von kugelrunder Form und bei derselben Art von annäherungsweise gleicher Größe; in einzelnen Fällen, welche ich besonders an *Cystococcus humicola* häufiger gesehen habe, sind sie auch von etwas unregelmäßiger Form und können eine außergewöhnliche Größe erreichen.

Bei den Wasseralgen werden die Pyrenoide bekanntlich als Stärkebildner aufgefaßt. Diese Bedeutung kann ihnen bei den Luftalgen aber kaum zukommen, da es mir noch nicht gelungen ist, durch Jod eine blaue Färbung in ihrem Umkreise zu erzielen. Dieses Ergebnis beruht auf der allgemeinen, durch vielfache Versuche festgestellten Tatsache, daß Stärke, welche sich durch Jod bläut, bei diesen Algen überhaupt nicht vorkommt. In Anbetracht verschiedener Literaturangaben²⁾ kann dieses Resultat nicht überraschen.

KLEBS nimmt an, daß in Dauerzuständen von *Pleurococcus vulg.* NÄG. farbloses Öl enthalten sei. Ich konnte aber niemals an einer *Pleurococcus*-ähnlichen Form, noch an einer anderen grünen Luftalge

¹⁾ CHODAT (Algues vertes p. 283) schreibt seiner Fiktion *Pleurococcus Naegeli* var. *microthamnoides* eine hier und da auftretende Pyrenoidspur zu. (Il ma semblé apercevoir ici et là une ébauche de pyrenoïde).

²⁾ KLEBS, G. (Über die Organisation einiger Flagellaten. 1885, p. 133) fand *Pleurococcus vulg.* NÄG. und STAHL, E. (Der Sinn der Mycorrhizenbildung. in: Jahrb. f. wiss. Bot. 1900 p. 564—566) dieselbe Alge und die Gonidien mehrerer Flechten stets stärkefrei. Nach letzterem Autor steht die Bildung von Stärke oder löslichen Kohlenhydraten in Zusammenhang mit der mehr oder weniger steten Wasserversorgung. Im übrigen gibt BEIJERINCK (Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. 1890 p. 728 u. 764 Anm.) an, daß Amylum, welches sich durch Jod bläut, bei niederen Algen überhaupt äußerst selten vorkommt, und daß dieses Assimilationsprodukt insbesondere bei *Scenedesmus* und *Chlorella*, nach der Braunfärbung zu schließen, durch Paramylum ersetzt sei. Schon früher hatte NÄGELI (l. c. p. 86) bemerkt, daß der Inhalt eines hydrophilen *Characium*s sich durch Jod nur braun bis rotbraun färbte, und WILLE (Algolog. Unters. 1906 p. 28) hebt neuerdings hervor, daß in seiner *Coccomyxa littoralis* keine Stärke nachzuweisen war. Ein anderer Autor (CHARPENTIER, P. G.: Recherches sur la physiologie d'une algue verte. in: Ann. de l'Inst. Pasteur 1903 p. 369f.) gibt an, daß eine Alge, welche er *Cystococcus humicola* nennt, im Dunkeln große Stärkekörner bilden könne, im Lichte aber nur lösliche Substanzen, wie Dextrin usw. Da diese Alge aber auch zur Sproßbildung befähigt war, ist ihre systematische Stellung höchst zweifelhaft.

mit einer vorher auf ihre Wirksamkeit geprüften Lösung von Osmiumsäure eine Braun- oder Schwarzfärbung von Zellbestandteilen erzielen.

Den Kern der Protopleurococcoiden glaube ich oft unmittelbar gesehen zu haben. In den mit plattenförmigen parietalen Chlorophoren ausgestatteten Formen liegt er mehr oder weniger zentral, bei körperlichen Chlorophoren aber naturgemäß lateral. Ein sicherer Nachweis durch Tinktion mit Boraxkarmin (nach Chromsäurefixierung) oder Hämatoxylin DELAF. (nach Alkohol) wollte aber niemals gelingen¹⁾, denn von den Körnern, welche nach diesen Fixierungsmethoden im Zellinhalte aufzutreten pflegen, färbten sich meistens mehrere in verschiedenem Grade. Erst ein sehr altes Hämatoxylinpräparat von unbekannter Qualität führte schließlich mehrmals zum Ziele.

Durch Jod war keine Gelbfärbung der vermutlichen Kerne zu erzielen, sie erschienen dann vielmehr heller als ihre Umgebung. Um die Hauptziele dieser Arbeit nicht aus dem Auge zu verlieren, konnte ich mich übrigens mit der Kernforschung nicht allzu lange befassen und begnüge mich mit der Konstatierung, daß die grünen Luftalgen, wie in anderen Dingen, so auch der Härtung und Färbung des Inhalts gegenüber sich mehrfach in eigenartiger Weise verhalten.

Stigmata fehlen bei diesen und den ihnen ähnlichen Luftalgen vollständig und deuten eventuell auf Flagellaten.

Schließlich möge noch erwähnt sein, daß nicht nur hydrophytische, sondern auch atmophytische Grünalgen bisweilen von Chytridiaceen befallen und deformiert werden. WILLE²⁾ hat in freilebender *Prasiola crispa* ein Olpidium gefunden, und dem Verf. dieses sind Spuren ähnlicher Parasiten in kultivierten Protopleurococcoiden vorgekommen.

VI. Zellteilung, Aplanosporen-, Schwärmer-, Familien- und Thallombildung.

Bei Behandlung der Zellteilung haben die Lehrbücher immer vorwiegend die Verhältnisse der höher organisierten Gewächse im Auge. Deshalb möge es gestattet sein, hier die Besonderheiten hervorzuheben, welche den so einfach organisierten niederen Grünalgen zukommen und insbesondere darauf hinzuweisen, daß auch die

¹⁾ IMHÄUSER, J., Entwicklung und Formenkreis von *Prasiola*. in: Flora 1889 p. 237) konnte auch den Kern von *Pr. crispa* nicht nachweisen.

²⁾ WILLE, N. in Nyt. Mag. f. Naturvidenskab 1902, Taf. III Fig. 21—22.

physiologischen Funktionen dieser Organismen weniger scharf differenziert zu sein scheinen, und daher die ganze Frage hier von einem anderen Standpunkte aus in Angriff zu nehmen, als sonst üblich ist.

Die Zellteilung gilt bekanntlich neben der freien Zellbildung¹⁾ (einschließlich der Vollzellbildung) und der Kopulation als ein Haupttypus der verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten neuer Zellen. Sie wird als rein vegetativer Vorgang angesehen und ihr Begriff meist so eng gefaßt, daß er sich auf Wandteilung beschränkt. „Der Protoplastmakörper der Mutterzelle spaltet sich in zwei neue, wobei die Trennungsfläche eine eigentümliche Struktur (Zellplatte) erhält und zumeist in eine neue Membran sich umbildet.“

BERTHOLD²⁾ erklärt die „Zellteilung für einen Spezialfall der in pflanzlichen Zellen allgemein verbreiteten Vorgänge, welche Abscheidung von Zellulosesubstanz im Innern des von der alten Membran umschlossenen Raumes zur Aufgabe haben.“ Nach dieser Auffassung müßten alle jene Teilungsvorgänge, bei welchen die Tochterzellen nicht sofort durch Zellulosewände getrennt werden, vom Begriffe der Zellteilung ausgeschlossen sein. Eine solche Anschauung scheint aber mit dem zurzeit gültigen Zellbegriffe nicht übereinzustimmen. Nachdem als wesentlicher Bestandteil der Zelle nur das Protoplasma angesehen wird, die Membran dagegen, welche ja bei den „Primordialzellen“ überhaupt fehlt, als ein fakultatives Gebilde gilt, müssen wir eine Teilung der Zelle als vollzogen erachten, sobald sich deren lebendes Protoplasma vollständig in Tochterzellen umgewendet hat. Ob letztere durch Zellulosewände getrennt werden, oder sich zunächst wie Primordialzellen verhalten, ob die Zellwand sich am Vorgange beteiligt oder unbeteiligt bleibt, und ob den Tochterzellen vegetativer oder reproduktiver Charakter zuzuschreiben ist, kommt erst in zweiter Linie zur Begründung von Unterarten des Teilungsvorganges in Frage.

¹⁾ Der Begriff „freie Zellbildung“ ist schon in verschiedenem Sinne aufgefaßt worden. Während BERTHOLD (Studien über Protoplastamechanik, 1886 p. 286) hierunter alle Zellbildungsvorgänge zusammenfaßt, „bei denen die in Ein- oder Mehrzahl aus einer ursprünglichen Zelle hervorgehenden Tochterzellen von Anfang an mit der Mutterzelle nicht im Gewebeverbande befindlich sind“, schließen wir uns hier der Anschauung jener Autoren an, welche im Sinne SCHLEIDEN's eine freie Zellbildung nur ausschließlich dann annehmen, wenn sich neue Zellen nur aus einem Teile des Protoplastas herausbilden, während ein anderer Teil übrig bleibt und die Mutterzelle als solche fortbesteht. Alle jene Fälle, in welchen das gesammte Protoplasma sich in Tochterzellen umwandelt, werden deshalb hier als Vorgänge der Zellteilung aufgefaßt werden.

²⁾ BERTHOLD, G., l. c. p. 177.

Von diesen Teilungsmodifikationen, welche bei den niederen Grünalgen alle das Eine gemeinsam haben, daß sie an kein bestimmtes Alter und an keine bestimmte Größe der Zelle gebunden sind, welche vielmehr jederzeit eintreten können, müssen wir zunächst jene zwei Hauptformen ins Auge fassen, welchen das Verhältnis der Mutterzellhaut zum Zellinhalte den besonderen Stempel aufprägt:

1. Die primäre¹⁾ Wandteilung oder Fächerung vollzieht sich in der Weise, daß das Protoplasma, ohne sich von der Zellwand zu lösen, durch eine Zellplatte geteilt wird, welche bald zu einer mit der Innenschichte der Mutterzellhaut fest verbundenen Scheidewand²⁾ erstarkt. Infolgedessen teilen sich die Tochterzellen in die persistierende mütterliche Membran und nur ein der ursprünglichen Teilungsfläche entsprechender Teil ihres Umfanges erhält eine neugebildete Membran in Gestalt der Scheidewand.

Die Produkte der Wandteilung sind auch normalerweise zu keiner Form- noch Ortsänderung befähigt, sondern bleiben, falls nicht durch Absterben von Nachbarzellen abnormale Verschiebungen eintreten, bis zum Zerfalle der Familie oder des Thalloms in der ursprünglichen gegenseitigen Lage.

Diese Teilungsart bildet gleichzeitig immer nur zwei Tochterzellen, kann sich aber als primäre simultane Wandteilung sukzessive beliebig oft wiederholen und immer wieder zu Bildung zweier neuer Tochterzellen führen, während simultane Bildung einer Mehrzahl von primären Scheidewänden im Innern einer einzelnen Zelle nicht bekannt ist. Daß trotzdem die Anzahl der in einer Familie oder einem Thallome vorhandenen Zellen nicht immer durch zwei teilbar ist, beruht in den meisten Fällen, insoweit nicht einzelne Zellen abgestorben sind, auf dem Umstande, daß die sekundären Teilungen nicht immer an allen Gliedern der vorhergehenden Generation gleichzeitig auftreten. Bei den uns beschäftigenden Algen folgt die Anordnung der Zellen immer dem „Prinzip der rechtwinkligen Schneidung der Teilungsflächen“³⁾. Im optischen Durchschnitte der so entstandenen

¹⁾ Die Bezeichnung „primäre Wandteilung“ ist deshalb nötig, weil auch nach wandfreier Zellteilung sekundär Scheidewände entstehen können, wie bei Besprechung der Familien unten gezeigt werden soll.

²⁾ Diese entsteht bei den niederen Algen niemals ringförmig *succedan*, sondern immer simultan.

³⁾ Der Autor dieses Prinzips (SACHS, J.: Über die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzenteilen, 1882, p. 60) erwähnt als Ausnahme auch das Protonema der Laubmoose. Da mir nun derartige Organismen vielfach in die Hand gekommen sind, konnte ich mich überzeugen, daß nicht nur das Protonema, sondern auch die

Zellverbände zeigt das Mikroskop deshalb lediglich rechte Winkel an den Ansätzen der Septa, stumpfe oder spitze Winkel kommen nur auf Anlaß der oben angedeuteten Verschiebungen und einiger anderer abnormaler Verhältnisse vereinzelt zur Beobachtung.

Tritt Zerfall solcher Zellverbände ein, so erfolgt dieser durch Spaltung der Scheidewände, worauf sich die früheren Kontaktflächen und Kanten der Zellen abrunden. Hierbei ist von der ursprünglichen Mutterzellhaut in der Regel nichts mehr zu sehen. Nur ganz ausnahmsweise bleiben Reste der äußeren Schichte von stark verdickten Mutterzellhäuten erhalten, worauf wir bei *Apatococcus* zurückkommen werden.

Die Wandteilung hat ausschließlich vegetativen Charakter und ist nicht nur den thallombildenden Formen eigentümlich, sondern auch jenen im weiteren Sinne einzelligen¹⁾ Algen, welche gallertfreie Familien bilden können.

2. Die wandfreie Zellteilung, welche nicht mit der in Fußnote 1 S. 308 erwähnten „freien Zellbildung“ zu verwechseln ist und sich an diesem Vorgange nicht beteiligt, betrifft lediglich das Protoplasma, während die Membran der Mutterzelle entweder zunächst vollständig erhalten bleibt oder auch früher oder später vollständig gelöst wird, so daß niemals primäre Septa entstehen können.

Die Tochterzellen entstehen also ganz unabhängig von der Mutterzellhaut und erhalten später eventuell eine vollständig neue eigene Membran. In diesem Sinne sprechen wir von „wandfeier“ Zellteilung,

jüngsten Abschnitte der Rhizoiden in der Regel rechtwinklig septiert sind, so daß die an älteren Teilen der letzteren regelmäßig auftretende Schiefstellung der Scheidewände auf sekundärer Verschiebung beruhen muß.

¹⁾ NÄGELI, C. (Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849 p. 1—4) führt als charakteristische Merkmale der einzelligen gegenüber der mehrzelligen Algen an, daß die Zellen 1. bloß reproduktive und in der Regel nur einerlei Art der Zellbildung besäßen, 2. daß sie „in der Regel“ getrennt und ohne organischen Zusammenhang seien, wobei zwischenliegende und umhüllende Gallerte nicht als solcher zu betrachten sei, und 3. daß sie sich in bezug auf die Fortpflanzungsfähigkeit alle gleich verhielten. Von der in dieser Charakteristik enthaltenen Freiheit „in der Regel“ hat der Autor Gebrauch gemacht, indem er seine Gattungen *Pleurococcus* (*Desmococcus nob.*) und *Stichococcus*, deren Tochterzellen eine Zeitlang durch Scheidewände verbunden bleiben können, trotzdem zu den einzelligen Algen rechnet. Vom sachlichen Standpunkte aus müssen wir uns hier anschließen, werden aber derartige Formen zum Unterschiede von den „streng einzelligen“, welche niemals Scheidewände im Anschluß an die Mutterzellhaut bilden, als einzellig im weiteren Sinne bezeichnen. Durchwachsungen kommen hierbei niemals vor. Eine genaue Unterscheidung zwischen den drei von NÄGELI angegebenen Charakteren ist jedenfalls für die Systematik wichtig.

denn auch in jenen selteneren Fällen, in welchen später (sekundäre) Scheidewände zwischen den Tochterzellen auftreten, schließen sich diese niemals an die Mutterzellhaut an, sondern verbinden nur die Tochterzellen unter sich.

Die Gestaltung und Lagerung der letzteren ist bei der wandfreien Zellteilung sowohl von ihrer Anzahl, als von den an der Oberfläche der Mutterzelle bestehenden Spannungsverhältnissen abhängig. Zur Wirksamkeit des hier erwähnten Faktors genügt bei der geringen Menge des vakuolenfreien Protoplasmas, aus welchem junge Zellen bestehen, schon die allen flüssigen oder halbflüssigen Stoffen eigentümliche Oberflächenspannung, während das größere Volumen des schon mehr differenzierten Protoplasmas, welches ältere Zellen enthalten, einer Membran bedarf, um sich bei der Teilung dem von PLATEAU ¹⁾ an den Bläschen des Seifenschaums studierten „Prinzip der kleinsten Flächen“ zu fügen.

Da dieses Prinzip rechtwinklige Schneidung der auftretenden Lamellen nur dann verlangt, wenn sich diese an feste Wände ansetzen, während solche Ansätze bei der wandfreien Zellteilung ausgeschlossen sind, stoßen hier die Trennungsflächen der Protoplasmaabschnitte, typisch nicht unter rechten, sondern nur unter schiefen Winkeln aneinander. Diese Eigentümlichkeit wird auch bei Zunahme der sukzedanen Teilungen beibehalten, so lange die Oberflächenspannung der Zelle besteht. Sobald durch deren Wegfall sich aber eine Erweiterung ²⁾ des Zellraumes ermöglicht, kann sich Form und Lagerung der Teilstücke in beliebiger, d. h. in sehr mannigfaltiger, von schwer kontrollierbaren Einflüssen abhängiger Weise verändern. Die Tochterzellen zeigen dann immer kleiner werdende Kontaktflächen, um sich schließlich vollständig abzurunden. Dieser Schlußeffekt tritt nach einer durch Einreißen der Mutterhaut bedingten plötzlichen Aufhebung des durch die Membranspannung bisher bedingten Innendruckes meistens sofort ein.

Viele der hier möglichen Teilungszustände sind von den Autoren schon abgebildet worden; dagegen vermisste ich die Begründung ihrer Entstehungsweise sowie insbesondere die ausdrückliche Feststellung des Umstandes, daß Form und gegenseitige Lage der Protoplasmaabschnitte einer in wandfreier Teilung begriffenen Zelle auch bei noch

¹⁾ Zitiert von BERTHOLD, l. c. p. 87, 219 u. 255.

²⁾ Diese Erweiterung kann unter Umständen auch eine relative sein, denn es ist schon beobachtet worden, daß das Protoplasma sich vor Bildung neuer Zellen durch Wasserabgabe zusammenzog. Vgl. WIESNER, J.: Die Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1881, p. 55.

bestehender Oberflächenspannung veränderlich sind, wenn auch nur innerhalb des durch vorerwähntes Prinzip gewährten Spielraumes.

Deshalb möge es gestattet sein, die hier generell angedeuteten Verhältnisse durch spezielle Darstellung der auf jeweiliger Anzahl der Teilungsprodukte beruhenden Modifikationen zu beleuchten. Bei dieser Gelegenheit werden wir sehen, daß auch durch wandfreie Zellteilung sehr häufig nur zwei Tochterzellen entstehen, daß aber nach bisheriger Annahme auch simultane Mehrzellteilung vorkommt.

Bei der wandfreien Zweiteilung ausgebildeter Zellen ist die Zellplatte in derselben Weise zwischen zwei gegenüberliegenden Seiten der Zelle ausgespannt, wie im ersten Stadium der Wandteilung und der Charakter des Vorganges offenbart sich erst, sobald die Membran in dem Maße entspannt wird, daß sich die Tochterzellen von ihr zurückziehen können. Solche Mutterzellen, deren Membran noch nicht ausgebildet ist, können einfach in zwei, von ihr nur durch geringere Größe verschiedene Tochterzellen zerfallen.

Die erste Teilungspotenz, bei welcher die Tochterzellen charakteristisch geformt erscheinen, ist die wandfreie Vierteilung. Im Beginn dieses Prozesses, d. h. bei noch bestehender Oberflächenspannung finden wir hier immer eine tetraëdrische Gestaltung der Tochterzellen, während ihre gegenseitige Lage zugleich den vier Ecken einer dreiseitigen Pyramide, d. i. eines Tetraëders, entspricht. Diese in der Literatur schon vielfach erwähnte Anordnung hat man immer auf einen simultanen Teilungsvorgang ¹⁾ zurückgeführt, welcher nach A. BRAUN die „echte“ Vierteilung darstellen soll, im Gegensatze zu der „scheinbaren“ (sukzedan dekussierten) Vierteilung. Dieser Autor ist der einzige, welcher es deutlich ausspricht, daß die tetraëdrisch gelagerten

¹⁾ NÄGELI, C. (Die neueren Algensysteme. Zürich 1847, p. 125) findet „ein zweites Gesetz der Zellenbildung“ darin, daß in einer Mutterzelle zu gleicher Zeit vier Tochterzellen entstanden, welche wie die Ecken eines Tetraëders zueinander gelagert seien. Der Autor begründet hierauf seine hypothetische Gattung *Tetracoccus* und bemerkt zugleich, daß deren Zellenbildung die gleiche sei, welche auch bei der Bildung der Spezialmutterzellen in den Antheren der Phanerogamen und in den Sporangien der viersporigen Kryptogamen vorkäme. Bei den letzteren läßt auch FALKENBERG (Die Algen im weitesten Sinne. Breslau 1882, p. 178) die tetraëdrische Tetrasporenform der Florideen (*sporae triangule divisae*) simultan entstehen. Ferner sagt A. BRAUN (Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851) auf p. 276–277: „Bei der Vermehrung der einzelligen Algen“ (namentlich Palmellaceen) „kommt neben scheinbarer Vierteilung ohne Zweifel auch echte Vierteilung vor. Die erstere entsteht dadurch, daß auf eine erste Zweiteilung sogleich eine zweite folgt“, und auf p. 277: „Ich selbst habe bei *Protococcus viridis* untermischt bloß Zweiteilung und scheinbare (dekussierte) und echte (tetraëdrische) Vierteilung beobachtet, die zwei letzteren nur durch die

Zellen auch eine besondere Form besitzen, ohne diese Form jedoch näher zu bezeichnen. Aus Figuren anderer Autoren sehen wir jedoch, daß bei gewissen Stellungen der in tetraëdrischer Teilung begriffenen Zelle in deren optischem Durchschnitte drei unter Winkeln von je 120° zusammenstoßende Teilungslinien erscheinen.

Mangels entsprechender stereometrischer Modelle läßt sich die Bedeutung dieser optischen Erscheinung dadurch aufklären, daß man vier halbfeuchte Tonkugeln mit Fett bestreicht und in einen Gazebeutel einschnürt. Hierbei zeigt sich erstens, daß die Kugeln sofort eine tetraëdrische Lage annehmen, Zweitens ändert sich ihre Form mit Zunahme der konzentrischen Pressung in einer dem Prinzip der kleinsten Flächen entsprechenden Weise. Ihre inneren Hälften fügen sich nämlich derart ineinander, daß an jeder drei kongruente dreieckige Flächen entstehen, welche zusammen je eine auf der äußeren etwas abgeflachten Hälfte der Kugel aufsitzende gleichseitige Pyramide bilden. Betrachtet man eine solche Pyramide von oben, so werden ihre Kanten in die Ebene projiziert und scheinen nun unter je 120° zusammenzustößen.

Diese eigentümliche Gestaltung der Tochterzellen ist nun ein charakteristisches und untrügliches Kennzeichen der wandfreien Zellteilung, während tetraëdrische Anordnung auch durch Wandteilung zustande kommen kann, wenn die sekundäre Teilungsebene sich mit der primären kreuzt. [Da liegt offenbar ein Lapsus vor; hier kann keine „tetraëdrische“ Anordnung zustande kommen, sondern nur die sogleich zu besprechende Anordnung. Anm. d. Herausg.]. In letzterem Falle stellen die Tochterzellen aber Kugelquadranten dar, die innen nur je zwei rechtwinklig zusammenstoßende Flächen aufweisen, wodurch im optischen Durchchnitt keine dreistrahlige, sondern nur eine $+$ bis T-förmige Figur entstehen kann. Hiervon kann man sich durch entsprechende Schnittführung an einer Tonkugel oder auch an einem Apfel leicht überzeugen. [Also keine tetraëdrische Anordnung! Das optische Querschnittsbild der Wände der vier aneinander gelagerten Kugelquadranten ist, wenn deren Axe der optischen Axe parallel ist, ein $+$, das bei schiefer Stellung zur optischen Axe ungleicharmig wird bis zu einem Γ , eventuell aber, wenn die Axe der Kugelquadranten zur optischen

Form der Zellen unterscheidbar, aus welcher allein ich in diesem Falle auf die Bildungsweise schließen konnte.“ Die naheliegende Schlußfolgerung, daß diese Verschiedenheit der Bildungsweise auf mindestens zwei verschiedene Gattungen hindeute, welche in dem vermeintlichen „*Protococcus*“ enthalten seien, hat der Autor aber nicht gezogen.

Axe senkrecht steht, auch eine solche $\ominus$, oder solche $\odot$ Figur¹⁾. Anm. d. Herausg.]. Diese durch primäre Wandteilung entstandene Form und Stellung der Tochterzellen bleibt auch konstant, während die durch wandfreie Teilung geschaffenen Verhältnisse sich mit Wegfall der Oberflächenspannung sofort verändern.

Ferner zeigte die Beobachtung lebender Zellen von *Chlorococcum*- und *Cystococcus*-Arten, daß tetraëdrische Vierlinge aus Zwillingen hervorgehen können. Die zweite Teilung vollzieht sich hierbei in der Weise, daß die ursprünglichen Ansätze zur Kreuzteilung sich schnell in tetraëdrischem Sinne umgestalten, indem vermöge der Plastizität des Protoplasmas die Zellplatten sich alle nach dem Prinzip der kleinsten Flächen orientieren²⁾. Wenn dieser Vorgang auch nur selten direkt zu beobachten ist, so beweist er doch die Möglichkeit dieser Umwandlung und legt sogar die Vermutung nahe, daß auch scheinbar simultan entstandene Tetraëder durch sehr rasch aufeinanderfolgende Zweiteilungen zustande gekommen sind.

Die Plastizität des Protoplasmas macht sich ebenso bei der Mehrteilung bemerkbar. Unter diesen Begriff reihen wir alle wandfreien Teilungsvorgänge ein, bei welchen der ganze Zellinhalt sich in mehr als vier Tochterzellen umwandelt.

In Beständen von Algen, welche hierzu befähigt sind, wie z. B. von *Chlorococcum sociabile* nob., finden wir oft neben zweigeteilten und tetraëdrisch viergeteilten Zellen auch andere Exemplare, welche eine erheblich größere Zahl von Protoplasmaabschnitten enthalten. Im optischen Durchschnitte solcher mehrteiliger Zellen sehen wir dann fünf- bis sechs- bis siebeneckige Polygone in so verschiedener Weise angeordnet, daß kaum jemals eine dieser Mutterzellen der anderen gleicht.

Nun wäre die Annahme, daß diesen verschiedenen Teilungsbildern ebensoviele verschiedene Teilungsgesetze zugrunde lagen, nicht nur unwahrscheinlich, sondern auch überflüssig, weil sich die Erscheinung sehr wohl durch Aufeinanderfolge von Zweiteilungen erklären läßt, welche nicht immer gleichzeitig an allen Teilstücken

¹⁾ [Im zweiten Kreise sollen die inneren (zwei Tochterzellwände darstellenden) Bögen den äußeren (die Mutterzellwand darstellenden) Kreis beiderseits berühren. Dies erkennt man aber im mikroskopischen Bilde deutlich nur bei entsprechend tieferer Einstellung.]

²⁾ Eine ähnliche Verschiebung der Zellplatten scheint auch bei der Vierteilung von Farn-Sporenmutterzellen vorzukommen. Nach Angabe eines älteren Lehrbuches (PRANTL) soll nämlich hierbei in gewissen Fällen die Zellplatte der ersten Zweiteilung „zurückgebildet“ werden, worauf eine neue (tetraëdrische) Vierteilung eintrat.

auftreten, aber unter allen Umständen jedesmal eine dem Gesetze der kleinsten Flächen entsprechende Verschiebung aller Zellplatten veranlassen.

Diese Annahme stützt sich auf die weitere Beobachtung, daß beim Zerfall polyedrisch geteilter Mutterzellen nicht immer nur gleich große Tochterzellen, sondern oft nebstdem auch größere, noch unvollständig geteilte Protoplasmaabschnitte frei werden, und zwar auch solche, welche in Zweiteilung begriffen sind.

Alle jene Fälle, in welchen sukzedane Mehrteilung sicher festgestellt werden konnte, besaßen vegetativen Charakter, da die Teilprodukte unbeweglich waren; bei Zoogonidienbildung ist es mir jedoch nicht gelungen, die zwischen simultaner und sukzedaner Teilung schwankenden Literaturangaben nach der einen oder anderen Seite zu stützen¹⁾, da dieser Vorgang nur selten und immer nur in rasch vorübergehender Weise zur Beobachtung kam. Die von mehreren Autoren erwähnte Hüllblase, in welche die austretenden Schwärmsporen nicht nur bei Wasseralgen (*Pediastrum*, *Halosphaera*, *Oedogonium*, *Ulothrix* und *Chlorococcum infusionum* MENEGHINI), sondern auch bei Flechtengonidien (*Chlorococcum sociabile* nob.) eingeschlossen waren, konnte ich an den hier beschriebenen Algen niemals auffinden²⁾. An frisch eingesammeltem Materiale letztgenannter Art schienen vielmehr die Schwärmer frei und einzeln auszutreten und ein Zoogonidangium von *Cystococcus humicola* sah ich aufplatzen, worauf sich die Zoogonidien sofort zerstreuten.

Ebensowenig konnte ich mich jemals überzeugen, daß lediglich

¹⁾ FAMINTZIN, A. (Die anorganischen Salze usw. 1873, p. 45) gibt z. B. an, daß bei zwei Algen, welche er *Protococcus viridis* und *Chlorococcum infusionum* nennt, die unbeweglichen Kugeln bald durch sukzedane Teilung des ganzen Inhaltes, bald durch simultane Teilung des peripheren Plasmas entstehen, während HANSGIRG (Prodromus I. 1886, p. 141) die unbeweglichen Keimzellen von „*Protococcus*“ durch simultane, die Zoogonidien aber durch sukzedane Teilung entstehen läßt und KLEBS, G. (Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. in: Unters. d. Bot. Inst. Tübingen 1885, p. 342) angibt, daß die Zoosporenbildung bei den Protococcoideen „meist“ durch sukzedane Zweiteilung stattfindet.

²⁾ In Kulturen sahen FAMINTZIN u. BARANETZKY (Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien usw. Bull. Acad. Petersburg 1868 p. 57) und WORONIN (Recherches sur les gonidies du lichen *Parmelia pulverulenta*. in: Ann. sc. nat. V. Sér. Bot. 16 1872, tab. XIV Fig. 5) den gesamten Inhalt eines Sporangiums in einer Hüllmembran austreten. Verf. dieses hat seinerseits den noch ungeteilten Inhalt von kultivierten *Cystococcus*- und *Trochiscia*-Zellen samt der Innenschichte der Zellhaut bisweilen durch einen Riß der Außenschichte sich bruchsackartig hervordrängen sehen. Da dieser Vorgang eine Kulturercheinung zu sein schien, wäre wohl nachzuprüfen, ob die oben erwähnte Hüllmembran nicht die gleiche Bedeutung hat.

das periphere Plasma¹⁾ zur Schwärmerbildung verwendet wurde und sah auch niemals neben den Schwärmern ein „Periplasma“²⁾ zutage treten.

Aus diesen Gründen möchte ich die bei den hier zu besprechenden Algen vorkommende, (wirklich oder scheinbar) simultane Entstehung zahlreicher Schwärmer, bei welcher das gesamte Protoplasma verbraucht wird, nicht, wie vielfach üblich ist, als „Vielzell-Bildung“ von den Vorgängen der Zellteilung ausschließen, sondern sie vielmehr als eine Unterart der wandfreien Zellteilung auffassen³⁾. Somit kann letztere bei den niederen Grünalgen sowohl vegetative als reproduktive Bedeutung haben; sie stellt die ausschließliche Ver-

¹⁾ Diese Annahme scheint mir dadurch entstanden zu sein, daß die mit einer parietalen Chlorophorplatte ausgestalteten Algen — wie z. B. *Cystococcus humicola* — oft eine sehr große Zentralvakuole besitzen, so daß die Schwärmer in einem früheren Stadium ihrer Entwicklung alle peripher gelagert sind.

²⁾ MÖBIUS, M. (Algen Javas. in: Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893 p. 123) gibt an, daß die Bildung von Periplasma in den Sporangien der Algen eine ebenso seltene Erscheinung sei, als sie bei den Pilzen häufig auftrete. Nur bei der Entstehung der Spermatozoiden bliebe bei verschiedenen Algen ein Plasmarest in der Mutterzelle zurück, während zur Ausbildung der weiblichen Zellen, Schwärmsporen und Isogameten regelmäßig alles Protoplasma verbraucht werde. Gegenteilige Angaben anderer Autoren streifen so vielfach das Gebiet der Vermutungen, daß hier auf zweierlei abnormale Möglichkeiten aufmerksam gemacht werden muß. Erstens bleiben nach der Entleerung der Sporangien öfters nicht nur einzelne Schwärmer, sondern gelegentlich auch größere, noch ungeteilte Protoplasmaabschnitte zurück, und zweitens sterben, wie bei der freien Zellteilung überhaupt, so auch im Beginn der Schwärmerbildung oft einzelne Teilstücke ab und wandeln sich dann in formloses „Periplasma“ um. Diese Erscheinungen können im freien Leben der Algen auftreten, werden aber noch häufiger in Kulturen beobachtet. Über die Frage, ob alle von den Autoren als „Periplasma“ angesprochenen amorphen Massen lebendes oder abgestorbenes Protoplasma und z. B. von den allerdings ziemlich hypothetischen Toxoplasten herkommen, oder ob sie nicht Schleimmassen darstellen, darüber finde ich in der Literatur keine Entscheidung. Was ich von Inhaltsresten in entleerten Sporangien kleiner Luftalgen sah, erwies sich in einzelnen Fällen als unvollständig geteilte Protoplasmaabschnitte, welche (ebenso wie einzelne fertige Schwärmer) bisweilen wenigstens vorläufig in der Mutterzelle zurückbleiben. Häufiger noch aber kommt es vor, daß während des Zellteilungsprozesses einzelne Tochterzellen absterben und sich dann in eine krümlige Masse umgestalten, welche man aber doch nicht wohl als Periplasma im Sinne der Autoren bezeichnen kann. Diese im Freileben der Algen auftretenden Erscheinungen beobachtet man noch häufiger in Kulturen und sind jedenfalls als abnorme anzusehen.

³⁾ Diese Auffassung findet auch eine Stütze in STRASBURGER's Lehrbuch 1906 p. 77, nach welcher die besonders im Embryosacke vorkommende simultane Vielzellbildung durch alle Zwischenstufen mit sukzedaner Zweiteilung verknüpft ist und als eine durch rasche Größenzunahme der Zellen bedingte Abkürzung des Vorgangs aufzufassen sein soll.

mehrungsweise der streng einzelligen Algen dar und leitet bei allen übrigen die Bildung der Schwärmer ein.

Die grundlegende Verschiedenheit der in vorstehendem erörterten zweierlei Teilungsarten, nämlich einerseits der Wandteilung, und andererseits der wandfreien Zellteilung, mußte deshalb ausführlicher behandelt werden, weil sie schon mehrfach übersehen worden ist. Bei ihrer Berücksichtigung hätte es z. B. nicht vorkommen können, daß gewisse Formen, welche sich nur durch wandfreie Teilung vermehren und niemals primäre Scheidewände bilden, wie *Pleurococcus miniatius* NÄG. und *Pl. regularis* sowie *Pl. conglomeratus* Artari mit *Pl. vulgaris* NÄG. (*Desmococcus vulg.* nob.) in dieselbe Gattung gestellt wurden, obwohl letztere Art sich nur durch Wandteilung vermehrt und niemals wandfreie Teilungen eingeht.

Ein solches Verfahren ist um so mehr zu beanstanden, als die Alternative: „Wandteilung oder wandfreie Teilung“ ein nicht nur konstantes, sondern auch in allen Fällen sicher festzustellendes Kennzeichen abgibt und deshalb zur Umgrenzung größerer Algengruppen tauglicher erscheint, als jene andere, bisher übliche, welche die Befähigung zur vegetativen Zellteilung jener zur ausschließlichen Schwärmerbildung gegenüber stellt¹⁾. Letzteres Verhältnis ist nämlich bei den niederen Grünalgen nicht so leicht festzustellen, als man früher glaubte²⁾.

NÄGELI neigte noch zu der Annahme, daß sein *Cystococcus humicola* nicht zur Bildung von Schwärmern befähigt sei, weil er in einer Schüssel mit Wasser nach einigen Tagen keine solchen gebildet hatte. Spätere Forscher fanden aber, daß der Zutritt von Wasser nicht

¹⁾ RABENHORST (Flora III p. 2) charakterisiert z. B. die Protococcaceen unter anderem dadurch, daß sie niemals vegetative Teilungen eingingen, sondern sich nur durch Schwärmer vermehrten, während die Palmellaceen sowohl zu vegetativer Teilung als auch zur Bildung von Zoosporen befähigt seien. KLEBS (Organisat. d. Flagellaten p. 334 u. 343) begründet auf letzteres Verhältnis seine neue Gattung *Chlorosphaera*, während BEIJERINCK (Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. in: Bot. Zeitschr. 1890 p. 758f.) seiner Gattung *Chlorella* das Vermögen zu sukzessiver Zweiteilung bei durchaus fehlender Zoosporenbildung zuschreibt und OLTSMANN'S (Morphologie usw. I, p. 183) von der Familie der Scenedesmeaceae angibt, daß sich stets nur unbewegliche Fortpflanzungszellen entwickeln, welche frei in der Mutterzelle entstünden. Bei den Protococcaceen läßt derselbe Autor (p. 170) in Übereinstimmung mit einigen Vorgängern auch ausnahmsweise vegetative Zweiteilung zu, wodurch RABENHORST'S Charakteristik untergraben wird. Wie aus unserem Texte hervorgehen dürfte, läßt sich die Familie der Protococcaceen nur in der Weise aufrecht erhalten, daß man ihr ausschließlich wandfreie Zellteilung zuschreibt und von der Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Teilprodukte ganz absieht.

²⁾ NÄGELI, l. c. 1849 p. 85.

die einzige Vorbedingung für das Schwärmen von Luftalgen sei, sondern daß hier noch andere Einflüsse in Frage kämen. So berichtet z. B. BEIJERINCK¹⁾ daß die Gonidien von *Physcia parietina* nur in Gelatinekulturen mit sehr wenig organischer Substanz Schwärmer erzeugten, niemals aber in Nährlösungen; an anderer Stelle²⁾, daß sich dieselbe Alge später gewissermaßen an das Leben in konzentrierten organischen Nährmedien adaptiert und dann auch in Malzextraktgelatine einzelne Schwärmer gebildet habe, während sie in völlig unorganischen Lösungen durchaus keine Zoosporen erzeugte.

Wenn wir uns auch bei solchen Angaben der im III. Abschnitte erwähnten Schwierigkeiten erinnern, welche sich bei Beurteilung von Aërophilenkulturen ergeben, so stimmen doch diese Ergebnisse mit jenen überein, welche an Wasseralgen gewonnen wurden und an größeren, leichter zu kontrollierenden Formen zeigten, daß diese nur unter gewissen und je nach der Gattung und Art oft wechselnden Bedingungen schwärmen³⁾. Nach dieser Richtung sind aber die

¹⁾ BEIJERINCK, l. c. p. 782.

²⁾ BEIJERINCK: Bericht über meine Kultur niederer Algen usw. in: Zentralbl. f. Bakt. 1893 p. 371.

³⁾ FALKENBERG, P. (Die Algen im weitesten Sinne. 1882, p. 234) referiert, daß bei Süßwasser-Chlorophyceen meist dann Zoosporen auftreten, wenn der Wasserzufluß ein reichlicher sei. Das gilt aber jedenfalls nicht für *Chladophora glomerata*, denn diese Art sah ich mit Vorliebe dann schwärmen, wenn sie durch Sinken des Wasserspiegels in die Nähe der Luft geraten war. Bekanntlich gelingt es auch bisweilen, frisch eingesammeltes Material dieser Alge in einem flachen Teller schwärmen zu sehen. Hierzu ist aber zu bemerken, daß diese Erscheinung nur dann auftritt, wenn schon vor der Einsammlung reife Sporangien vorhanden waren; eine Ausbildung solcher sah ich dagegen noch niemals in einer Kultur zustande kommen. FAMINTZIN (l. c. p. 46) macht die Angabe, daß es möglich sei, an *Chlorococcum* (recte *Cystococcus*) *infusionum* durch Wechsel in der Konzentration des Mediums jederzeit nach Belieben entweder Zoosporen oder Zerfallen in unbewegliche Kugeln hervorzurufen, und daß sorgfältig gelüftetes, destilliertes Wasser die Bildung und das Ausschwärmen der Zoosporen am meisten fördern. Die Mannigfaltigkeit der äußeren Einflüsse, welche die Schwärmerbildung beeinflussen können, zeigen besonders die Experimente von KLEBS, G. (Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896). Hieraus erklärt sich wohl der Umstand, daß auch an freilebenden Algen durchaus nicht jederzeit Sporangien zu finden sind, und daß sich sogar die Jahrgänge in dieser Hinsicht verschieden verhalten können. Als ich einst für einen auswärtigen Dozenten fertile *Chladophora glomerata* suchte, konnte ich den ganzen Sommer über keine solche auffinden, während mir dieser Zustand an den gleichen Standorten in früheren Sommern häufig in die Hand gekommen war. Die Schwärmerbildung scheint überdies nicht nur durch momentane Verhältnisse veranlaßt zu werden, sondern auch einer durch das Vorleben der Algen erzeugten Prädisposition zu bedürfen. An niederen Grünalgen fand ich besonders dann Schwärmer, wenn sie nach kurzer Trockenperiode und insbesondere nach kalten Frühlingsnächten befeuchtet wurden.

Luftalgen noch allzu selten geprüft worden, und solche Prüfungen werden auch nicht eher zuverlässige Resultate ergeben, als bis die Versuchsobjekte sicher zu identifizieren sind. Diese Möglichkeit soll aber durch gegenwärtige Arbeit erst geschaffen werden.

Nebstdem muß auch eine sicher erkennbare Art schon lange Zeit bekannt und vielfach beobachtet worden sein, bis man aus dem Umstande, daß an ihr noch keine Zoosporen gefunden worden sind, auf absolute Unfähigkeit zu deren Produktion schließen darf.

Ebenso schwer, wie die Befähigung zur Zoosporenbildung ist bei den protopleurococcoiden Algen jene zur vegetativen Teilung auszuschließen. Darauf deutet schon die Entstehung von unbeweglichen Fortpflanzungszellen hin. Diese „Aplanosporen“¹⁾ werden neuerdings von verschiedenen Autoren als modifizierte vorzeitig mit Membran umhüllte Zoosporen aufgefaßt und somit in ihrer physiologischen Bedeutung diesen letzteren gleichgestellt. BEIJERINCK schreibt ihnen aber vegetativen Charakter zu und dürfte damit jedenfalls für einen Teil der Fälle im Rechte sein.

Der kleinste Durchmesser der Schwärmer, welche mir bei diesen Untersuchungen vorgekommen ist, ging niemals unter $4\ \mu$ herab; ihr größter betrug ca. $10\ \mu$. Dagegen fanden sich bei *Cystococcus humicola* bisweilen unbewegliche Teilzellen von kaum $2\ \mu$ Größe, deren weitere Schicksale zwar nicht ergründet werden konnten, welche aber jedenfalls nicht mit Zoosporen zu vergleichen waren. In anderen, viel häufigeren Fällen war das Protoplasma von *Chlorococcum*- und *Cystococcus*-Arten in wenige und somit die Zoosporen an Größe erheblich übertreffende Abschnitte geteilt, so daß man an Anfangsstadien sukzedaner Schwärmerbildung denken konnte.

Als ich aber einst mit dem Zeichnen solcher Zellen beschäftigt war, zerfiel ein Exemplar von *Chlorococcum murorum*, dessen Inhalt sich bereits in zwei Portionen geteilt hatte, mit einem Rucke in zwei Hälften. Diese rundeten sich sofort ab und stellten nun zwei von der Mutterzelle nur durch geringere Größe verschiedene vegetative Zellen dar. Auch bei *Chlorococcum sociabile* und bei *Cystococcus*-Arten sah ich oft Zellen mit zwei- oder mehrteiligem Inhalte in Teilstücke zerfallen, welche wesentlich größer waren als die Zoosporen und keinen Ansatz zu weiteren Teilungen erkennen ließen.

¹⁾ Das neuerdings aufgetauchte Wort „Autospore“ bezeichnet keinen klareren Begriff und ist jedenfalls überflüssig. „Une cellule spore de Protococcoidée, qui acquiert dans la cellule mère, même, les caractères définitifs de cette dernière“ (CHODAT: Algues vertes, p. 58) kann sowohl eine im Sporangium heranwachsende Zoospore als ein Produkt rein vegetativer wandfreier Teilung sein.

Solche Vorgänge lassen sich doch nur in höchst gezwungener Weise mit Schwärmerbildung in Beziehung bringen und sind viel eher als vegetative Teilungen aufzufassen. Mit dieser Auffassung ist aber der alten Annahme, daß die Protococcoideen zu vegetativer Teilung absolut unfähig seien, aller Boden entzogen.

Schließlich ist noch das weitere Verhalten der unbeweglichen Teilprodukte zu berücksichtigen. Von älteren Algologen ist ihrer „zerstreuten oder zusammengehäuften Lagerung“ systematische Bedeutung zugeschrieben worden. In dieser allgemeinen Fassung und ohne scharfe Sonderung von typischer (Familienbildung) und zufälliger Ansammlung hat eine solche Unterscheidung aber gar keinen Wert. Da an den Wohnorten dieser Algen eine Verschwemmung durch Wasser nur ausnahmsweise eintreten kann, bleiben die freigebliebenen Zellen oft längere Zeit in größeren oder kleineren Häufchen beisammen liegen.

Solche formlose Anhäufungen, welche wir zum Unterschiede von den Familien als Aggregate bezeichnen müssen, stammen nicht immer von einer einzigen, sondern nicht selten von mehreren Mutterzellen, welche sogar verschiedenen Arten und Gattungen angehören können, so daß unter Umständen — sogar ziemlich häufig — einzellige Algen mit Sporen oder Aplanosporen mehrzelliger Formen vermengt sind. Wenn junge, noch nicht vollständig entwickelte Zellen vorliegen, ist deren Abstammung übrigens nicht immer festzustellen.

In Trockenperioden, während derer sich die Einzelbestandteile solcher Aggregate nicht ihrer eventuellen Größenzunahme entsprechend verschieben können, liegen sie oft sehr dicht gedrängt, verkleben teilweise miteinander und können sich dann gegenseitig mehr oder weniger polyedrisch abkanten¹⁾, so daß sie den Eindruck von Familien hervorrufen. Die Entstehung solcher „Scheinfamilien“²⁾ hat keinerlei systematische Bedeutung, denn es liegen hier nur zufällige Bildungen vor.

¹⁾ Daß hierzu keine nennenswerte Energie erforderlich ist, zeigte folgende Beobachtung. Am Rande einer Wasserkultur von *Cystococcus* spec. fanden sich grüne Eremosphära-ähnliche Kügelchen mit polygonal gefelderter Oberfläche. Diese erwiesen sich als winzige Gasbläschen, welche ringsum mit einer geschlossenen Schicht von *Cystococcus*-Keimlingen behaftet waren. Schon die minimale Kraft der Adhäsion an das Luftbläschen hatte zur Erzielung polygonaler Zellformen genügt.

²⁾ Auch Wasseralgen können sich wohl unter Umständen in ähnlicher Weise verhalten. FAMINTZIN (Die anorganischen Salze usw. 1873, p. 49) identifiziert Scheinfamilien, welche er durch Kultur von *Chlorococcum* (recte *Cystococcus*) *infusio-num* in feuchter Kammer erhalten hat, mit *Limnodietyon Roemerianum* (worauf HANSGRIG'S Prodrömus I, p. 143 sofort eine *Protococcus*-Varietät begründet).

Als Familien¹⁾ können wir rationellerweise nur solche (hin-fällige) Zellverbände bezeichnen, welche aus Abkömmlingen einer und derselben Mutterzelle bestehen. Die Familienglieder pflegen nach Form und Größe sowie auch nach ihrer Funktion wenig zu differieren, insoferne die eventuell vorhandene Fähigkeit zur Schwärmerbildung allen Gliedern gemeinsam ist, wenn sie auch nicht an allen zum Ausdrucke kommt.

Die Familien werden entweder durch die persistierende Mutterzellhaut (in diesem Falle von NÄGELI als „Brutfamilien“ bezeichnet) oder durch primäre (septierte einzellige Algen im weiteren Sinne) oder sekundäre Scheidewände (*Chlorococcum sociabile*) oder auch durch Gallerte (*Gloeocystis*) zusammengehalten. Die Anordnung ihrer Glieder zeigt gewisse Eigentümlichkeiten, welche die Entstehungsweise der Familie erkennen lassen und somit auf den Gattungsscharakter hinweisen. So deutet z. B. rechtwinklige Schneidung sämtlicher Septa auf *Desmococcus*, *Apatococcus* oder auf coccoide Stadien von *Pleurococcus* oder einer Fadenalge, während das Vorkommen tetraëdrischer oder polygonaler Anordnung der in vegetativen Zuständen auftretenden Scheidewände immer auf eine Gattung schließen läßt, welche sich durch wandfreie Zellteilung vermehrt. So läßt sich diese Teilungsweise auch dann erkennen, wenn die Mutterzellhaut entweder dünn und schwer kenntlich, oder wenn sie schon verloren gegangen ist.

Dieses Erkennungszeichen ist deshalb von großer Bedeutung, weil auch durch wandfreie Zellteilung, welche niemals in primärer Weise Scheidewände bildet, dennoch solche entstehen können, aber nur in sekundärer Weise. Dieser Umstand bedarf einer näheren Erklärung, da er wohl bei Hydrodictyon und Scenedesmus, aber noch nicht bei unseren „einzelligen Algen“ bekannt zu sein scheint. Am besten ist er an *Chlorococcum sociabile* zu beobachten, auf welche Art wir oben schon Bezug genommen haben. Dieses besitzt nämlich CIENKOWSKI (Über Palmellazustände bei *Stigeoclonium*. in: Bot. Zeitschr. 1876 p 18) gibt an, daß sich die Zoosporen von *Stigeoclonium* bei der Keimung gewöhnlich zu Haufen vereinigen, und WILLE (Nachträge zu den Chlorophyceen. 1909, p. 89) hält es für wahrscheinlich, daß gewisse *Protoderma*-Formen KÜTZING's Entwicklungsstadien von *Stigeoclonium* und *Enteromorpha* darstellen.

¹⁾ Der für interimistische Zellverbände und insbesondere im Sinne von Familie sehr häufig gebrauchte Ausdruck Kolonie ist wohl besser zu vermeiden. Die Bewohner einer solchen können ja nach der ursprünglichen Bedeutung des Wortes von der verschiedensten Abstammung und Art sein und in beliebiger Weise beisammen wohnen, so daß der Ausdruck auch für Scheinfamilien paßt. [Es wird aber heute wohl allgemein der Ausdruck „Kolonie“ in dem Sinne des BRAND'schen Terminus „Familie“ gebraucht; bei entsprechender Klarstellung gibt er zu BRAND's hier angedeuteten Bedenken keine Veranlassung. Anm. d. Herausg.]

die Fähigkeit und sogar eine ausgesprochene Neigung, die seine vegetativen Teilstücke trennende Zellplatten in feste Septa umzuwandeln, welche nach der oft sehr frühzeitig erfolgenden Zerreißung oder Auflösung der Mutterzellhaut dann einen Zusammenhang zwischen den Tochterzellen vermitteln und die Entstehung sowohl von Zwillingen als von mehrzelligen, polygonal gebauten, bisweilen „maulbeerförmigen“ und nach Verlust der Mutterzellhaut persistierenden Familien veranlassen können.

Die Existenz von zweizelligen, mit einer Scheidewand versehenen Familien deutet also für sich allein noch keineswegs auf Zugehörigkeit zu einer mit Wandteilung ausgestatteten Art, sondern zu einer solchen Feststellung sind mehrzellige, rektangulär gebaute Familien oder Thallome erforderlich. Bisher scheinen aber alle Zwillinge ohne weitere Untersuchung der zugehörigen größeren Familien auf primäre Wandteilung zurückgeführt worden zu sein.

Das vorerwähnte Verhalten von *Chlorococcum sociabile* erinnert an jene besondere Form der Familienbildung, welche als *Coenobium* bezeichnet wird. Dieses ist im allgemeinen nur einigen Wasseralgcn (Hydrodictyceen, Scenedesmaceen, Caelastraceen) eigentümlich. Es besteht bekanntlich darin, daß die durch wandfreie Teilung des Protoplasmas entstandenen Tochterzellen sich schon innerhalb der Mutterzellhaut in bestimmter Weise anordnen und verbinden und dann in einer für jede Gattung charakteristischen Weise austreten. Bei *Chlorococcum sociabile* ist aber die Form der Familien etwas mannigfaltiger, ihre Befreiung erfolgt nicht durch Sprengung, sondern durch Auflösung der Membran der Mutterzelle.

Das Thallom unterscheidet sich von der Familie dadurch, daß seine Bestandteile nicht nur vorübergehend in Zusammenhang stehen, sondern normalerweise ein längere Zeit ausdauerndes Pflanzenindividuum bilden, welches rechtwinklig septiert und — jedenfalls in reiferem Alter — von einer festeren äußersten Membranschicht umgeben ist. Die Einzelzellen des Thalloms pflegen nach Größe und Form etwas mehr zu variieren, als jene der Familie, lassen jedoch bei den uns beschäftigenden primitiven Formen keine Verschiedenheit ihrer funktionellen Bestimmungen erkennen.

Da der Unterschied zwischen Thallom und Familie hauptsächlich auf der größeren oder geringeren Ausdauer des Zellverbandes beruht, läßt sich zwischen beiden schwer eine feste Grenze ziehen und verschiedene Beobachter einer derartigen Alge werden je nach ihren persönlichen Erfahrungen leicht zu verschiedenen Auffassungen gelangen können, insbesondere bei solchen Arten, welche, wie z. B.

Pleurococcus vulg. MENEGH., nach einem Familien bildenden coccoiden Jugendstadium allmählich zur Thallombildung schreiten.

Ebensowenig läßt sich immer in unbestreitbarer Weise feststellen, ob eine Art als körperlicher oder fadenförmiger Organismus aufzufassen sei, weil gewisse Algen Familien oder Thallome von beiderlei Charakter bilden können.

Im speziellen Teile sollen die hierher gehörigen tatsächlichen Verhältnisse festgestellt werden, worauf die alte Frage, ob „*Pleurococcus vulg.*“ (unter welchem Namen frühere Autoren verschiedene, oder auch gar keine bestimmte Art verstanden haben) eine Fadenalge sei, zu einem Streit über Worte zusammenschrumpfen wird.

VII. *Protococcus olim.* — *Chlorococcum.*

Ein Überblick über die Literatur zeigt, daß die Bedeutung der hier in Frage kommenden Gattungsnamen im Laufe der Zeit mehrfache Veränderungen erfahren hat, ferner, daß sich neuere Algologen oft nur auf ihre unmittelbaren Vorgänger stützen und die Angaben der ursprünglichen Autoren ignorieren. Wenn wir uns aus dem solcherweise entstandenen Irrgarten herausfinden wollen, so erwächst uns die Aufgabe, durch eine auf die ersten Quellen zurückgehende Untersuchung zu prüfen, welche alten Namen zu erhalten sind, welche Bedeutung ihnen jetzt zukommt, und welche andere durch neue Benennungen ersetzt werden müssen. Ein solches Vorgehen erscheint um so nötiger, als sich allmählich die Anzahl unberechtigter oder überflüssiger neuer Gattungen und Arten derart vermehrt hat, daß sie geradezu ein Hindernis für das ohnehin schwierige Studium dieser Organismen darstellen.

Die Geschichte der kleinen Grünalgen ist schwieriger klarzustellen, als jene der großen Tange, weil den älteren Autoren die zur Definierung solcher Formen erforderlichen optischen Instrumente noch nicht zur Verfügung standen. Deshalb hatten die ersten Forscher keine Ahnung von der inneren Beschaffenheit solcher Algenlager, sondern es war ihnen für deren Beurteilung und Benennung nur das Aussehen und die gröbere physikalische Beschaffenheit maßgebend. Die aus der vormikroskopischen Zeit stammenden Namen: *Lepra*, *Lepraria*, *Byssus* l. c. sind infolgedessen schon seit längerer Zeit aus der Algensystematik gestrichen und finden teilweise nur noch in der Lichenologie Verwendung.

Auch das neu erfundene Mikroskop verbreitete nicht sofort helles Licht über unser Gebiet, sondern erst die durch Verbesserung dieses Instruments ermöglichten Fortschritte der Zellenlehre be-

gannen es allmählich aufzuhellen. Aus diesem Grunde haben die vor Mitte des vorigen Jahrhunderts aufgestellten Gattungen kleiner Grünalgen mit wenigen Ausnahmen nur insoweit Wert, als sie von späteren Autoren derart verbessert worden sind, daß sich erkennen läßt, welche Organismen der Benennung zugrunde lagen.

In jenen Fällen, in welchen die vorliegenden Beschreibungen und Abbildungen hierzu nicht genügen, kann uns auch die Existenz von Originalexemplaren nicht immer aufklären. Die in den Herbarien niedergelegten Proben mikroskopisch-einzelliger Algen sind nämlich nicht mit solchen größerer Formen zu vergleichen, denn sie enthalten kaum jemals nur eine einzige Art, sondern sind vielmehr, jedenfalls soweit die grünen Anflüge in Betracht kommen, häufiger aus verschiedenen Arten oder selbst aus Vertretern verschiedener Gattungen zusammengesetzt. Solche Proben stellen somit eigentlich kleine Pflanzensammlungen dar und werden zu Unrecht als „Exemplare“ bezeichnet.

Zu diesem Mißverhältnisse gesellt sich noch der weitere Umstand, daß die einzelnen Bestandteile der Exsikkaten auch nach dem Aufweichen nicht immer sicher zu beurteilen bzw. voneinander zu unterscheiden sind. Selbst da, wo diese Unterscheidung möglich ist, bleibt immer noch die Frage offen, welcher Bestandteil der Probe für den Autor maßgebend gewesen sei. Diese Frage ist aber dann nicht zu beantworten, wenn die Diagnose so wenig sagt, wie jene z. B. von *Protococcus viridis* AG.

Die Gattung *Protococcus* war bekanntlich von den neueren Algologen in Übereinstimmung mit WILLE¹⁾ bereits außer Kurs gesetzt. Nachdem aber dieser Autor²⁾ neuerdings auf Anlaß einer interessanten Untersuchung verschiedenen Materials aus AGARDH's Herbarium seine Ansicht dahin geändert hat, daß *Protococcus* AG. zu rehabilitieren und *Pleurococcus vulg.* NÄG. nunmehr *Protococcus vulg.* zu nennen sei, möge es gestattet sein, die *Protococcus*-Frage hier von einem anderen Standpunkte aus zu beleuchten.

Protococcus AGARDH³⁾ enthielt ursprünglich nur eine einzige Alge, nämlich den roten *Pr. nivalis* (= *Sphaerella niv.* SOMMERF., *Chlamydomonas nivalis* WILLE). Bald änderte AGARDH⁴⁾ aber die

¹⁾ WILLE, N.: in ENGLER's natürl. Pflanzenfam. I, 2. Leipzig 1897.

²⁾ Derselbe: Algologische Notizen. in: Nyt. Mag. Naturvidensk. LI. Kristiania 1913 p. 1—26.

³⁾ AGARDH, C. A.: Nova acta. Phys. Med. Acad. Caes. Leop. Carol. Natur. cur. 1824 p. 737.

⁴⁾ Derselbe: Systema Algar. Lundae 1824.

ursprüngliche Diagnose: „globuli liberi, non mucosi, colorati, terrestres“ durch Ausschluß des Wortes *colorati*¹⁾, um noch eine zweite Art, nämlich den grünen *Pr. viridis* mit der Diagnose: „globulis viridibus, ad muros vulgaris“ in die Gattung einschließen zu können.

Mit typisch roten Algen können nun grüne Arten offenbar nicht in eine und dieselbe Gattung zusammengestellt werden, so daß schon aus diesem Grunde AGARDH's Gruppe in der neuen Fassung überhaupt keine Gattung mehr war. Nebstdem aber ist nach Ausweis der Diagnose *Protococcus viridis* AG. nicht einmal sicher immer eine Alge, geschweige denn eine bestimmte Art, sondern bezeichnet nur den Inbegriff aller der verschiedenen rundlichen Pflanzenzellen, welche an Mauern vorkommen und gibt uns über die „neue Art“ nicht mehr Auskunft, als vergleichsweise die Angabe eines Laien, daß die Wiesen mit „Gras“ bewachsen seien.

An der Überzeugung, daß AGARDH gar keine bestimmte Alge im Auge gehabt hat, darf uns auch der Umstand nicht irre machen, daß WILLE²⁾ in einem von AGARDH als *Protococcus viridis* bezeichneten Exsikkate nur *Pleurococcus vulgaris* NÄG. gefunden hat. Sollte in diesem Falle auch keine Vermischung verschiedener Algen vorgelegen haben, was sich übrigens an Trockenmaterial kaum feststellen läßt, so ist doch dieser Befund als ein zufälliger aufzufassen, und zwar nicht nur aus den vorgenannten allgemeinen Gründen, sondern insbesondere aus Anlaß einer von GREVILLE³⁾ hinterlassenen Notiz. Eine von diesem Autor eingesendete Probe seines *Chlorococcum murorum* hat nämlich AGARDH gleichfalls für *Protococcus viridis* erklärt.

Ferner ergab WILLE's Untersuchung, daß eine von AGARDH als *Protococcus Monas* bezeichnete Probe zweierlei Algen enthielt, nämlich *Stichococcus bacillaris* nebst anderen mehr rundlich-ovalen Zellen; ferner daß ein Gemisch von rundlichen Angehörigen verschiedener Gattungen als *Protococcus glomeratus* bezeichnet war. Somit können diese letzteren Exsikkate der Gattung *Protococcus* noch weniger aufhelfen, als das zuerst erwähnte, und es fragt sich nur noch, ob es einem späteren Autor gelungen ist, sie lebensfähig zu machen.

1) Als „colorati“ bezeichnet AGARDH solche Algen, welche nicht grün, sondern in anderer Weise gefärbt sind. Andere Autoren, wie z. B. FRIES, bezeichnen aber richtiger alle Organismen als „colorati“, welche nicht ganz farblos sind.

2) WILLE: Algologische Notizen XXII—XXIV. in: *Nyt. Mag. for Naturvidensk.* 1913 Bd. 51 p. 7 ff.

3) GREVILLE, R. K.: *Scottish cryptogamic Flora* Vol. VI. Edinburg 1828. Text zu tab. 325.

Einen derartigen Versuch machte GREVILLE, indem er AGARDH's Gattung in rationeller Weise wieder auf die eine ursprüngliche (rote) Art beschränkte¹⁾. Hierin schloß sich ihm aber nur MENE- GHINI²⁾ an, während die übrigen Algologen die Verbesserung nicht anerkannten, da zu jener Zeit noch keine allgemein gültigen Normen für die Nomenklatur bestanden. KÜTZING³⁾ nahm AGARDH's unhaltbar erweiterte Fassung von *Protococcus* nicht nur wieder auf, sondern bereicherte sie noch in so unglücklicher Weise, daß eine ganz naturwidrige Gesellschaft von sowohl atmophytischen als hydrophytischen, grünen, blaugrünen und roten Organismen entstand, darunter solchen, deren Selbständigkeit zweifelhaft, oder deren Natur überhaupt nicht zu erkennen ist.

Spätere Autoren schlossen sich mehr oder weniger an KÜTZING an oder bezeichneten auch auf eigene Faust verschiedene ungenügend bekannte Algen als *Protococcus*-Arten. Wodurch sich *Protococcus* von *Chlorococcum* unterscheiden solle, war niemals recht klar.

RABENHORST (Flora europ. III, p. 56—57), welcher den Zellbau nicht viel besser kennt wie seine Vorgänger, schreibt den *Protococcaceen* freie Einzelzellen zu, welche nur außerhalb des Wassers ein pulveriges Lager bilden, eine grüne oder rötliche Farbe besitzen und keine „transitorische Gonidiengeneration“ bilden sollten, während die *Chlorococcaceenzellen* ein Chlorophyllbläschen (*vesicula chlorophyllacea*), einen seitlichen blassen (leeren?) Raum, einen hyalinen Hof und oft sehr erweiterte Tegumente besitzen, entweder einzeln frei oder zu mehreren geschichtet oder gehäuft leben und sich durch Schwärmer fortpflanzen sollten. Schließlich spricht dieser Autor die Vermutung aus, daß *Protococcus viridis* eine an trockenen Standorten vegetierende Form von *Pleurococcus vulgaris* sei.

Nach BORNET⁴⁾ herrschte eine Zeitlang die Annahme, daß die Zellen von *Protococcus* isoliert, jene von *Chlorococcum* aber zusammengehäuft lebten. Diese Alternative beruht aber, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, nur auf zufälligen Verhältnissen.

¹⁾ Demnach müßte bei streng historischem Vorgehen diese Art ihren ursprünglichen Namen *Protococcus nivalis* behalten und dürfte nicht *Sphaerella* oder *Chlamydococcus nivalis* genannt werden, wie zurzeit üblich ist, weil *Protococcus* (1824) die Priorität vor *Sphaerella* SOMMERF. und *Chlamydomonas* EHRENBG. (beide 1833) besitzt. Die Existenz letzteren Gattungsnamens dürfte aber durch Verjährung gesichert sein, weil er seit über 50 Jahren allgemein in Gebrauch ist.

²⁾ MENECHINI, J.: *Monographia Nostochinearum*. Torino 1843, p. 10.

³⁾ KÜTZING, F. T.: *Species Algar.* Leipzig 1849.

⁴⁾ BORNET, E.: *Recherches sur les gonidies des Lichens.* in: Ann. sc. nat. sér. V t. 17 p. 64.

FAMINTZIN ¹⁾ nennt runde oder auch deformierte Kulturprodukte, deren Chlorophyll „deutlich gesonderte Körner“ darstellt, *Protococcus viridis*, und HEDLUND ²⁾ bezeichnet Algen, deren kurze Beschreibung und schematische Abbildungen teils an *Cystococcus humicola*, teils an *Gloeocystis* spec. erinnern, als „*Protococcus* von *Gloeocapsa*-ähnlicher Form“.

Es wäre zwecklos, noch an weiteren Beispielen zu zeigen, in welcher Weise die Auffassungen der Algologen differierten, denn das Resultat ihrer systematischen Tätigkeit ergibt sich aus folgender Bemerkung des meines Wissens letzten Autors ³⁾, welcher verschiedene Arten der Gattung *Protococcus* aufzählt: „Die Selbständigkeit der einzelnen Arten ist sehr zweifelhaft ⁴⁾, viele sind nur Entwicklungsstadien anderer Algen und die meisten sind sehr schwer gegeneinander abzugrenzen.“

Nach alledem ist diese Gattung, welche von jeher „ganz unzusammenhängende Bestandteile umfaßte und dauernd zu Verwirrung Anlaß gegeben hat“, nach den Regeln der botanischen Nomenklatur ⁵⁾ endgültig aufzugeben. Wir haben uns in folgendem nur mit jenen Gattungsnamen zu befassen, deren Gebrauch in der Gegenwart als zulässig erscheint, und beginnen mit dem ältesten derselben.

Chlorococcum FRIES. ⁶⁾

„Granula libera, minima, colorata (viridia vel rubra) absque gelatina.“ Einzelne Arten unterscheidet der Verf. nicht, weil seiner

¹⁾ FAMINTZIN, A.: Die anorganischen Salze usw. in: Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg 1873 p. 43.

²⁾ HEDLUND, F.: Kritische Bemerkungen über einige Arten der Flechtengattungen *Lecanora* usw. in: Bihang till K. Svenska Vet. Acad. handlingar Bd. 18 1892.

³⁾ MIGULA, W.: Kryptogamenflora usw. 1907 p. 682.

⁴⁾ FALKENBERG (Die Algen im weitesten Sinne. 1882 p. 279) referiert sogar, daß es zweifelhaft geworden sei, ob es überhaupt selbständige *Protococcus*-Formen gibt, deren Entwicklungsgang abgeschlossen würde mit der Bildung von Zoosporen, welche, ohne jemals höhere Entwicklungsstadien zu zeigen, direkt in nur ruhende *Protococcus*-Zellen überzugehen vermöchten. Den letzten Zweifel, daß Algen von solcher Beschaffenheit existieren, werden aber wohl die Ausführungen vorliegender Arbeit zerstreuen.

⁵⁾ Internationale Regeln der botanischen Nomenklatur. in: Verh. d. intern. bot. Kongresses in Wien 1905. Jena 1906, Art. 5 Abs. 4 p. 68. Diese Regeln gelten allerdings in erster Linie für die Phanerogamen, ihre Grundgedanken lassen sich aber recht wohl auch auf die Kryptogamen anwenden.

⁶⁾ FRIES, E.: Systema orbis vegetabilis P. I. Lundae 1825. Bezüglich der Publikationszeit der Gattung *Chlorococcum* macht der Autor auf S. 356 die mir nicht verständliche Angabe: „S. M. 1820“.

Meinung nach sowohl Gestalt als Farbe dieser Alge je nach äußeren Einflüssen wechselnd sind. Als Synonymum wird *Protococcus* AGARDH genannt, und diese beiden Namen stimmen in der Tat darin überein, daß sie beide nur einen vagen Sammelbegriff für verschiedene kleine rundliche und gallertfreie Pflanzenzellen darstellen. Demnach könnte auch die Gattung *Chlorococcum* nicht anerkannt werden, wenn ihr nicht später durch GREVILLE¹⁾ ein bestimmter Sinn unterlegt worden wäre, welcher in den zwei ihr zugeschriebenen Arten zutage tritt. Die eine Art: *Chlorococcum vulgare* (viridissimum, late effusum, granulis confertissimis, rotundatis, quaternatis) ist später von MENEGHINI zur Gattung (*Pleurococcus*) erhoben worden, so daß sie hier ausgeschieden werden muß. Hierdurch ist die Gattung *Chlorococcum* aber noch nicht gefährdet, weil in der zweiten Art: *Chlorococcum murorum* (granulis viridibus, simplicibus, minutissimis, ovali-oblongis) ein sehr wohl charakterisierter Typus übrig bleibt. Wenn wir nämlich nebst der Diagnose auch die Beschreibung der Zellen (in form nearly globose to oblong, pellucid green) sowie die Wohnorte (on walls and stones frequent) berücksichtigen, so ist die Art sicher zu erkennen, da keine andere gallertfreie Luftalge bekannt ist, bei welcher alle diese Momente zusammentreffen²⁾. Diese Alge scheint nur deshalb in Vergessenheit geraten zu sein, weil sie von RABENHORST³⁾ den „species mihi partim ignotae, partim dubiae“ zugerechnet wird.

Bei dieser Sachlage sind wir nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, die Gattung *Chlorococcum* FRIES in GREVILLE's Emen-dierung anzuerkennen, und zwar mit dem Typus *Chl. murorum* GREV. Diesem müssen wir noch eine zweite, neue Art (*Chl. sociabile*) beigesellen, welche zwar in der äußeren Form etwas abweicht, in wesentlichen Punkten der inneren Organisation aber mit der ersteren übereinstimmt, so daß beide unter Umständen schwer voneinander zu unterscheiden sein können.

¹⁾ GREVILLE, l. c.

²⁾ *Protococcus ovalis* HANSG. (FOSLIE, Contributions etc. marine algae of Norway 1890), welcher in Felsspalten am Meeresufer vegetiert, gehört vielleicht zu dieser Art. Zellen von ähnlicher Form und Größe finden sich unter den Luftalgen sonst nur bei *Gloeocystis Naegeliana* ARTARI. Diese besitzen aber ein entschieden parietales Chlorophor und nebstdem immer eine ausgesprochene allgemeine Gallerthülle.

³⁾ RABENHORST, l. c. p. 57. Aus dem Umstande, daß der Autor die typische Art der Gattung *Chlorococcum* nicht kannte, ergibt sich auch, daß seine Auffassung dieser Gattung irrtümlich und unhaltbar geworden ist; RABENHORST's Diagnose von *Chlorococcum* ist untauglich, weil die Chlorophorenform nicht festgestellt ist.

Die Untersuchung und Beobachtung lebenden Materials dieser beiden Arten führte zu folgenden Diagnosen:

Chlorococcum FRIES. mut. char., GREVILLE emend.

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, liberae vel familias formantes; globosae vel ellipsoideae, superficie laevi; chlorophoro corporeo, nunquam evidenter laminiformi, centrali vel subcentrali instructae; partitione libera¹⁾ nunc in duas, nunc in plures partes dividuntur; propagatio partitionis vegetativae, nec non — in altera specie — zoogonidiorum ope peracta.

Chlorococcum murorum GREVILLE emend.

Strata viridia, nunquam rubescentia formans; cellulis ellipsoideis, subglobosis, rarius globosis, 4—10 μ latis, ad 15—17 μ longis, chlorophoro leniter viridi, irregulariter corporeo, subcentrali, cellulam non explente, pyrenoidem indistinctam includente; membrana tenui, nunquam evidenter incrassata nec mucescente praeditis; familiis nonnisi membranae matricialis ope colligatis; aplanosporis ellipsoideis; zoogonidiis ignotis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus tarde et parum tinguntur, intus punctulis minutis in succo sparsis notantur.

Hab.: Mesoatmophyticum, strata formans in locis non insolatis, praecipue ad ima monumenta vel saxa nec non interdum ad lignamenta vetusta et cortices, caeterum inter alias algas dispersum.

Abbild.: Unsere Figuren 1—10. Die immer gallertfreien Zellen sind meistens ellipsoidisch²⁾ oder eiförmig, seltener rundlich und überschreiten kaum jemals die oben angegebene Maximalgröße. Wegen der kleineren, etwas gelblich grünen und hell transparent homogenen, oft unsicher begrenzten Chlorophoren, welche den relativ großen Saft Raum teilweise freilassen, erscheinen die Zellen durchschnittlich heller als jene der übrigen Protopleurococcoiden. Das in der Einzahl vorhandene Pyrenoid ist oft sehr wenig auffällig, erhält aber durch Jodjodkali immer eine deutliche braune Umrandung.

Auf den ersten Blick werden wohl manche Beobachter geneigt sein, dem Chlorophor einen parietalen Charakter zuzuschreiben, und an getrockneten Exemplaren wird man in der Regel diesen Eindruck

¹⁾ [i. e. partitione intra cellulae matricialis membranam, quae ipsa non unacum dividitur.] Anm. des Herausg.

²⁾ Die verhältnismäßig größte, nämlich zwei Zellbreiten erreichende Länge fand sich an schwedischen Winterexemplaren, an welchen dagegen rundliche Formen sehr selten waren.

gewinnen. An frischem Material kann man sich aber durch Wechsel der Einstellung und durch Vergleichung einer größeren Anzahl von Individuen überzeugen, daß das Chlorophor in der überwiegenden Anzahl der Zellen deutlich mittelständig und nur ausnahmsweise etwas seitlich verschoben ist (Fig. 2), sowie daß es immer die Gestalt eines unregelmäßig begrenzten, aber ziemlich gleichmäßig nach 3 Dimensionen entwickelten Körpers und niemals einer der Zellwand anliegenden Platte hat. Aus diesem Grunde rückt das Pyrenoid auch niemals so nahe an die Zellwand heran, wie das im Falle eines Platten chlorophors öfters vorkommen müßte. Der Kern liegt auch immer in der Peripherie der Zelle.

Die Membran ist in der Regel dünn, nur ausnahmsweise mäßig verdickt, und verschleimt niemals. Die Teilung der Zellen liefert infolge ihres wandfreien Charakters sehr verschiedene Bilder. Man sieht bald zweiteiligen (Fig. 3), bald polygonal mehrteiligen (Fig. 5 u. 6) Inhalt, sowie auch rundlich-ovale Tochterzellen, welche mit freiem Spielraum im Lumen liegen. Die zweigeteilten Exemplare (Fig. 3) zerfallen meist sofort in Tochterzellen (Fig. 4); auch die Produkte der Mehrteilung werden oft durch sehr rasche Auflösung der Mutterzellhaut alle gleichzeitig frei; im Falle letztere aber etwas verdickt ist, bleibt sie noch eine Zeitlang erhalten, und die Teilzellen treten dann durch einen Riß aus als ellipsoidische Aplanosporen von durchschnittlich 2,2 u. 4,5 μ Größe (Fig. 7). Sie können sich schon in der Mutterzelle vergrößern, wachsen aber jedenfalls nach der Befreiung sofort wie vegetative Zellen weiter. Zoogonidien konnten nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

Durch Kongorot und Methylenblau wird die lebende Membran im allgemeinen wenig beeinflusst und färbt sich durch Brillantblau erst nach längerer Einwirkung. Auch der Zellinhalt ist gegen diesen Farbstoff eine Zeitlang resistent und zeigt erst nach mehrmals wiederholtem Zusatze allmählich schwach diffuse Färbung des Zellsaftes, oder auch sehr kleine, um das Chlorophor herum zerstreute blauviolette Körnchen (Fig. 8 u. 9). Einzelne Zellen können der Tinktion stundenlang widerstehen. Durch Zusatz einer Spur von Essigsäure wird nebst der Brillantblaufärbung des Inhaltes auch jene der Membran sofort aufgehoben.

Chl. murorum lebt meistens auf senkrechten oder verschieden-gradig geneigten, meist beschatteten Flächen, wie den unteren Teilen von Bäumen, Zäunen, Mauern, bisweilen aber auch auf horizontalen Steinplatten oder der Schnittfläche alter Wurzelstöcke und bildet die reichlichsten und relativ reinsten Lager bei Gegenwart einer

gewissen Menge stickstoffhaltiger organischer Zersetzungsprodukte: so insbesondere am Sockel und auf den Gesimsen großer Gebäude, welche von zahlreichen Tauben bewohnt werden. An solchen Orten kann die Alge auch längere Trockenheit und zeitweise Besonnung ohne Schaden ertragen. Nebstdem findet sie sich häufig vermischt mit anderen Algen, z. B. mit *Chl. sociabile* nob., *Stichococcus bacillaris* usw.

In Luftkulturen erwies sich die Art als ziemlich ausdauernd; in Wasserkulturen nahmen die Chlorophore bald ein körniges Aussehen an und begannen schon nach einer Woche zu degenerieren, erholten sich aber wieder, nachdem sie an die Luft zurück versetzt waren. Nach 4 Wochen anhaltender Immersion war die Alge größtenteils abgestorben.

Chlorococcum sociabile n. sp.

Strata viridia vel flava, nonnisi post mortem interdum rubescentia formans; cellulis plerumque exacte globosis, interdum subellipsoideis, 8—20 μ (raro ad 27 μ) crassis; chlorophoro globoso centrali, saturate viridi, fere totam cellulam explente, in circuitu subtiliter crenulato, incisura laterali et pyrenoide distincta donato; membrana subtenui, in statu quiescente modice incrassata; familiis primo membranae matricialis, tum septorum secundariorum ope colligatis; Aplano-sporis et zoogonidis (gametis?) rotundatis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus diffuso modo tinguntur et intus saepius punctis caeruleis manifestis circa chlorophorum ordinatis notantur.

Hab.: Obligoatmophyticum (usque fere mesoatmophyticum), tum symbiotice in lichenibus diversis, tum strata propria formans ad muros, saxa, lignamenta vetusta et cortices, caeterum inter alias algas (praecipue Apatococcum vulg.) persaepe dispersum.

Abbildungen bei WORONIN¹⁾ und in unseren Figuren 11—23.

Wohl entwickelte Exemplare dieser Art unterscheiden sich von *Chl. murorum* im allgemeinen durch größere Dimensionen, besonders durch eine vorwiegend regelmäßig kugelige Zellform und ein fast die ganze Zelle ausfüllendes meistens lebhaft grünes Chlorophor. Letzteres ist normalerweise an seinem Umfange fein und gleichmäßig gekörnt oder gezähnt und nur an einer seitlichen Stelle mit einer Delle für die den Kern beherbergende Vakuole versehen, welche Delle in geeigneter Stellung der Zelle einen „seitlichen Ausschnitt“ darstellt (Fig. 11). In der Mitte des Chlorophyll-

¹⁾ Vergl. Fußnote 2 auf p. 315.

trägers liegt ein gleichfalls kugeliges Pyrenoid, welches meistens unmittelbar deutlich zu sehen ist. Die Membran ist im allgemeinen etwas kräftiger als jene von *Chl. murorum*, erreicht aber auch an alten Zellen und in Trockenperioden niemals eine auffallende Dicke.

Junge Exemplare von *Chl. sociabile* haben oft so große Ähnlichkeit mit der vorigen Art, daß sie nur durch Schnellfärbung von dieser zu unterscheiden sind. Ausgebildetes Material ist aber nicht nur durch die cytologischen Eigentümlichkeiten, sondern auch durch das häufigere Vorkommen größerer Zellen und von septierten Familien charakterisiert.

Bleibt die Mutterzellhaut längere Zeit erhalten, so kann sie durch die Vermehrung und das Wachstum der in ihr eingeschossenen Tochterzellen „maulbeerförmig“ aufgetrieben werden, Fig. 13, 14, 15, wie FAMINTZIN und BARANETZKY¹⁾ bemerken. Hierbei pflegen die Zellplatten scheidewandähnlich zu erstarken, so daß die Tochterzellen auch nach schließlicher Auflösung der allgemeinen Membran vorerst in Zusammenhang bleiben (Fig. 16) und nur allmählich auseinander fallen. In anderen Fällen entstehen viele, oft nur 2,5 μ große unbewegliche Körner, deren weitere Schicksale nicht bekannt sind, während unter Umständen auch Schwärmer auftreten können. Diese treten einzeln durch eine Öffnung des Sporangiums aus, besitzen meistens eine runde Form von ca. 4,5 μ Durchmesser mit zwei gleichlangen Cilien, ohne Stigma. Bisweilen sah ich zwei Exemplare vereinigt schwärmen, konnte aber eine Kopulation nicht zweifellos feststellen. In einem scheinbar reinen Lager zeigten sich auch ovoide Schwärmzellen, deren Zugehörigkeit aber nicht sicher war.

Für Farbstoffe und insbesondere für Brillantblau ist diese Art erheblich empfänglicher als die vorige. Ihre Membran färbt sich bald so weit, daß sich ein diffuser violetter Schein über die ganze Zelle ausbreitet. An günstigem Materiale treten dann im Umkreise des Chlorophors zerstreute und im seitlichen Ausschnitt öfters gehäufte, mittelgroße, dunkelblaue Körner auf (Fig. 21 u. 22). Nach Zusatz von etwas Essigsäure verschwinden nicht nur diese, sondern auch die Membranfärbung. Durch Methylenblau, sowie auch durch Kongorot wird die Membran weniger beeinflusst, durch Chlorzinkjod färbt sie sich schwach violett, während der Inhalt dunkel braungrün erscheint. Nach genügendem Zusatze von Jodjodkali erscheint in dem durchaus braungelben Chlorophore das Pyrenoid als ein scharf

¹⁾ FAMINTZIN, A. u. BARANETZKY, J.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien- und Zoosporenbildung der *Physcia parietina*. in: Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg 1868 p. 57.

begrenzter — aber meistens nicht dunkel berandeter — etwas hellerer Körper. (In Fig. 23 z. T. dunkel berandet, z. T. nicht.)

Chl. sociabile war in allen *Physcia*- (inkl. *Parmelia*- und *Xanthoria*-) Arten, welche mir während dieser Untersuchungen vorgekommen sind, als Symbiont ¹⁾ festzustellen, ebenso an einigen anderen Flechtengattungen. Die Alge stellt somit einen jener von Ansehen schon lange bekannten Organismen dar, welche von den Lichenologen als „Gonidien“ oder spezieller „Chlorogonidien“ (WALLROT) bezeichnet wurden. Nach Aufklärung der Flechtennatur wurde die *Physcia*-Gonidie von DE BARY für *Protococcus viridis*, von BORNET und SCHWEDENER aber für *Cystococcus humicola* NÄG. gehalten; HEDLUND ²⁾ nennt sie vorsichtiger *Xanthoria*-Alge; die Benennung *Cystococcus* ³⁾ ist nämlich wegen des dieser Gattung eigentümlichen parietalen Chlorophors ebenso unhaltbar, wie die von ARTARI versuchte Identifizierung mit *Chlorococcum infusionum* MENEGH.

Von den in der Literatur vorliegenden Abbildungen der *Parmelia*-Gonidien stimmen, soweit deren vegetative Zustände in Frage kommen, die Figuren von WORONIN sehr wohl mit meinen Befunden an *Chl. sociabile* überein. Dagegen besitzt jene Alge, welche BEIJERINCK ⁴⁾ aus *Physcia parietina* herauskultiviert hat, mehr Ähnlichkeit mit dem später zu beschreibenden *Cystococcus silvaticus* nob. und ist, in Gesellschaft der Flechte lebend, wohl zufällig in die Kultur geraten. [*Cystococcus silvaticus* hätte wohl in Kapitel XI beschrieben werden sollen. Es fehlen alle Daten. Anm. d. Herausg.]

Nicht nur in regelrechter Symbiose lebt unsere Alge mit dem Flechtenpilze zusammen, sondern sie stellt auch in loser Vermischung mit ihm den Hauptbestandteil der meisten Soredien- und Lepraformen

¹⁾ Hier ist jedoch zu beachten, daß nicht alle Algen, welche bei der Untersuchung von Flechten gefunden werden, dieser Gemeinschaft angehören. Besonders ältere Flechten sind nämlich bisweilen äußerlich mit fremden Algen zufällig besetzt, am häufigsten wohl mit Spuren von *Apatococcus vulgaris*.

²⁾ In der Festschrift für KJELLMANN (1907) zitiert nach SCHRÖTER, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, p. 562.

³⁾ TTEBOUX, O. (Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1912 p. 74—75) hebt mit Recht hervor, daß sich diese Alge durch ein massives zentrales Chlorophor von *Cystococcus humicola* NÄGELI unterscheide, äußert aber unter Vorbehalt die Meinung, daß man den bisherigen Namen trotzdem beibehalten könne. An dieses ganz unmögliche systematische Verfahren schließt sich die offenbar nicht auf eigenen Untersuchungen, sondern nur auf Literaturangaben beruhende „Systematische Gliederung der Protococcales“ von BRUNNTHALER (in: Verh. d. zool. bot. Ges. Wien 1913) ohne weiteres an.

⁴⁾ BEIJERINCK, M. W.: Kulturversuche mit Zoochlorellen usw. Bot. Zeitschr. 1890, Taf. VII Fig. 4.

dar; ihre Zellen sind hier vielfach krankhaft verändert oder auch abgestorben.

Am sichersten ist *Chl. sociabile* in der Umgebung von *Xanthoria parietina* aufzufinden, wenn diese an senkrechten Felsen oder an Stützmauern, Widerlagern von Steinbrücken u. dgl. wächst. Hier bildet sie oft gut entwickelte, fast reine und nur von etwas Pilzmyzel durchsetzte grüne Lager, welche nach der Flechte zu allmählich durch Gelbgrün in Zitronengelb übergehen. Von dieser Gelbfärbung ist jedoch im Mikroskope nichts zu sehen; die Algenzellen erscheinen vielmehr hier rein grün und der Pilz ganz farblos, so daß wohl eine Imprägnierung mit Flechtenfarbstoff vorliegt, welche so schwach ist, daß sie nur in dickeren Schichten zutage tritt.

An solchen Lagern sind alle Stadien des Überganges von einfacher Gesellschaft vollständig normaler *Chl.*-Zellen mit Pilzmyzel bis zu ausgeprägter Symbiose (oder Parasitismus¹⁾?) so leicht zu beobachten, daß man sich der Annahme nicht verschließen kann, die Natur der Flechten wäre schon viel früher erkannt worden, wenn die Forscher sich mehr mit unmittelbarer Naturbeobachtung befaßt hätten.

Auch die Nachbarschaft der Flechte ist keine unerläßliche Bedingung für die Ausbildung halbreiner, wohlentwickelter Bestände unserer Alge, denn solche kommen bisweilen auch ganz selbständig vor, und zwar besonders an altem Holzwerke von Brücken oder Gebäuden und Zäunen, welche sich an Bachufern oder auf feuchten Wiesen befinden. Häufiger noch findet sich die Alge unter anderen Atmophyten zerstreut; insbesondere wird man sie selten in solchen *Apatococcus*-Anflügen vermissen, welche unterhalb der Höhe von ca. 2 m an Baumstämmen sitzen. Ihre Unterscheidung von Einzelzellen und Sporangien letzterer Art erfordert einige Aufmerksamkeit²⁾, ist aber auch an weniger günstigem Materiale durch Brillantblau und Jodjodkali sicher zu stellen.

Auch selbständig lebendes *Chl. sociabile* muß bei seiner allgemeinen Verbreitung jedem Forscher, welcher sich auch nur vorüber-

¹⁾ Zn dieser Auffassung neigt TREBOUX (l. c. p. 77 ff.) mit dem wohlbegründeten Hinweise auf teilweise Verkümmern der Flechtengonidien. Da aber nebstdem alle Übergänge zu normalen Verhältnissen vorkommen, ist die Art doch sicher zu erkennen.

²⁾ Dieser Umstand erklärt die Angabe des vorgenannten Autors (l. c. p. 76), daß Überzüge von „*Cystococcus humicola*“ (i. e. *Chlor. sociabile* nob.) bei Charkow bis in die Gipfel der Bäume hinauf reichten. Hier liegt zweifellos eine Verwechselung mit *Apatococcus vulg.* nob. vor, da nur diese einzige protopleurococcoide Art befähigt ist, in so luftiger Höhe größere selbständige Lager zu bilden.

gehend mit protopleurococcoiden Algen beschäftigt hat, notwendigerweise schon ins Gesichtsfeld gekommen sein. Um so mehr gilt das von solchen Autoren, aus deren umfangreicher literarischer Produktion man auf eine eingehende Untersuchungstätigkeit schließen könnte. Da nun CHODAT's Schweizer Algenflora wohl einen Status („*Cystococcus*“) (von *Pleurococcus vulg.* MENEGH.) aber keine Art anführt, welche man auf *Chl. sociabile* beziehen könnte, so ist wohl anzunehmen, daß dem genannten Autor die zentrale Lagerung des Chlorophors bei letzterer Art genügt hat, um sie mit *Cystococcus* oder *Pleurococcus* zusammen zu werfen. Es ist übrigens kaum möglich alle Rätsel zu lösen, welche uns die Literatur auf diesem Gebiete schon aufgegeben hat.

In Luftkulturen erwies sich die Alge ziemlich ausdauernd; auch in Wasser erhielt sie sich 1—2 Wochen ohne erhebliche Veränderung, dann trat aber körnige Entartung und Atrophie des Chlorophors ein, oft verbunden mit seitlicher Verschiebung, so daß solche Zellen von schadhafte Cystococcuszellen nicht mehr zu unterscheiden waren. Auch Jodjodkali wirkte dann in ähnlicher Weise, wie bei letzterer Alge, indem ein breiter dunkelbrauner Hof um das Pyrenoid auftrat. Nach 2 Monaten war die Alge immer größtenteils abgestorben und nach ca. 4 Monaten vollständig verschwunden.

Der bequemeren Vergleichung wegen wollen wir jetzt die historische Reihenfolge verlassen und hier eine der vorerwähnten, mit *Chl. sociabile* verwechselten Algen folgen lassen.

VIII. *Pleurococcus*.

Pleurococcus MENEGHINI¹⁾.

„Corpuscula subglobosa, vesiculis diaphanis inclusa, serius ordine quaternario partita, unaquaque parte propria vesicula plerumque vestita, mucositate omnino destituta, libere vagantia²⁾ vel in stratum crustaeforme aggregata.“ Dies MENEGHINI's Originaldiagnose.

Diese Gattung ist, wie schon bei *Chlorococcum* angedeutet wurde, aus dem durch Tetradenbildung gekennzeichneten *Chlorococcum vulgare* GREVILLE entstanden, indem MENEGHINI dieser nunmehr *Pleurococcus vulgaris* benannten Art noch zwei weitere grüne (*Pleurococcus angulosus* und *glomeratus*) sowie fünf blaugrüne Formen beigesellte.

Das wesentliche Kennzeichen, welches diesen meist ungenügend

¹⁾ MENEGHINI, J.: Conspect. alg. Ergan. 1837 p. 19.

²⁾ Aus dem weiteren Texte geht hervor, daß dieser Ausdruck nicht eine aktive Beweglichkeit, sondern nur eine zerstreute Lage freier Zellen bezeichnen soll.

beschriebenen Arten gemeinsam war, bestand in der Befähigung zu kreuzweiser Vierzellteilung. (Die Struktur des Zellinhalts war zu jener Zeit noch nicht bekannt und der Verschiedenheit der Chromatophorenfarbe wurde kein Wert beigelegt.)

Eine derartige Gattung wäre natürlich mit den zurzeit geltenden Nomenklaturregeln nicht in Einklang zu bringen, wenn sie nicht in dem seit mehr als 50 Jahren allgemein als Art anerkannten — wenn auch erst neuerdings richtig erkannten — *Pleurococcus vulgaris* einen charakteristischen Typus besäße, für welchen anderenfalls ein neuer Gattungsname ersonnen werden müßte.

Pleurococcus vulgaris (GREVILLE) MENEGHINI¹⁾.

„*Pleurococcus corpusculis viridibus, plerumque tetradymis, margine dilutiore cinctis, contentu multoties quadripartito, partitionibus vero-saltem postremis-invicem non discretis, in stratum viride crustaeforme aggregatis.*“ Dies die Originaldiagnose MENEGHINI'S.

Weitere Aufklärung geben die Figuren sowie die ausführliche Beschreibung. Nebst der Mannigfaltigkeit der Thallomgestaltung wird die Ähnlichkeit mit *Prasiola furfuracea* hervorgehoben und bemerkt, daß die Thallome von *Pleurococcus vulgaris* zwar auch flach zu sein scheinen, aber tatsächlich „*solida et subrotundata*“ sind. Nur dieser Umstand scheint MENEGHINI abgehalten haben, die Alge in die Familie der Prasiolaceen zu versetzen, da man dieser Familie früher ausschließlich flächenhafte Thallome zuschrieb.

Trotzdem MENEGHINI'S Beschreibung und Abbildung von *Pleurococcus vulgaris* auch ohne das Vorhandensein von Originalmaterial vollständig zur Wiedererkennung der Art genügt hätten, ist diese bis auf die neuere Zeit zumeist übersehen und fortgesetzt mit einer grundverschiedenen Alge verwechselt worden, welche NAEGELI²⁾ als

¹⁾ MENEGHINI: 1843, *Monographia Nostochinearum*. — Torino p. 30.

²⁾ NAEGELI, C.: Die neueren Algensysteme. Zürich 1847, p. 124 f. Die hier durch falsche Bestimmung geschaffene Homonymie kann natürlich nicht aufrecht erhalten bleiben. Das betrifft aber nicht nur die Art, sondern auch die auf sie begründete Gattung *Pleurococcus* NAEGELI. Letztere ist übrigens nicht nur nach dem formellen Gesetz der Priorität, sondern schon aus inneren Gründen unmöglich. Ursprünglich lautet nämlich deren ganz vage Diagnose: „*Pleurococcus* ist eine einfache sphärische (Grünalgen-) Zelle, welche sich durch wandständige Zellenbildung in 2—4 gleiche Tochterindividuen teilt.“ Zwei Jahre später (Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849, p. 64) wird sie jedoch in folgender Weise charakterisiert: „Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch, mit dünnen Wandungen, einzeln oder in kleine kugelige oder würfelförmige, freiliegende Familien vereinigt; Teilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt.“ Hiermit ist die ursprüngliche Diagnose durch Aus-

Pleurococcus vulgaris irrtümlich beschrieben hatte. Die auf NAEGELI nächstfolgenden Autoren¹⁾ haben sich nämlich im Vertrauen auf seine Autorität mit einer Prüfung der Angelegenheit nicht befaßt und nicht bemerkt, daß dieser Autor gar nicht MENEGHINI's Text, sondern nur die zugehörigen Figuren berücksichtigt hatte. Daß letztere zu jenen von NAEGELI nicht paßten, lag auf der Hand; so eingewurzelt war aber damals die vorgefaßte Annahme einer gewissen Einheitlichkeit der grünen Anflüge, daß NAEGELI gar nicht an die Möglichkeit dachte, seinem Vorgänger könnte eine andere Alge vorgelegen haben, sondern diesem von kurzer Hand einen Beobachtungsfehler zuschob mit den Worten: „Dem Verf. ist teils das gesetzmäßige der Zellenbildung entgangen, teils sind, namentlich in der Partie der Fig. 1 Organismen abgebildet, welche vielleicht Entwicklungsstadien von Flechten, gewiß aber nicht Formen von *Pleurococcus vulgaris* sind“. Dieser Tadel ist aber durchaus unbegründet, denn MENEGHINI's Abbildung enthält nicht eine einzige unrichtige oder artfremde Figur und könnte nur insoferne beanstandet werden, als sie nach totem Materiale hergestellt scheint und nicht den ganzen Formenkreis der Alge einschließt.

Es ist mir nun gelungen, ziemlich reine Bestände dieser im ganzen seltenen Alge an einer Reihe von Orten aufzufinden und durch fortgesetzte Beobachtung ihren Entwicklungsgang festzustellen, so daß in folgendem eine vollständigere Diagnose der Art, sowie der auf diese begründeten Gattung gegeben werden kann. Letztere kann jetzt unbedenklich zur Familie der *Prasiolaceae* (*Blastosporaceae* JESSEN-WILLE) gezogen werden, nachdem mittlerweile in *Gayella*

scheidung des Charakteristikums der Wandteilung und durch Zulassung polyedrischer Zellen noch weiter verändert, um in ihr auch eine ausschließlich mit wandfreier Teilung ausgestattete Alge (*Pleurococcus miniatus* NAEG.) unterbringen zu können. Dadurch erhielt die Gattung aber „ganz unzusammenhängende Bestandteile“. Um aus diesem systematischen Mißverhältnisse herauszukommen, müssen wir für NAEGELI's Alge eine neue Gattung aufstellen und werden sie unten als *Desmococcus vulgaris* beschreiben.

¹⁾ BORZI, A. (Studi algologici. Fasc. II 1895 p. 207) hat als erster die Identität von MENEGHINI's und NAEGELI's Alge in Abrede gestellt und zwar unter Berufung auf Originalmaterial des erstgenannten Autors, welches ihm zentrale Chloroforen zu enthalten schien. Diese Angabe griff CHODAT (Annals of Bot. 1897 und Algues vertes de la Suisse 1902) lebhaft auf und rechnete daraufhin alle mit ähnlichen Chlorophoren ausgestatteten, protopleurococcoiden Algen ohne weiteres zu *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. Die Gattung stellte er in den zitierten Publikationen zur Familie der Pleurococcaceae und proklamierte erst viel später (Polymorphisme 1909, p. 72) gleichsam als einen neuen Gedanken und ohne Erwähnung der klaren Angaben MENEGHINI's ihre Zuteilung zu den Prasiolaceae.

ROSENV. (*Prasiola crispa* f. *torta* nob.¹⁾) schon eine nach allen drei Richtungen des Raums wachsende Form dieser Familie bekannt geworden ist.

Pleurococcus MENEGH. emend.

Phycomata parenchymatoidea, cubico-bulbosa vel multiformia, pro tempore ramos breves, mox fatiscentes emittentia, e statu coccoideo bipartitionis parietinae cruciatim repetitae ope orta; cellulla chlorophoro centrali, irregulariter stellato et pyrenoidem singularem includente instructa. Propagatio fragmentationis spontaneae nec non aplanosporarum ope peracta. Zoogonidiis ignotis.

Pleurococcus vulgaris MENEGH. emend.

Thallus juvenilis laminiformis, postea corporeus, interdum ramificatus, interdum filiformis, minimus vel ad 110 μ latus, ramis unipluriseriatis, subtorulosis, nunquam aequaliter cylindraceis, cellulis vegetativis 2—12 μ latis, membrana manifesta donatis, nunquam rubescentibus; aplanosporangiis ad 26 μ , aplanosporis 4—6 μ latis.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus brevi tempore leviter in caeruleo-violaceum tinguntur, intus punctulis vel maculis irregularibus circa chlorophorum dispersis notantur.

Hab. polyatmophyticus, passim in locis demissis, minus insolatis, imprimis ad summos arborum radices humo non tectas nec non ad arborum, lignamentorum vetustorum, saxorum et murorum partes inferiores inter alias algas.

f. *pulveracea* (Kütz) n. f. (*Prasiola* pulv. Kütz) thallo exiguo, e cellulis minimis composito; cum forma principali fig. nostra 63, 71.

f. *imperfecta* n. f. majore pro parte coccoidea, rarius corpora minora formans; in locis siccioribus ad saxa et muros inter alias algas.

Nebst der Originalabbildung dieser Algen und unseren Figuren 54—77 sind auch jene anderen nach MENEGHINI erschienenen Figuren zu berücksichtigen, an welchen zu erkennen ist, daß sie hierher gehören. Zunächst ist zu bemerken, daß RABENHORST²⁾ nur eine teilweise Reproduktion der Originalfiguren bringt. KÜTZING³⁾ bildet f. *pulveracea* als *Prasiola*-Art ab. Unter den zahlreichen Figuren, welche CHODAT⁴⁾ auf *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. bezieht, befinden

¹⁾ BRAND, F.: Über die Beziehung der Algengattung *Schizogonium* zu *Prasiola*. Hedwigia 1914 p. 203.

²⁾ RABENHORST: Flora europ. algar. III. 1868 p. 3.

³⁾ KÜTZING: Tab. phyc. V tab. 39 fig. 1.

⁴⁾ CHODAT, R., 1902 l. c. und 1909 l. c.: Daß die Bedeutung dieser Figuren nicht immer zu erkennen ist, erklärt sich teils aus der flüchtigen Art ihrer Aus-

sich gleichfalls einige, welche als zugehörig zu erkennen sind. Eine sehr gute Darstellung verschiedener Entwicklungszustände gibt schließlich WILLE¹⁾, aber unter der Bezeichnung *Prasiola furfuracea*.

Die einfachste Erscheinungsweise und zugleich das Jugendstadium der Alge ist die durch Wandteilung sich vermehrende coccoide Form (Fig. 54–58). Sowohl die mehr oder weniger regelmäßig runden Einzelzellen dieser Form, als ihre Zwillinge und Tetraden können unter Umständen so sehr an *Desmococcus vulgaris* (*Pleurococcus vulg.* NAEGELI) oder auch an *Apatococcus vulg.* nob. erinnern, daß sie, falls der Zellinhalt nicht deutlich zu erkennen, oder pathologisch verändert ist, nur durch Tinktion sicher zu unterscheiden sind.

Die weitere Entwicklung verläuft in staunenswert ungebundener Weise. Unter günstigen Verhältnissen setzt sich die sukzedane Zweiteilung nach allen Richtungen des Raumes fort bis zur Ausbildung mehrschichtig flacher, abgerundet eckiger (Fig. 63), oder viel-

führung, teils aus dem zugehörigen Texte. In diesem hat nämlich der Autor den ohnehin schon genügenden Formenreichtum von MENEGHINI's Art sehr freigiebig vermehrt, indem er ihr auch tetraëdrische Teilungen, teilweise plattenförmige Chlorophore, die Befähigung zur Erzeugung von orangefarbigem und rotem Farbstoff, sodann Zoosporen und fakultative Gameten zuschreibt.

¹⁾ WILLE, N.: Neue algeologische Untersuchungen an der biologischen Station in Drontheim. 1906 tab. I fig. 1–29. Ein bestimmtes Kennzeichen von *Prasiola furfuracea* ist an keiner dieser Figuren zu finden. Die körperlichen Formen entsprechen vollständig dem *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. und das größte flächenförmige Thallom mißt nur 57 μ in der Länge, welche Dimension auch bei *Pleurococcus* nicht ausgeschlossen ist, während KÜTZING die Länge der Blätter von *Prasiola furfuracea* zu 1''' (2250 μ) und jene der kleineren *Pr. leprosa* zu $\frac{1}{8}$ '''— $\frac{1}{4}$ ''' (281–562) (281 μ) angibt. Nebstdem wird diesen beiden Algen ein Stiel zugeschrieben, von welchem an WILLE's Figuren nichts zu sehen ist, so daß sie höchstens ein frühes Jugendstadium von *Prasiola* darstellen können. Ob aber in einem speziellen Falle ein solches oder eine Vermischung von *Pleurococcus* mit *Prasiola* vorliegt, läßt sich nur an reichlichem lebenden Material entscheiden. Solches war mir niemals zugänglich, da diese kleinen *Prasiola*-Arten ausschließlich die Ufer nördlicher Meere zu bewohnen scheinen. Dagegen konnte ich mich sicher überzeugen, daß der binnenländische *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. niemals in eine der *Prasiola furfuracea* ähnliche Form übergeht. Auch die von anderer Seite geäußerte Meinung, daß *Pl. vulgaris* mit *Schizogonium* AUCTOR. (*Prasiola crispa* f. *simplex* nob.) in genetischer Beziehung stehe, konnte ich nicht bestätigen. Richtig ist, daß sich beim Zerfall solcher Fäden bisweilen coccoide Zellformen bilden, welche an jene von *Pl. vulgaris* erinnern. Diese gehen aber nach einigen Kreuzteilungen bald durch ausschließliche Querteilungen wieder in die regelmäßig cylindrische und oft sehr kurzellige Fadenform von *Pr. crispa* über. Trotz aller Bemühungen ist es mir niemals gelungen, eine organische Verbindung derartiger Fäden mit einem ausgesprochenen *Pleurococcus*-Thallome feststellen zu können.

gestaltiger bis nahezu kugliger, auch unregelmäßig knolliger (Fig. 65) Zellkörper, welche einen Maximaldurchmesser von über $100\ \mu$ erreichen können. In Trockenperioden gehen diese in einen Dauerzustand über, nehmen dabei ein etwas opakes Aussehen und eine unrein grüne Farbe an, so daß ich bei ihrer Entdeckung über die Natur ihres Farbstoffes in Zweifel war.

Von allen Thallomen können an beliebiger Stelle sproßähnliche Fortsätze entspringen. Sind diese am Grunde breit, mehrreihig und verdünnen sich dann konisch gegen eine einzellige Spitze zu, so entstehen Gebilde, welche für unsere Alge geradezu charakteristisch sind (Fig. 66 und bes. 67)¹⁾. Oft sind solche Äste auch durchaus einreihig, und können sich sogar verzweigen. Immer unterscheiden sie sich aber von den gleichmäßig cylindrischen Fäden der *Prasiola crispa* (*Schizogonium* Autor) durch eine verbogene und torulöse Form und enthalten auch niemals jene scheibenförmig kurzen Zellen, welche bei letzterer Art so häufig vorkommen; nebstdem erreichen die Äste keine nennenswerte Länge, sondern lösen sich entweder infolge des Absterbens von Zwischengliedern oder durch Abschnürung (Fig. 59, 62, KÜTZING l. c. fig. e) bald vom Thallome ab, um sich dann in verschiedener Weise selbständig weiter zu entwickeln. Unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen entstehen bisweilen auch rhizoid-ähnlich verdünnte Äste, welchen jedoch die klebrige Beschaffenheit echter Rhizoide abgeht. Unter diesen Umständen ist diese Art keinesfalls als Fadenalge aufzufassen.

Die ursprünglich vorhandenen flachen Tetraden (Fig. 69) können ihre weiteren Teilungen auch eine Zeitlang auf zwei Richtungen des Raums beschränken und so kleine einschichtige (Fig. 70) Flächengebilde entstehen lassen, deren größte Breite jedoch selten $20\text{--}30\ \mu$ überschreitet.

In anderen Fällen entstehen von vorneherein keine Tetraden, sondern kurze Zellreihen vom Charakter der oben beschriebenen Äste (Fig. 60, 61). Auch diese können sich in die verschiedensten anderen Thallusformen umgestalten, unter welchen das (ein- oder mehrreihige)

¹⁾ Einen ähnlichen Auswuchs zeichnet KÜTZING in den zitierten Figuren von *Prasiola pulveracea* unter b. Die Körperlichkeit dieser kleinen Thallome ist wegen der allzu schwachen Vergrößerung vom Autor nicht erkannt worden. Sodann zeigt CHODAT in „Polymorphisme“ Taf. II Fig. 7 ein Thallusfragment, welches sich einseitig in der Weise verjüngt, daß die Spitze auf zwei Zellängen nur einreihig ist. Die beigegegebene Erklärung „Filament qui passe au thalle plurisériel“ stellt aber das tatsächliche Verhältnis auf den Kopf.

rechtwinklig abgeknickte Thallom¹⁾ zwar nicht häufig, aber desto charakteristischer ist (Fig. 59).

Schon vom coccoiden Stadium an gehen Wachstums- und Teilungsprozeß in sehr ausgesprochener Weise ihre eigene Wege, so daß in einem Thallome der Durchmesser der Zellen bis auf $2\ \mu$ herabsinken kann (*f. pulveracea*) (Fig. 63), während er in anderen bis über $10\ \mu$ beträgt. Derartige Unterschiede bestehen bisweilen sogar an verschiedenen Abschnitten des gleichen Zellkörpers und machen dessen tetradisch-kubische Struktur undeutlich. In noch höherem Grade kann der morphologische Grundplan durch Aplanosporenbildung oder durch Absterben einzelner interkalärer Glieder gestört werden, indem die Nachbarzellen den so frei gewordenen Raum ausnützen und hierbei unregelmäßige Formen annehmen.

Alle diese verschiedenen Thallusformen finden sich kaum jemals in einem einzigen Bestande vereinigt, sondern je nach Jahreszeit, Witterungs-, Feuchtigkeitsverhältnissen und der Beschaffenheit des Wohnortes überwiegen die einen Formen, die anderen Formen bilden sich erst bei Veränderung jener Verhältnisse oder sind auch bei fortgesetzter Beobachtung nicht zu finden. So bilden sich kugelige Thallome z. B. in Trockenperioden resp. an trockenen Orten; große Feuchtigkeit fördert den Zerfall.

Der Bau der Zellen entspricht jenem der Prasiolaceen. Das je nach dem Zustande der Alge hell- bis dunkelgrüne Chlorophor füllt meist den größten Teil der Zelle aus. Für seine Form pflegt die übliche Bezeichnung „sternförmig“ noch weniger in wörtlichem Sinne zuzutreffen, als bei *Prasiola*. In der Regel zeigt die Zelle ein durch die knollig-lappige Oberfläche des Chlorophores hervorgerufenes fleckig marmoriertes Aussehen. Nur in solchen Zellen, deren Inhalt etwas verarmt ist und allgemein in jungen Aplanosporangien sieht man öfters Chlorophoren, welche als unregelmäßig sternförmig bezeichnet werden könnten. In dünneren Ästen sind sie aber oft so mangelhaft entwickelt, daß durch seitliche Verschiebung ihr zentraler Charakter verschleiert werden kann.

Das Pyrenoid ist wohl in vielen, aber nicht in allen Fällen unmittelbar zu sehen, läßt sich aber immer durch die im vierten Abschnitte angegebene chemische Behandlung nachweisen (Fig. 77, Behandlung mit Jod-Jodkali).

Die Membran ist an jungen Zellen ziemlich dünn, pflegt sich aber mit Zunahme des Alters merklich zu verdicken; ebenso ver-

¹⁾ Ein mehrreihiges Thallom dieser Art findet sich unter den zitierten Figuren von MENEGHINI, ein anderes bei WILLE 1906, l. c. tab. I fig. 11.

halten sich die Scheidewände, so daß ähnlich wie bei *Prasiola* mehr oder weniger deutliche Areolierungen (Fig. 63 annähernd, Fig. 65) entstehen können. An letztere Gattung erinnert auch das Verhalten gegen Chlorzinkjod, indem hierdurch die Innenschicht der Membran älterer Thallome samt den eventuell von ihr abgehenden Scheidewänden violett gefärbt wird, während die Außenschicht farblos bleibt (Fig. 76?)¹⁾. Am deutlichsten ist das an leeren Zellen zu beobachten. An solchen, sowie an aufgeweichten Exsikkaten und Glyzerinpräparaten ist die Außenschicht auch ohne Reagentien deutlicher zu erkennen, als an lebenden Pflanzen.

Die Vermehrung der Alge vollzog sich während meiner mehrjährigen Beobachtungen niemals durch Zoosporenbildung, sondern entweder durch spontane Abtrennung kleinerer oder größerer Thallustücke oder Einzelzellen (Fortpflanzungsakineten WILLE), sowie auch durch einen Vorgang, den wir als Aplanosporenbildung auffassen können.

Dieser wird durch eine Art von Zellverjüngung eingeleitet. Beliebige — entweder interkalare oder freie — Zellen vergrößern sich unter Abrundung und ihr Inhalt hellt sich auf, so daß in einem gewissen Stadium Chlorophor und Pyrenoid sehr deutlich hervortreten. Bisweilen sieht man dann auch einen größeren seitlichen Ausschnitt, ähnlich wie bei *Chlorococcum sociabile*. Die darauf folgende Teilung des Zellinhalts erfolgt aber nicht nach dem polygonalen Schema wandfreier Zellteilung, sondern trotz häufiger Unregelmäßigkeiten unverkennbar nach dem Prinzip der rechtwinkligen Schneidung wandständiger Septa. Man sieht Zwei- und Vierteilungen, welche auch das Pyrenoid betreffen, dann alle Stadien sukzedaner Mehrteilungen, niemals aber tetraëdrische Bildungen. Haben die Tochterzellen eine Minimalgröße von ungefähr $6\ \mu$ erreicht, dann können sie durch Auflösung der Septa selbständig werden. Sie erscheinen dann nicht mehr deutlich rechteckig, sondern runden sich nach einem vorübergehenden Stadium polygonaler Pressung allmählich ab und liegen schließlich frei in der mütterlichen Zellhaut, bis sie durch deren Sprengung oder Auflösung entlassen werden (Fig. 72 und 68).

Die Aplanosporangien sind von sehr verschiedener Größe und können einen Durchmesser von $15\ \mu$ erreichen. Wenn diese Größe

¹⁾ IMHÄUSER, J. (Entwicklungsgeschichte und Formenkreis von *Prasiola*. Flora 1899 p. 234) hat schon an *Pr. crispa* diese Erscheinung beobachtet, welche nach LÜTKEMÜLLER (Die Zellmembran der Desmidiaceen. in: COHN's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen) auch an einigen Desmidiaceen hervorgerufen werden kann.

erheblich überschritten wird, dann erscheint die Zelle hydropisch und zeigt ein relativ kleines, blasses und undeutlich begrenztes Chlorophor, so daß wir der Meinung von WILLE beitreten müssen, nach welcher solche „Riesenzellen“ dem Untergange geweiht sind. In Deckglaskulturen konnte ich mich überzeugen, daß die werdenden Aplanosporangien unter gewissen Umständen und zwar, wie es scheint, bei größerer Trockenheit in den vegetativen Zustand zurückfallen können. Ihr Inhalt verdichtet sich wieder, und sie verhalten sich fernerhin wie gewöhnliche Zellen.

Durch Brillantblau färbt sich die Membran allmählich schwach blauviolett bis dunkelblau (Fig. 73), an den Septis etwas rötlich violett; an den Aplanosporangien tritt diese Färbung etwas langsamer ein. Durch Essigsäure wird diese Tinktion zerstört, widersteht aber etwas länger als jene von *Desmococcus vulgaris*. Nach mehrfachem Zusatze der Brillantblaulösung treten auch im Innern der Zelle rings um das Chlorophor unregelmäßig zerstreute kleine, später auch größere, blaue Punkte und Fleckchen auf (Fig. 74). Schädigung und vollständige Durchfärbung der Zelle erfolgt erst ziemlich spät (Fig. 75), und die Membran erscheint nach ihrer schließlichen Selbstentfärbung kaum jemals so wasserhell, wie jene von *Apatococcus vulg.* Auch für Methylenblau ist die Alge gut empfänglich, weniger für Kongorot.

Pl. vulgaris lebt hier zu Lande nur in der Nähe des Erdbodens, meistens nur in kleineren Nestern unter *Desmococcus vulg.* und ähnlichen Algen. Größere, ziemlich reine Lager finden sich nur ausnahmsweise. Um solche aufzufinden, empfiehlt es sich in erster Linie die obersten, nahezu horizontal über der Erde verlaufenden Wurzelabschnitte alter Bäume abzusuchen. In deren Besiedelung teilt sich die Alge nämlich nicht selten mit Moosen, *Ulothrix flaccida* oder fadenförmiger *Prasiola crispa*. CHODAT's Angabe, daß letztere Alge immer in der Gesellschaft sei, hat sich keineswegs bestätigt. An stark beschatteten Baumstämmen und an etwas feuchtem verwitterten Holzwerke oder Gestein und Felsen kann *Pl. vulg.* auch um einige Dezimeter höher hinauf reichen.

Bezüglich der geographischen Verbreitung weisen die unter diesen Namen veröffentlichten Abbildungen nur auf die Umgegenden von Turin und des Genfer Sees hin. Die zu *Prasiola furfuracca* gerechneten Formen fanden sich an der Meeresküste Norwegens (WILLE) und Spitzbergens (BORGE)¹⁾ Verf. dieses fand die Alge seltener auf

¹⁾ BORGE, O.: Die Süßwasseralgenflora Spitzbergens. Kristiania 1911, p. 28. Hier nimmt der Autor auch Bezug auf Nr. 448b der Algenexsikkaten von WITTRÖCK u. NORDSTEDT, welches gleichfalls nur *Pleurococcus*-ähnliche Stadien enthielt.

der bayrischen Hochebene bei München, häufiger in der Gegend von Starnberg und besonders in den bayrischen Voralpen, dem bayrischen Walde und Fichtelgebirge, sowie in eingesendetem Materiale aus der Umgebung von Bozen in Südtirol und Stockholm in Schweden. Die Alge ist also wohl montan-boreal.

Auf der natürlichen Unterlage in mäßig feuchter Luft kultiviert, erhält sich die Alge oft mehrere Monate hindurch ohne erhebliche Schädigung, während sie bei stärkerer Befeuchtung ebenso wie in Wasser nach einiger Zeit entartete und schließlich ganz in kleine, nur ca. $4,5 \mu$ große Einzelzellen zerfiel. Weitere Entwicklung der vorhandenen Fadenansätze oder Neubildung solcher war in flüssigen Medien niemals zu beobachten¹⁾. Die reichlichsten und dünnsten Äste fanden sich in einer sehr alten, verkümmerten und schließlich vertrockneten Hauskultur.

IX. *Desmococcus*.

Desmococcus n. g.²⁾

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, chlorophoro lamini-formi parietali pyrenoide carente instructae; tum segregatae globosae vel subglobosae, tum bipartitione parietina in familias geminas, cruciatim quaternatas vel repetite quaternatas (Sarcinae modo constructas), interdum breviter filiformes coalitae.

Diese Gattung enthält nur die eine Art:

D. vulgaris (NAEG.) n. comb.

Pleurococcus vulgaris NAEG.³⁾, *Protococcus viridis* C. A. AGARDH, 1924??, WILLE 1913⁴⁾. *Pleurococcus Naegeli* CHODAT ex. p.⁵⁾.

¹⁾ Der in der äußeren Form einigermaßen an *Pleurococcus vulg.* erinnernde *Pseudopleurococcus* SNOW (Annals of Bot. Vol. 13 1899), welchen CHODAT (Bull. Herb. Boiss. 1899 p. 827) für identisch mit ersterer Alge hält, bildet nach SNOW nur in flüssigen Medien Äste und besitzt nach ausdrücklicher Angabe der Verf. parietale Chlorophore. Somit ist CHODAT's Annahme unbegründet. Das hat schon WILLE angedeutet (WILLE 1901: Studien über Chlorophyceen I—VII. „Meddeleser fra den biologiske Station ved Drøbak“. in: Vedenkabs. Selskabets Skrifter. Math. Naturv. Kl. 1900 p. 34). Er zieht (ENGLER-PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien. Nachtr. zu Teil I, Abt. 2 p. 86) SNOW's Alge zu der noch ganz unsicheren Gattung *Pleurastrum* CHODAT.

²⁾ Von *σφαῖρα* (lateinisch: sarcina), d. i. Bündel, wegen der Ähnlichkeit, welche die Familien mit kreuzweise verschnürten Paketen haben können. [Betr. dieser Gattung siehe das Nachwort der Herausgebers S. 353.]

³⁾ NAEGELI 1847, l. c.

⁴⁾ WILLE 1913, l. c. p. 37 (s. Kapitel VII S. 324 und Fußnote 2).

⁵⁾ CHODAT (Algues vestes 1902 p. 274f. mit Fig. 195—197) verwirrt die Charakteristik von NAEGELI's *Pleurococcus vulgaris* in ähnlicher Weise, wie wir dies

Cellulis 4—8 (raro — 11) μ latis, saepius in familias Sarcinae modo constructas, raro breviter uniseriatis coalitis; chlorophoris parietalibus, typice singulis, dimidium cellulae tegentibus, saturate viridibus, homogeneis et membrana manifesta, sed nunquam evidenter incrassata; zoogonidiis et aplanosporis deficientibus.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus sensim violascentes et intus saepe granulis manifestis juxta chlorophorum irregulariter ordinatis notantur, sed acido acetico apposito decolorantur.

Hab.: Meso-usque polyatmophyticus, strata formans in locis non insolatis ad murorum, rupium, arborum et lignamentorum vetustorum inferiores partes vel inter alias algas dispersus, nec non, ut videtur, symbiotice in lichenibus quibusdam ¹⁾.

Abbildungen bei NAEGELI ²⁾, GAY ³⁾ und in unserer Tafel Fig. 25 bis 39.

Diese Art ist von NAEGELI zwar unter einem unrichtigen Namen (*Pleurococcus vulg.* MENEGH), wie bei dieser Alge schon das näheren gezeigt wurde, aber so deutlich, wenn auch etwas schematisiert ⁴⁾, dargestellt, daß man sie in der Natur nicht verkennen kann. Über die verschiedenen Möglichkeiten der Familienbildung verbreitet sich der Autor sehr ausführlich und konstatiert insbesondere, daß immer aus einer Mutterzelle sich durch Wandteilung zwei Tochterzellen bilden, und daß die Teilungsrichtung in den drei Richtungen des Raumes abwechselte. Dieses ausnahmslose, allgemeine Gesetz realisiere sich aber in verschiedener Weise. „Entweder bilden alle Zellen einer Generation zu gleicher Zeit neue Zellen, oder die einen früher, die anderen später. Auch können sich die Zellen einer Generation

bei *Pl. vulgaris* MENEGHINI gesehen haben, indem er jener Alge *Trochiscia*-, *Microthamnion*- und *Hormotila*-Formen sowie auch Sporenbildung zuschreibt. Es ist deshalb seine Benennung nur teilweise als Synonymum anzuerkennen.

¹⁾ Aus einer Figur von STAHL (Beitr. zur Entw. d. Flechten. Leipzig 1877) scheint hervorzugehen, daß die als *Pleurococcus* bezeichneten Gonidien von *Thelidium minutulum* und *Endocarpon pusillum* unserer Art angehören.

²⁾ NAEGELI 1847, l. c. und 1849, l. c., Taf. IV Fig. E₂.

³⁾ GAY, F.: Recherches sur le developpement des Algues vertes 1891 tab. XIV fig. 137, (Fig. 136?).

⁴⁾ KÜTZING (Grundzüge der philos. Botanik 1851) erklärt in literarischer Kampfesstimmung, NAEGELI's Figuren zeigten alle nur, wie die Algen sein würden, wenn sie nach der Theorie dieses Autors gebildet wären. Dem ist entgegen zu halten, daß wenigstens bei den niederen Algen eine mäßig und sachverständig schematisierte Darstellung lehrreicher sein dürfte als das Verfahren solcher Autoren, welche die ersten im Gesichtsfelde erscheinenden Objekte wahllos abbilden oder belanglose Zufälligkeiten darstellen, wie das KÜTZING oft tat.

alle in einer Richtung teilen, oder nicht alle in gleicher Richtung. Durch diese Verschiedenheit geschieht es, daß die Körner (d. i. Familien) in Zahl und Stellung ihrer Zellen sehr mannigfaltig sind und unregelmäßig scheinen.“

Hierzu ist zu ergänzen, daß die Regelmäßigkeit des Familienbaues nicht nur durch die von NAEGELI angegebenen Ursachen gestört werden kann, sondern auch durch zufälliges Absterben einzelner Zellen, ganz besonders aber durch eine gelegentliche Einschränkung des Teilungsvorganges auf eine einzige Richtung. Nicht nur hierdurch können kurz fadenförmige Zellverbände entstehen, sondern bisweilen auch in einer Weise, welche an Sprossung erinnert, indem die Mutterzelle sich vor der Teilung einseitig konisch bis cylindrisch verdünnt (Fig. 34, 35).

Alle diese Fadenansätze erreichen aber niemals eine nennenswerte Länge, verzweigen sich auch nicht erheblich, sondern zerfallen ebenso bald, wie die anderen Familien. Sie entstehen auch nicht bei außergewöhnlich feuchtem Zustande der Alge, sondern finden sich mindestens ebenso häufig zu Zeiten der Trockenheit. Wir dürfen wohl annehmen, daß sich die normal allseitige Entwicklung der Familien unter dem Einflusse gewisser äußerer Einschränkungen — sei es in bezug auf Raum, Belichtung oder Befeuchtung — im Bereiche einzelner Zellen nur nach der jeweilig günstigen Richtung hin betätigt.

Andeutungen dieser Modifikation lassen sich an allen Beständen auffinden, wenn man mit der nötigen Ausdauer sucht. Sie charakterisieren sich aber immerhin als außergewöhnliche Gebilde, welche uns kaum berechtigen, *D. vulg.* als Fadenalge aufzufassen. Andererseits ist diese Abnormität doch nicht ganz bedeutungslos, weil sie bei anderen ähnlichen einzelligen Algen, so insbesondere bei *Apatococcus vulg.*, niemals vorkommt und somit eine charakteristische Eigentümlichkeit darstellt¹⁾.

Ferner ist unsere Art oft dadurch kenntlich, daß bei ihr einfache oder mehrfache Tetraden und größere Sarcina-ähnliche und niemals areolierte Familien vorwiegen, während Einzelzellen und Zwillinge in der Minderheit sind; in Regenperioden tritt jedoch auch hier oft rascher Zerfall der Familien ein.

Die Größe der Zellen stimmt innerhalb einer und derselben Familie nahezu überein und ist überhaupt nur mäßigen Schwankungen unterworfen. Ihr Durchmesser wechselt in der Regel zwischen

¹⁾ [auf Grund welcher Verf. diese Gattung von der folgenden trennt. Vergl. S. 353 Zusatz des Herausg.]

4 und 8 μ , und letzteres Maß wird nur ausnahmsweise etwas überschritten.

Die parietalen, derb schalenförmigen Chlorophoren sind in frisch geteilten Zellen nur in der Einzahl, kurz vor der Teilung aber zu zweien vorhanden und bedecken nur ausnahmsweise erheblich mehr als die Hälfte der Zellwand. In gut genährten Zellen sind sie von kräftig grüner Farbe und von homogener Beschaffenheit. Ein Pyrenoid ist auch durch Jodbehandlung nicht nachzuweisen. Die Membran ist von mittlerer Stärke, zeigt niemals eine erhebliche Verdickung und verschleimt auch niemals.

Die Vermehrung der Alge vollzieht sich ausschließlich durch Wandteilung und nachträglichen Zerfall der auf diese Weise entstandenen Familien. Von Zoosporen- oder Aplanosporenbildung fand sich niemals eine Spur.

Durch Brillantblau wird die Membran nebst den Scheidewänden bald violett angehaucht und später kräftiger gefärbt (Fig. 36, 37). Durch einen Tropfen Essigsäure verschwindet diese Färbung aber schnell soweit, daß die ganze Zelle graugrün erscheint. Diese Probe unterscheidet in zweifelhaften Fällen sicher von *Pseudendoclonium*-Zellen, weil sich deren Membran bei solcher Behandlung schließlich rot färbt, und genügt auch zur Unterscheidung von kleinen *Apatococcus*-Formen, deren lebende Membran Brillantblau überhaupt nicht annimmt. Unter günstigen Verhältnissen reagiert auch der Zellinhalt von *D. vulgaris* auf Brillantblau, indem im chlorophyllfreien Teil der Zelle einzelne mittelgroße blauviolette Körner erscheinen (Fig. 37). Für Kongorot und Eosin ist die Membran ebenfalls gut empfänglich, weniger für Methylenblau. Mit Jod-Jodkalium tritt allgemeine Gelbfärbung ein, die Chlorophoren treten gegen die Umgebung dunkler gelb hervor (Fig. 39).

D. vulgaris ist in unserem Gebiete sehr verbreitet, aber doch nicht in dem Maße, wie *Apatococcus vulgaris*. Er hält sich nämlich in der Regel nur an den unteren Abschnitten beschatteter vertikaler Flächen auf und geht nur an sehr schattigen Orten oder allgemein in feuchten Jahrgängen über ca. 1 m in die Höhe. In der Regel sind seine Lager auch weniger ausgebreitet als jene der folgenden Art.

In feuchter Luft läßt sich die Alge lange Zeit ohne allgemeine Schädigung kultivieren, geht aber bei anhaltender Trockenheit sowohl in der Kultur als im Freien allmählich zugrunde. In Wasserkulturen pflegen die Familien in Einzelzellen zu zerfallen, deren Inhalt mehrererlei Degenerationerscheinungen aufweist. Vorhandene Fadenansätze wachsen hierbei nicht weiter, auch entstehen keine

neuen. In kühl gehaltenen Wasserkulturen erhält sich *Desmococcus* durch etwa 2 Monate.

X. *Apatococcus*.

Apatococcus n. g.¹⁾

Cellulae chlorophyllaceae, muco non involutae, chlorophoris parietalibus, pyrenoide destitutis praeditae, tum singulae globosae vel subglobosae, tum bipartitione parietina in familias geminas, cruciatim quaternatas vel corporeas coalitae.

A. vulgaris n. sp.

Cellulis 5—17 μ (raro ad 20 μ) latis; chlorophoris typice singulis, leniter viridibus vel subflavescentibus, nunquam rubescentibus, subhomogeneis, fere totam cellulam tegentibus, incisura laterali typica carentibus; membrana tenui, nonnisi per exceptionem evidenter in-crassata; multiplicatio familiarum dilapsu, propagatio zoogonidiorum ope peracta.

Cellulae vivae pigmenti „Brillantblau“ ope extrinsecus non tinguntur, sed intus granulis delicatulis violaceis circa vacuolam centralem orbiculariter ordinatis notantur.

Hab.: Oligoatmophytice vivit persaepe in locis minus insolatis ad substrata sicca, imprimis ad cortices arborum nec non ligna, menta²⁾ vetusta, ad muros, saxa et interdum ad ferramenta rubiginosa. Fig. 40—53.

f. minor.

Differt a forma principali cellulis magnitudinem 10 μ vix superantibus, chlorophoris saepius granulatis.

Hab.: in locis umbrosis. Fig. 42, 47.

Diese Alge ist der Hauptrepräsentant jener grünen Anflüge, welche an Baumstämmen in einiger Höhe über dem Erdboden gefunden werden und muß deshalb jedem Beobachter von Luftalgen schon in die Hand gekommen sein. Daß sie trotzdem bisher noch nicht als eigene Art erkannt worden ist, erklärt sich aus der morphologischen Mittelstellung, welche sie zwischen den Protopleurokoccoiden einnimmt. Ihre Familien sind deshalb höchstwahrscheinlich entweder auf *Pleurococcus vulgaris* MENEGH. oder auf *Pl. Naegeli* bezogen, ihre freien Einzelzellen aber für eine „*Protococcus*“- oder

¹⁾ Von ἀπάτη, Täuschung. — [Bezüglich dieser neuen Gattung s. das Nachwort des Herausgebers S. 353.]

²⁾ [mentum, das Kinn; in der Bautechnik das Kinn des Kranzleists oder Hauptgesimses, wo der Regen abläuft.] Anm. des Herausg.

Chlorococcum-Art gehalten worden. Solche Irrungen, auf welche der hier vorgeschlagene neue Gattungsname hinweist, waren in der Tat bei Beschränkung auf die früheren Untersuchungsweisen kaum zu vermeiden und lassen sich nur durch Schnelfärbung und Jodprobe sicher ausschließen.

Nicht nur in bezug auf allgemeine Verbreitung, sondern auch hinsichtlich des Umfanges und der Dicke, sowie der pulverigen Beschaffenheit ihrer Lager nimmt *A. vulgaris* die erste Stelle unter den protopleurokokkoiden Algen ein, kommt aber ebenso häufig in unmerklich dünnen Anflügen, sowie in Vermischung mit anderen Aërophyten vor.

Die vegetative Vermehrung vollzieht sich nach demselben Grundplane, wie jene von *Desmococcus vulgaris*, jedoch überwiegen in der Regel Einzelzellen und Zwillinge gegenüber den größeren Familien. Letztere erreichen auch kaum jemals jene große Anzahl von Gliedern, welche sich häufig in den *Desmococcus*-Familien finden und sind auch durchschnittlich weniger regelmäßig gebaut. Die primären Tochterzellen teilen sich sehr häufig nicht gleichzeitig und auch nicht regelmäßig nach den verschiedenen Richtungen abwechselnd, sondern mit einer gewissen Willkür und erzeugen so auch jene Differenzen in den Dimensionen der Familienglieder, welche wir schon an den *Pleurococcus*-Thallomen kennen gelernt haben. Der sehr oft zu beobachtende einfachste Fall dieser Art besteht darin, daß sich nur die eine Tochterzelle teilt, wodurch eine aus einer großen und zwei kleinen Zellen bestehende dreiteilige Familie entsteht (Fig. 43).

Zu den schon bei *Desmococcus* angeführten Ursachen der Unregelmäßigkeit kommt bei *A. vulgaris* noch die Zoosporenbildung. Diese vollzieht sich vorwiegend innerhalb der Familien und die Entleerung der Sporangien wirkt dann ähnlich, wie das Absterben eines Familiengliedes. Nebstdem wird die Familienbildung unserer Art bisweilen auch durch ein beigeselltes Pilzmycel behindert, indem dieses einzelne Zellen oder kleine Zellgruppen umspinnen kann¹⁾. Schließlich kommen aus unbekannten Gründen gelegentlich schiefe oder auch etwas gekrümmte Scheidewände vor. Es scheint nun höchst bemerkenswert, daß trotz der aus alledem sich ergebenden

¹⁾ Dieses Verhältnis erinnert zwar an Soredienbildung, führt aber niemals zur Entstehung eines Flechtenthallus. Die an solche Lager angrenzenden Blattflechten enthielten niemals *Apatococcus*, sondern immer nur *Chlorococcum sociabile* als Gonidien. Der Flechtenpilz erwies sich für Brillantblau weniger empfänglich als das Mycel, welches *A. vulgaris* begleitete.

morphologischen Ungebundenheit, die Entstehung auch der kürzesten fadenförmigen Familien, wie sie bei *Desmococcus vulg.* auftreten, bei *A. vulgaris* niemals beobachtet werden konnte¹⁾.

Die Zellen besitzen typisch nur ein einziges Chlorophor, welches in Gestalt eines nahezu vollständigen Kugelmantels und ohne regelmäßigen seitlichen Ausschnitt der Zellwand anliegt. Diesen Zustand bekommt man aber selten zu Gesicht, weil schon vor Ausbildung des ersten Septums die Chlorophoren der Tochterzellen sich zu teilen pflegen (Fig. 40), so daß man in einer einzigen Zelle 2—4 Chlorophyllplatten findet.

In der Mitte der Zelle erscheint die zentrale Vakuole als runde hellere Stelle, welche an ein großes Pyrenoid erinnert und jedenfalls auch schon für ein solches gehalten worden ist. Sie ist aber nicht scharf begrenzt und durch Plasmolysierung (Fig. 49), sowie durch die Jodprobe (Fig. 53) läßt sich ihre wahre Natur feststellen. Auf letzterem Wege tritt innerhalb dieser hellen Stelle ein helleres Korn zutage, welches nicht immer zu sehen ist und höchstwahrscheinlich den Zellkern darstellt.

Die Chlorophoren sind normalerweise von nahezu homogener oder zart und unregelmäßig marmorierter Beschaffenheit und von matt hellgrüner bis leicht gelblich grüner Farbe, neigen aber sehr zu den in Abschnitt V. S. 297 ff. allgemein angedeuteten, akzidentellen Modifikationen.

Die Membran ist immer dünn und verdickt sich nur auf absolut trockener Unterlage, nämlich auf Eisen, ganz ausnahmsweise an einzelnen Zellen und zwar entweder nur einseitig oder auch allseitig. An den Familien, welche sich aus Zellen von letzterer Beschaffenheit bilden, bleibt bisweilen die äußere Verdickungsschicht der ursprünglichen Mutterhaut eine Zeitlang erhalten (Fig. 43), wodurch die Familie einem *Pleurococcus*-Thallome ähnlich wird. Auch Ähnlichkeit mit *Cystococcus* kann entstehen, wenn Zoosporen innerhalb des Sporangiums keimen, was nicht selten vorkommt. Gallertige Verquellung oder Verschleimung der Membran wurde niemals beobachtet.

Zoosporangien finden sich nicht zu jeder Zeit und fehlen jedenfalls im Winter; sie waren auch in Kulturen niemals zu erzielen. Im Freien pflegen sie gegen Ende des Monats März zu erscheinen und dann bis in den Sommer hinein öfters aufzutreten. Die Zoosporen entstehen durch wandfreie Polygonalteilung des Zellinhaltes

¹⁾ [Darauf begründet BRAND die generische Trennung beider Arten. Vgl. S. 353] Anm. des Herausg.

in mäßiger Anzahl (meistens zu 8) (Fig. 45). Sie sind von abgeflacht ellipsoidischer Form (Fig. 46) mit größtem Durchmesser von 4–5 μ , von schwach grüner Farbe, ohne Stigma, zeigen eine taumelnd drehende Bewegung und keimen ohne Copulation. Ihren Austritt konnte ich nur an einer einzigen Probe beobachten, welche während eines Frühlingsregens vor Tagesanbruch eingesammelt und dann sofort untersucht worden war (Fig. 46). Da die wenigen Schwärmer, welche ins Gesichtsfeld kamen, bald wieder verloren gingen, war Anzahl und Beschaffenheit der Cilien nicht festzustellen.

Für Farbstoffe ist die lebende Membran im ganzen wenig empfänglich und wird durch Kongorot nur schwach, durch Methylenblau gar nicht gefärbt. Durch Brillantblau werden nur abgelebte Membranen und abnormale Verdickungsschichten etwas beeinflusst, während die normale Zellhaut diesem Farbstoffe sehr lange, und zwar bis zum Beginn der Giftwirkung, widersteht. Dagegen ruft Brillantblau im Zellinhalte eine höchst eigenartige Erscheinung hervor, indem rings um die helle Zentralvakuole ein zierlicher Kranz sehr feiner, rötlich violetter Körnchen erscheint (Fig. 48, 50, 51). Nach weiterem Zusatze von Farbe vergrößern sich die Körnchen um ein wenig und werden allmählich dunkelblau, während sich die ganze von ihnen umringte Zentrallstelle schwach violett färbt. Auch Neutralrot oder Bismarkbraun wirken bisweilen in analoger Weise.

Der „Zentralkranz“¹⁾ ist nicht nur an erwachsenen, sondern auch an jungen Zellen bis zu 5 μ Durchmesser herab hervorzurufen. An kleineren erscheint er nicht mehr vollständig, sondern ist nur durch einige unregelmäßig perizentral gelagerte Körnchen angedeutet.

Nach allzulanger Einwirkung der Brillantblaulösung macht sich deren Giftwirkung in der Weise bemerklich, daß im Chlorophor unregelmäßige blauviolette Flecke auftreten und durch ihre Zunahme bald den ganzen Zellinhalt gleichmäßig durchfärben. Hierbei tingiert sich vorübergehend auch die Membran; diese hellt sich aber bald wieder spontan auf, so daß wir schließlich ein durchaus dunkel blauviolette Zelle, umhüllt von einer wasserhellen Membran, vor uns sehen (Fig. 52).

¹⁾ Ein hiermit vollständig übereinstimmendes Bild konnte bei keiner anderen einzelligen Luftalge erzielt werden. Bisweilen entstehen durch Brillantblau auch in anderen mit parietalen Chlorophoren ausgestatteten Arten annäherungsweise kreisförmig gelagerte Körner, welche jedoch einen Beobachter, der den Zentralkranz von *A. vulgaris* einmal gesehen hat, niemals täuschen werden. Dagegen kann eine letzterem ziemlich ähnliche Erscheinung auch an den Zellen der Fadenalge *Ulothrix crenulata* hervorgerufen werden.

Da sich die Brillantblau-Schnellfärbung von *A. vulg.* geradezu als der Schlüssel zum *Pleurococcus*-Probleme erwiesen hat, möge es gestattet sein, hier auf die im IV. Abschnitte schon im allgemeinen angedeuteten Hindernisse dieser Tinktion in spezieller Weise zurück zu kommen.

Nach längerer Wasserkultur ist der Zentralkranz nicht mehr zu erzielen, und auch Hauskultur in sehr feuchter Luft, sowie andauerndes Regenwetter im Freien wirken ungünstig, so daß dann nicht mehr alle Zellen reagieren. In solchen Fällen tritt die Erscheinung erst nach mehrfach wiederholtem Zusatze der Farblösung ein, und es kann unter Umständen ca. eine Stunde vergehen, bis periodische Nachfärbung einen Erfolg zeitigt. So lange sich noch keine Giftwirkung bemerkbar macht, darf man die Hoffnung auf Eintritt der typischen Reaktion nicht aufgeben. Eine solche ist übrigens an der forma minor unter allen Umständen schwerer und meistens nur bei einem Teile der Zellen zu erzielen.

Wassermangel ist weniger schädlich, so daß auch an erheblich trockenen Aufsammlungen noch einzelne Zentralkränze nachzuweisen sind. Dagegen sind Chemikalien, wie z. B. Formol oder Essigsäure definitiv hinderlich; in Glycerin schwindet der Körnerkranz ziemlich schnell, ebenso in reinem Wasser, ja sogar in allzu schwacher Brillantblaulösung. In den Sporangien tritt, sobald sie sich durch Beginn der Polygonalteilung als solche erkennen lassen, überhaupt kein Zentralkranz auf, sondern es erscheinen nur blaue Körnchen zwischen den Teilstücken eingestreut.

In ökologischer Beziehung ist bemerkenswert, daß bei *A. vulg.* der oligoatmophytische und zugleich autotrophe Charakter am entschiedensten ausgeprägt ist, indem sich seine verhältnismäßig reinsten und am besten entwickelten Bestände an senkrechten oder stark geneigten und nicht dauernd feuchten Flächen finden. Die Alge geht nicht nur an Baumrinde viele Meter in die Höhe, sondern wächst sogar gelegentlich an alten eisernen Geländern und Gittern und gedeiht noch an Stellen, welche der Morgen- oder Abendsonne ausgesetzt sind. Andererseits kann sie zeitweise überall bis auf den Erdboden herab auftreten, dauert aber jedenfalls an Stellen, an welchen das Regenwasser abzufließen pflegt und auf horizontalen Flächen, welche Wasser zurückhalten können, nicht länger aus.

Je mehr sich ihre Lager dem Erdboden oder einer anderen Quelle der Feuchtigkeit nähern, desto häufiger treten zuerst das mesoatmophytische *Chlorococcum sociabile* und weiterhin auch poly-

atmophytische Gesellschafter auf. Durch tiefe Beschattung wird sie ungünstig beeinflusst, wie ihre forma minor zeigt.

In mäßig feuchten Luftkulturen hält sich *A. vulg.* lange Zeit ohne wesentliche Veränderungen, geht aber in flüssigen Medien bald zugrunde.

[Nachwort des Herausgebers.]

Bei Vergleich der Diagnose von *Desmococcus* (S. 344) mit jener von *Apatococcus* (S. 348) kann ich meine Bedenken bezüglich der Berechtigung der generischen Trennung beider Arten nicht unterdrücken. Das Chlorophor von *Apatococcus vulgaris* ist viel größer und dicker, aber bei beiden ist es eine muldenförmige Platte ohne Pyrenoid; beide haben Wandteilung, die aber bei *Desmococcus* zu größeren Sarcinaartigen Verbänden, nicht selten auch durch Prävalieren der Teilung in einer Richtung zur Andeutung einer Fadenbildung führt; das sind aber nach meiner Meinung doch nur graduelle, nicht essentielle Differenzen, vorzügliche Species-, aber fragliche Genusunterschiede.

Den wichtigsten Anhaltspunkt zur generischen Trennung gäbe nach meiner Ansicht das Vorhandensein von Zoogonidien bei *Apatococcus*, deren Fehlen bei *Desmococcus*, — soweit bis nun bekannt! Das hat offenbar auch BRAND gefühlt und hat wohl darum gerade diese Differenz in die Genusdiagnosen gar nicht aufgenommen! Vgl. S. 319¹⁾.

(Sollten weitere auf der von BRAND gelieferten Basis aufgebaute Studien — ev. unter Zuziehung anderer verwandter atmophytischer und hydrophiler Species — dazu führen, beide Gattungen zu vereinigen, so wäre dann der (um 4 Seiten früher) publizierte Name *Desmococcus* beizubehalten und, da beide Species zurzeit den gleichen Speciesnamen haben, wäre dann *Apatococcus vulgaris* zweckmäßig etwa *Desmococcus apatococcus* zu nennen.)

14. Juli 1925.

Dr. STOCKMAYER.]

¹⁾ Vgl. auch die in dieser Hinsicht — soweit bekannt — verschiedenen beiden Species der Gattung *Chlorococcum*. S. 329 und 331.

Tafelerklärung.¹⁾

Tafel 11.

Vergrößerung 750:1. (1 mm der Figuren entspricht also 1,33 μ).

Chlorococcum murorum (Fig. 1—10).

Fig. 1 u. 2. Vegetative Zellen. (Fig. 2. Chlorophor ausnahmsweise seitlich verschoben.)

Fig. 3. Beginnende Zweiteilung.

Fig. 4. Zwei Tochterzellen.

Fig. 5—7. Aplanosporenbildung.

Fig. 8. Beginnende,

Fig. 9 vorgeschrittene Vitalfärbung mit Brillantkresylblau.

Fig. 10. Behandlung mit Jod-Jodkalilösung.

Chlorococcum sociabile (Fig. 11—23).

Fig. 11. Einzelne Zelle.

Fig. 12—15, 17, 18. Zellen in verschiedenen Teilungsstadien.

Fig. 16 a u. b. Auch nach Auflösung der Membran bleiben die Tochterzellen (Aplanosporen) zunächst in Zusammenhang.

Fig. 19. Wahrscheinlich eine hydropische Zelle.

Fig. 20. Vertrocknete Zelle.

Fig. 21. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau bei mittlerer,

Fig. 22 dasselbe bei hoher Einstellung.

Fig. 23. Jod-Jodkaliumbehandlung.

(Fig. 24 fehlt.)

Desmococcus vulgaris (Fig. 25—39).

Fig. 25—35. Die verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 36—38. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau. In Fig. 36 färbte sich nur die Membran, in Fig. 37 auch Granula im Zellinnern. Fig. 38 Durchfärbung.

Fig. 39. Behandlung mit Jod-Jodkalium.

Apatococcus vulgaris (Fig. 40—53).

Fig. 40. Einzelzelle, die Teilung des Chlorophors geht der Scheidewandbildung voraus.

Fig. 41—44, 47, 49. Verschiedene Stadien vegetativer Teilung.

Fig. 41. Wohl aus Zoosporen hervorgegangene vegetative Zellen.

Fig. 42. Wahrscheinlich *Forma minor*.

Fig. 43. Die äußere durch Vergrößerung der Familie geborstene Membran erhalten.

Fig. 45. Beginnende,

Fig. 46 vorgeschrittene Zoogonidienbildung.

Fig. 49. Plasmolysierte (oder vertrocknete?) Zelle.

Fig. 50 u. 51. Lebendfärbung mit Brillantkresylblau.

Fig. 52. Durchfärbung.

¹⁾ Auf Grund des Textes und einiger Notizen des Verf. zusammengestellt vom Herausgeber.

Fig. 53. Behandlung mit Jod-Jodkali. Innerhalb der hellen Mitte, die der Zentralvakuole entspricht, tritt ein Korn hervor (wohl Zellkern?).

Pleurococcus vulgaris MENEGH. (Fig. 54—77).

Fig. 54. Einzelne vegetative Zelle mit besonders deutlichem Chlorophor.

Fig. 55. Sehr kleine, wahrscheinlich aus Aplanosporen hervorgegangene Einzelzellen resp. Zwillings.

Fig. 56—62, 64, 69. Durch Wandteilung sich vergrößernde coccoide Form.

Fig. 65 u. 67. Größere körperliche Thallome.

Fig. 63 u. 71. Kleinere körperliche Thallome, beide der forma pulveracea sehr nahestehend.

Fig. 70. Aus einer Tetrade (wie Fig. 69) hervorgegangen, einschichtiges kleines Thallom.

Fig. 59. Besonders charakteristische Form mit rechtwinkliger Abknickung des fadenförmigen Fortsatzes. Dessen Ende schnürt sich ab.

Fig. 62. Fadenförmiger, kegelförmig verjüngter, sich abschnürender Fortsatz.

Fig. 66. Sproßähnlicher Fortsatz, kegelförmig verjüngt, am Grunde breit, 2-zellreihig, sehr charakteristisch.

Fig. 67. Ähnliche aber kürzere, sehr charakteristische, kegelförmige Fortsätze, aus 1—3 Zellen bestehend.

Fig. 68. Junges Aplanosporangium.

Fig. 72. Kleines rundes Thallom aus einer der Fig. 71 ähnlichen Form aber mit etwas größeren Zellen hervorgegangen; die Zellen haben sich abgerundet und werden durch Sprengung der (in diesem Falle recht dicken) Zellmembran frei.

Fig. 73. Vitalfärbung mit Brillantkresylblau, schwächer.

Fig. 74. Dasselbe, stärker.

Fig. 75. Dasselbe, Durchfärbung.

Fig. 76. Behandlung mit Chlor-Zink-Jod? Außenschichte bleibt ungefärbt.

Fig. 77. Behandlung mit Jod-Jodkalium.

