

ZUR  
MORPHOLOGIE DER CYANOPHYCEEN.

VON

DR. EDUARD TANGL,  
K. K. UNIVERSITÄTS-PROFESSOR IN CZERNOWITZ.

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 14. MAI 1883.

Die vorliegende Untersuchung betrifft eine Fadenalge vom Aussehen einer *Oscillaria*, die ich im März d. J. in einem kleinen, mit Brunnenwasser gespeisten Aquarium des hiesigen zoologischen Institutes auffand. Unsere Alge bildete mit einigen *Oscillaria*-Arten auf Stengeln und Blättern verschiedener Wasserpflanzen, sowie an den Glaswänden des Aquariums intensiv spangrün gefärbte Überzüge. In besonders üppiger Entwicklung trat dieselbe auf absterbenden Stengeln von *Ceratophyllum demersum* auf, deren Enden von den Fadenmassen fast vollständig eingehüllt wurden. Zur Reingewinnung des Untersuchungsmaterials wurden die mit reichlicher Algenvegetation bedeckten Stengel besagter Pflanze aus dem Aquarium in geräumige mit Brunnenwasser gefüllte Schalen übertragen. Diese Cultur ergab ein günstiges Resultat; binnen zwei Wochen war der Boden und die Wände der Glasschalen von einer dünnen Haut bedeckt, die sich später aneh auf die Oberfläche des Wassers fortsetzte und anfänglich fast nur aus den Fäden unserer Alge bestand, da die *Oscillaria*-Arten erst nachträglich zu üppigerer Entwicklung gelangten.

Der Darstellung meiner anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Befunde schicke ich voraus, dass ich die nach diesen beiden Richtungen näher untersuchte Alge als Repräsentanten eines neuen Genus ansehe und dieselbe im Folgenden als *Plaxonema oscillans* bezeichne.

### I. Anatomische Befunde.

Zur Orientirung über den Habitus des *Plaxonema oscillans* verweise ich auf die Fig. 1—3, die auf den ersten Blick bereits viele Übereinstimmungen mit bekannten Bauverhältnissen der Oscillarieen erkennen lassen. Im lebenden Zustande führen die Fäden sehr energische Bewegungen aus, indem dieselben, bei der Betrachtung unter dem Deckglas, mit ihren gebogenen Endtheilen pendelartig hin und her schwingen und dabei, wenn sie freiliegen, sich gleichzeitig in der Richtung ihrer Längsaxe fortbewegen, so dass man bei Betrachtung unter schwacher Vergrößerung irgend eine *Oscillaria*-Art zu sehen meint. (Um Anhäufungen von *P. oscillans*, die ich auf feneste poröse Thonplatten brachte, entstanden sehr schnell, gerade so wie um ein Aggregat von *Oscillaria*-Fäden, weit ausgedehnte strahlige Ausbreitungen.)

Die Durchschnittsgrösse der Fadenbreite ist  $0.0032^{\text{mm}}$ . Vollständig ausgebildete Fäden besitzen einen stark verschmälerten Endtheil; die Endzelle ist verschiedenartig gekrümmt (Fig. 1—3). Die cylindrischen Gliederzellen sind  $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ mal so lang als breit. Ihr Inhalt ist ein in der Regel vakuolenfreies, hellblaugrünes Plasma, dessen Färbung gegen den verschmälerten Endtheil an Intensität allmählich abnimmt. Gegen die Aussenwände der Zellen erscheint das Plasma durch eine dichtere, stärker lichtbrechende Randzone begrenzt, die an den Querwänden nicht sichtbar ist. Der mittlere, heller gefärbte, grössere und kleinere Körnchen einschliessende Theil des Plasmas ist gegen die erwähnte dichtere Randzone desselben ziemlich scharf abgesetzt (Fig. 4 a—i).

Die auch für *Oscillaria* charakteristischen stark lichtbrechenden Körnchen des Zellinhaltes treten bei unserer Pflanze in der Regel nur am Rande der Scheidewände, also innerhalb der peripherischen Zone des Plasmas auf (Fig. 4). Sie färben sich mit Jodpräparaten intensiv braun und zeigen bei der Tinction, in Übereinstimmung mit dem Verhalten der betreffenden Bildungen bei *Oscillaricen*,<sup>1</sup> das Verhalten der Chromatinkörper der Zellkerne.

Der innere, heller gefärbte Theil des Plasmas, ist in den meisten Zellen einer noch weiteren Differenzierung fähig, indem aus einem Theile desselben ein plattenförmig gestalteter Inhaltkörper hervorgeht, der durch seine intensive blaue Färbung sehr scharf aus der übrigen Masse des Plasmas hervortritt. Ich wähle zur Bezeichnung desselben den erst vor Kurzem von Schmitz<sup>2</sup> eingeführten Namen Chromatophor.

Ich habe folgende Einzelheiten in Bezug auf die Chromatophoren des *Pl. oscillans* ermittelt:

1. Die Chromatophoren treten nicht in allen Fäden und selbst nicht in allen Zellen desselben Fadens auf. (Fig. 1—4.)

2. Die Farbe des Chromatophors ist immer das reinste Blau. Der charakteristische Farbstoff dürfte somit reines Phycocyan sein.

3. In der spitzen Endzelle und den dieser zunächst liegenden verschmälerten Zellen sind nie Chromatophoren vorhanden.

4. Die Chromatophoren sind nicht etwa intensiver gefärbte Areale einer nicht weiter differenzierten Plasmamasse, sondern besonders ausgeformte Inhaltkörper. Die Auffassung findet ihre Stütze darin, dass die Chromatophoren aus dem Inhalt verletzter Zellen durch das Untersuchungsmedium oft herangeschwemmt werden, und dann durch längere Zeit als völlig freie, scheiben- oder plattenförmige Körper gesehen werden.

5. Die Chromatophoren besitzen die Gestalt ebener oder gekrümmter Platten. Die der ersteren Art liegen entweder in der Ebene eines medianen Längsschnittes der betreffenden Zellen oder sie nehmen gegen dieselbe eine geneigte Lage ein. Solche Chromatophoren stellen sich in ihrer Flächenansicht bei entsprechender Lage der betreffenden Zellen als hellblaue, die letzteren in ihrer ganzen Breite durchziehende Bänder dar (Fig. 4b die 2. und 5. Zelle, Fig. 4c die 3. Zelle). In der Profilansicht erscheinen sie als dünne, in der Mitte oft verdickte Stäbchen mit abgerundeten Fäden (Fig. 4b, die 1. und vorletzte Zelle, c, die 1. Zelle, d, die unterste Zelle). Es ist selbstverständlich, dass die Chromatophoren in der Profilstellung intensiver, als in der Flächenansicht gefärbt erscheinen.

Chromatophoren von der Gestalt gekrümmter Platten liegen im Zellraum stets stark excentrisch. Man kann zwei Hauptformen derselben unterscheiden. Sie treten nämlich theils den Seitenwänden der Zellen ange-

<sup>1</sup> Schmitz, Unterz. üb. d. Structur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen in Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Sitzung vom 13 Juli 1880. I, Sep.-Abdr., p. 41. Bei meinen Tinctionen ergab bei *Pl. oscillans* das beste Resultat Methylviolett nach vorheriger Fixirung in Chromsäure und weiterer Behandlung der Präparate nach der Methode Hermann-Flemming. Etwas weniger scharfe Bilder erhielt ich nach der Behandlung mit Pikrinsäure (Entfärbung und Fixirung) und Hämatoxylin-Ammoniak (Tinction). Mit Negrosin-Pikrinsäure nach der von Pfitzer angegebenen Methode (Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. 1, Hft. 1, p. 45) behandelte Fäden zeigen sehr deutlich die oben beschriebene Differenzirung des Plasmas. An solchen Präparaten sind in der hellblau gefärbten Randzone des Plasmas die dunkler tingirten Körnchen an den Scheidewänden sehr deutlich sichtbar. An der inneren Masse des Plasmas ist eine Färbung nicht zu bemerken.

<sup>2</sup> Schmitz, Die Chromatophoren der Algen, Bonn 1883, p. 1.

lagert auf, oder sie greifen mit einer Hälfte zugleich auf die Querwand über. Im ersteren Fall stellen die Chromatophoren in der Profilstellung gerade, der Seitenwand der Zelle genäherte, im letzteren zweiseitenkelig gebogene im Winkel zwischen der Quer- und Seitenwand liegende Stäbchen dar. (Fig. 4c, die 4. und 6. Zelle zeigen diese Chromatophoren in der Profilstellung; die halbe Flächenansicht zeigen die beiden oberen Zellen in Fig. 4d).

6. In den äusserst seltenen Fällen, wo im Plasma eine grössere Vakuole auftritt, habe ich die Chromatophoren stets im plasmatischen Theile des Inhaltes vorgefunden (Fig. 4, e, f).

7. Zellen mit zwei Chromatophoren gehören zu den seltensten Vorkommnissen (Fig. 4, g, h, i, k). Daraus möchte ich aber den Schluss, dass bei unserer Pflanze die Theilung der Chromatophoren nur gelegentlich stattfindet, und dass unter Umständen bei der Zelltheilung der Chromatophor nur einer Tochterzelle zufällt, so gut auch diese Auffassung mit den so auffälligen Verschiedenheiten der Zellen in Bezug auf das Vorkommen der fraglichen Inhaltskörper harmoniren würde, nicht ziehen. Denn es ist denkbar und aus Gründen der Analogie sogar sehr wahrscheinlich, dass jede Zelle unserer Pflanze mit einem Chromatophor ausgestattet ist, nur dass derselbe sich in gewissen Fällen, wegen der übereinstimmenden Färbung mit dem übrigen Zellinhalte, der unmittelbaren Wahrnehmung entzieht.

Die in der Fig. 4, g, h, k dargestellten Zustände entsprechen offenbar den Stadien nach eben vollzogener Theilung des Chromatophors. Im Sinne dieser Auffassung würde der in Fig. 4i dargestellte Befund die Deutung als eines noch späteren Stadiums, in dem die beiden Chromatophoren bereits nach der Lage der späteren Tochterzellen orientirt sind, zulassen.

Die behufs Nachweises des Zellkernes angewendeten, anerkannt besten Tinctionsmethoden ergaben ein völlig negatives Resultat und damit zugleich die Giltigkeit des von Schmitz<sup>1</sup> ausgesprochenen Satzes der Kernlosigkeit des Plasmas der Cyanophyceen auch für unsere Pflanze.

Zum Schluss dieser Schilderung will ich noch erwähnen, dass die Fäden nach Aussen von einer äusserst dünnen, am lebenden und dem durch Reagentien getödteten Object, kaum sichtbaren Scheide begrenzt sind. Ich werde auf die Fadenscheide im zweiten Abschnitte meiner Darstellung noch zurückkommen.

Überblicken wir die im Vorhergehenden behandelten Einzelheiten, so ergibt sich, dass unsere Pflanze mit den Arten der Gattung *Oscillaria* eine unverkennbare Ähnlichkeit besitzt. Freilich bleibt trotz aller Übereinstimmung das Auftreten eines Chromatophors eine so charakteristische Eigenthümlichkeit der beschriebenen Pflanze, dass es wohl gerechtfertigt ist dieselbe mit Benützung des Chromatophors als generischen Merkmals, von *Oscillaria* als Art eines besonderen Genus abzuzweigen. Ich habe dieses *Placonema*, von  $\pi\lambda\alpha\tau\tau\acute{\iota}$ , die Platte, benannt, um das Vorhandensein eines plattenförmigen Chromatophors anzudeuten.

Da das Chromatophor bei *P. oscillans* in einem diffus blau-grün gefärbten Plasma auftritt, so scheint mir die Annahme einer völligen Homologie desselben mit entsprechenden Bildungen der ächten Algen (Chlorophyceen, Phaeophyceen, Rhodophyceen) kaum zulässig zu sein. Dass aber dem Plasma der Cyanophyceen wenigstens auf gewissen Entwicklungsstadien die Fähigkeit zu noch weiter gehender und sogar mit derjenigen der ächten Algen übereinstimmenden Differenzirung zukommt, entnehme ich aus Aufzeichnungen von Bornet und Thuret. Bornet<sup>2</sup> entwirft bei der Beschreibung der aus den Sporen des *Nostoc Linkia* bei der Keimung derselben direct hervorgehenden Hormogonien folgende den Zellinhalt betreffende Schilderung: „Les articles des filaments destinés à ce mode de multiplication immédiate et rapide cessent d'être à peu près homogènes et uniformément verdâtres. La matière colorante semble se séparer du protoplasma et se rassemble en gros granules rougeâtres tres réfringents.“ Seine Fig. 4, 5, 6, 10 auf Taf. XXVIII zeigen innerhalb eines farblosen Plasmas rothe Körner und der Seitenwand der einzelnen Glieder des Hormogonium anliegende, zum Theil auf die Querwände übergreifende Platten von derselben Färbung. Vom Inhalt der Sporen der *Noctularia*

<sup>1</sup> L. c. Sitzung von 13. Juli 1880, p. 41. Die Chromatophoren der Algen p. 9.

<sup>2</sup> Notes Algologiques. Paris, 1880, Fasc. II, p. 88.

*litorea* geben ferner Bornet und Thuret<sup>1</sup> ausdrücklich das Auftreten grünlicher (verdâtres) Kügelchen in einer farblosen Flüssigkeit (wohl nur das Plasma) an, und dass eine gleichmässige grüne Färbung desselben erst mit dem Beginn der Keimung sichtbar wird. Es ist also evident, dass die beschriebene *Plaxonema*-Art, in der allerdings sehr kleinen Reihe der bisher bekannten in näheren Betracht kommenden Differenzierungszuständen des Plasmas der Schizophyceen, eine intermediäre Stellung, natürlich nur in rein anatomisch-descriptivem Sinne, einnimmt.<sup>2</sup>

Wenn Schmitz<sup>3</sup> aus der allerdings sehr grossen Reihe von Einzelfällen, in denen das Plasma der Cyanophyceen eine gleichmässige Färbung erkennen lässt, den Schluss zieht, dass diesen Thallophyten die Chromatophoren gänzlich fehlen, so erscheint diese Verallgemeinerung nach dem oben Gegebenen nicht zutreffend. Ich kann daher diesen Abschnitt mit dem Satze schliessen, dass das Fehlen der Chromatophoren nicht als allgemeines, allen bekannten Cyanophyceen zukommendes Merkmal angesehen werden darf.

## II. Entwicklungsgeschichtliche Befunde.

Auf dem ursprünglichen Standorte und in den Eingangs erwähnten Culturen erfolgte die Vermehrung der Fäden, in Übereinstimmung mit den Oscillariaceen, durch den Zerfall in kurze, allmählich zur früheren Fadenform auswachsende Fragmente. Die Abgliederung dieser Fadenstücke wird durch die Bildung tochter Zellen eingeleitet, die an einzelnen Fäden unabhängig von der Länge derselben in sehr wechselnder Anzahl auftreten. Im Folgenden sollen diese absterbenden Fadenzellen, die wie bekannt zahlreichen nematogenen Cyanophyceen eigenthümlich sind, als Neeriden bezeichnet werden. Der desorganisirte, gleichmässig körnige Inhalt der Neeriden zeigt anfänglich eine rein chlorophyllgrüne Färbung (Fig. 5). Die convexe Hervorwölbung der freien Endflächen der zunächst liegenden intacten Fadenzellen weist unmittelbar auf den turgorlosen Zustand der absterbenden Zellen hin. Gelegentlich wurde auch der grüne Inhalt der Neeriden in deutlich contrahirtem Zustande vorgefunden (Fig. 5c). Die Fälle einer gleichzeitig stattfindenden Umbildung zweier unmittelbar zusammenhängender Fadenzellen zu Neeriden sind ziemlich selten (Fig. 5b, d). Auf späteren Stadien sind vom Inhalt der Neeriden nur noch die grösseren glänzenden Körner sichtbar (Fig. 6). Die durch Zerreißen der membranösen Hülle der Neeriden zu Stande kommende Isolirung der Fragmente erfolgt jedenfalls nur unter Mitwirkung äusserer Agentien, da die zergliederten Fäden bewegungslos sind. An isolirten Fragmenten sind die Überreste der Neeriden noch eine Zeitlang sichtbar (Fig. 7a). Das Plasma an die Neeriden unmittelbar angrenzender Fadenzellen grenzt sich gegen die spätere freie Endfläche des Fragmentes durch eine dichtere Randzone ab, die in diejenige in den Seitenwandungen der betreffenden Zellen übergeht (Fig. 5, 6). Die Unterschiede in der Vertheilung der grösseren Körner im Inhalte der Endzelle eben erst isolirter Fragmente und solcher, die bereits einen Zuwachs an Zellen erhalten haben, ergeben sich aus der Vergleichung der Fig. 7a und b. Näheres Detail über die Zelltheilungsfolge beim Wachstum der Fragmente, durch welches dieselben die typische Fadenform annehmen, habe ich nicht ermitteln können.

In Culturen am Objectträger verlieren die unter dem Deckglas befindlichen Fäden in kurzer Zeit ihre Beweglichkeit, worauf an denselben die im Folgenden darzustellenden Veränderungen zu Stande kommen. Diese sind von zweifacher Art. Es zerfallen nämlich die Fäden entweder in die einzelnen Zellen, oder es entstehen an gewissen Stellen der ersteren kleine, gewöhnlich kugelige Zooglooen, deren gallertartige Hüllmasse eine wechselnde Anzahl kürzerer und längerer Fadentheile einschliesst. Dass diese Gestaltungsvor-

<sup>1</sup> l. c. p. 125 und Taf. XXIX, Fig. 3.

<sup>2</sup> Bei obigen Betrachtungen habe ich das von Zopf (Bot. Centralblatt 1882, Bd. X, p. 34. Zur Morphologie der Spaltpflanzen, Leipzig 1882, p. 49 ff.) entdeckte und von ihm als eine Cyanophycee beschriebene *Phragmonema sordidum* nicht berücksichtigt, da diese Alge nach Schmitz (Chromatophoren der Algen, p. 9 und 171) an Seite der Bangiaceen und Schizogonaceen zu den Chlorophyceen gehört.

<sup>3</sup> Chromatophoren d. Alg. p. 9.

gänge durch dieselben Ursachen wie der Verlust der Beweglichkeit hervorgerufen werden, ist daraus zu entnehmen, dass in Culturen im Hängetrophen, wo der bewegliche Zustand sich länger erhält, der Zerfall der Fäden, resp. die Bildung der Zoogloeen unter sonst gleichen Bedingungen auffallend später erfolgt. Näheres über diese Beziehungen dürfte sich aus folgenden Daten ergeben. In Objectträgerculturen, die in den ersten Nachmittagsstunden angelegt wurden, habe ich fast regelmässig am nächsten Tag zwischen 8 und 9 Uhr des Vormittags sämtliche Fäden in bewegungslosem Zustand vorgefunden; die meisten derselben waren dazu noch in der bereits angegebenen Weise verändert. In Culturen im Hängetrophen habe ich zergliederte Fäden und Zoogloeen in der Regel erst nach 4—5 Tagen beobachtet. Bei der Untersuchung des Verhaltens zur Ruhe gekommener Fäden habe ich die rascher zum Ziele führende Cultur am Objectträger derjenigen im Hängetrophen vorgezogen. Als Culturmedium wurde Regen- oder Brunnenwasser verwendet, zu dessen Zuleitung unter das Deckglas ein vorher sterilisirter Filtrirpapierstreifen benützt wurde.

Das erste sichtbare Symptom eingetretener Veränderungen an den Zellen bewegungslos gewordener Fäden besteht darin, dass das Plasma derselben in seiner ganzen Masse eine feinkörnige Beschaffenheit annimmt. Von den früheren Inhaltskörpern bleiben nur die glänzenden Körner an den Querwänden sichtbar; die Chromatophoren werden aufgelöst oder entziehen sich, was ich als wahrscheinlicher annehme, der Beobachtung dadurch, dass dieselben eine mit dem umgebenden Plasma übereinstimmende Färbung annehmen (Fig. 8, 9 n. A.).

Die in ihrem Aussehen so stark veränderten Fäden zerfallen zunächst in Fragmente von verschiedener Länge, deren Abgliederung nicht durch Vermittlung von Necriden, sondern dadurch eingeleitet wird, dass stellenweise durch entsprechendes Auseinanderrücken der Zellen helle Zwischenräume oder Interstitien zwischen denselben zum Vorschein kommen (Fig. 8 bei z). Nach Aussen sind diese scheibenförmigen Interstitien durch sehr feine Contourlinien begrenzt, die der an dieser Stelle später einreissenden Fadenseide entsprechen.

Vollständig ausgebildete Fäden zerfallen durch den geschilderten Vorgang in Fragmente von zweifacher Ausbildung, da die abgegliederten Endstücke im Gegensatze zu den übrigen Fadentheilen aus ungleichartigen Zellen zusammengesetzt sind. In allen meinen Culturen erfolgten an den relativ kurzen, den Endtheilen der Fäden entsprechenden Fragmenten keine anderen Veränderungen als solche, die mit dem allmählichen Absterben derselben zusammenhängen.

An den längeren, aus gleichartigen Cylinderzellen bestehenden Fragmenten habe ich oft das Zerfallen derselben in die einzelnen Zellen beobachtet. Die Zergliederung beginnt bald an einem Ende (Fig. 9a), bald in der Mitte der Fäden, in diesem Falle nach den beiden Enden derselben gleichmässig fortschreitend (Fig. 9b). In den Vorstadien markiren sich die Trennungsstellen als helle Interstitien, die denjenigen entsprechen, die vor dem Zerfalle der Fäden in längere Fragmente in entsprechend grösseren Abständen sichtbar werden.

Die isolirten Zellen besitzen die Gestalt eines Cylinders mit planen Endflächen. Eine convexe Hervorwölbung der freien Querwand der Endzelle längerer Fragmente habe ich nur in den seltensten Fällen beobachtet. Diese Befunde lassen die Deutung zu, dass mit beginnendem Zerfalle der Fäden in den Zellen derselben eine Verringerung des früheren Turgors zu Stande kommt. Im Zusammenhange damit betrachte ich es als im hohen Grade wahrscheinlich, dass das Erscheinen der hellen Querzonen, welches dem Zerfalle der Fäden vorausgeht, durch die elastische Contraction der noch innerhalb der Scheide befindlichen Zellen in der Längsrichtung, in Folge der Turgorabnahme bedingt sein könnte.

Die in den Culturen beobachteten Zoogloeen stellten in der Mehrzahl der Fälle terminale oder intercalare Bildungen dar.

Die in terminalen Zoogloeen auftretenden Fadentheile sind in der Regel zerstreut liegende ein- oder zweizellige Fragmente derselben (Fig. 10). In relativ seltenen Fällen befindet sich in der Hüllmasse neben den isolirten Zellen noch ein längerer Fadenabschnitt, dessen Zellen sich entweder im ursprünglichen Verbande befinden (Fig. 11b), oder an ihren Querwänden klaffend auseinander weichen (Fig. 14).

Durch intercalar auftretende Zoogloeen wird die Verbindung zwischen zwei Fadenabschnitten von verschiedener Länge hergestellt. Die letzteren ragen mit ihren geraden Enden mehr oder weniger tief in die Hüllmasse der betreffenden Zoogloeen hinein (Fig. 15 a, 16, 17). Wie aus der Betrachtung dieser Figuren erhellt, unterliegt die Anzahl der in solchen Zoogloeen auftretenden Zellen sehr erheblichen Schwankungen.

Die in Fig. 11 a, 12 und 13 dargestellten Zoogloeen, welche ausser kurzen Elementen noch längere, von der Hüllmasse nur theilweise bedeckte Fadenstücke, resp. abgegliederte Enden vollständig ausgebildeter Fäden enthalten, könnten als Übergangsformen zwischen den beiden Hauptarten der betreffenden Bildungen angesehen werden.

In zahlreichen Objectträgerculturen habe ich ausser den beschriebenen Zoogloeen auch noch freie, stets mehrzellige Bildungen dieser Art beobachtet, die offenbar durch Metamorphose kürzerer Fadenstücke entstehen (Fig. 15 b).

Die Zoogloeen stellen mit seltenen Ausnahmen, von denen eine in Fig. 15 b abgebildet ist, kugelige Körper dar. Die Hüllmasse derselben ist eine gallertartige sehr schwach lichtbrechende Substanz, die auch bei der Betrachtung unter den stärksten Vergrösserungen völlig structurlos erscheint. Nach aussen ist die lichtblau gefärbte, in älteren Culturen sich entfärbende und dann farblos erscheinende Gallertmasse durch einen scharfen Contour begrenzt.<sup>1</sup>

Das bereits erwähnte Verhalten der Fäden in Objectträgerculturen liess schon zum Voraus auf einen raschen Verlauf der Zoogloeenbildung schliessen. Dies wurde durch directe Beobachtungen bestätigt, welche die im Folgenden darzulegenden, nicht uninteressanten Resultate ergaben.

In Culturen, die im Laufe der ersten Nachmittagsstunden angelegt wurden, war die in Rede stehende Entwicklung in den Morgenstunden des nächsten Tages an den meisten Fäden bereits zum Abschlusse gelangt. Ausser diesen fertigen Zuständen der Zoogloeen fanden sich in diesen Culturen bald mehr, bald weniger Fäden vor, an denen der ganze Verlauf der Entwicklung bei continuirlicher Beobachtung während der Vormittagsstunden verfolgt werden konnte. Hier will ich noch bemerken, dass die rasche Aufeinanderfolge der einzelnen Stadien in den meisten Fällen nur eine flüchtige schematische Skizzirung der betreffenden Zustände gestattete. Für die folgende Darstellung der Entwicklung der Zoogloeen wähle ich aus einer sehr grossen Anzahl mir in Wort und Bild vorliegender Aufzeichnungen, die ich im Laufe meiner Untersuchungen im März und den ersten Wochen des April 1883 gesammelt habe, nur einige Beobachtungsreihen und zwar diejenigen, die mir für das Verständniss der betreffenden Vorgänge besonders bezeichnend erscheinen.

### I. Beobachtungsreihe. Fig. 18 a—l (22 Min.) 12. März.

9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Vorm. (Fig. 18 a). In der Nähe der beiden Enden des im Gesichtsfeld freiliegenden, aus 18 Zellen bestehenden Fragmentes ist die blaue Gallertmasse einseitig hervorgetreten; zwischen der 2. und 3. Zelle, von beiden Fadenenden an gezählt, sind helle Interstitien sichtbar.

<sup>1</sup> Mikrochemische und sonstige Eigenthümlichkeiten der Hüllmasse. In Jodlösungen bleibt dieselbe farblos. In Picrocarmin kam auch nach längerer Einwirkung keine Farbenreaction zu Stande. Verdünnte Chlorzinkjodlösung bewirkt nur eine Entfärbung der Hüllmassen unter gleichzeitig stattfindender Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens. Mit Beal'schem Carmin färbt sich das Zellplasma bei nachträglichem Zusatz von Essigsäure hellroth; eine noch intensivere Färbung nehmen die Körnchen an den Querwänden an. Auch die Hüllmasse nimmt bei dieser Behandlung eine Tinctionsfärbung an, doch tritt die Intensität derselben gegen diejenige des Zellplasmas sehr bedeutend zurück. Durch 10% Kochsalzlösung wird die Hüllmasse rasch entfärbt, die dabei gleichzeitig eine ziemlich erhebliche Schrumpfung erfährt. Weiter gehende Veränderungen habe ich nicht beobachtet. In verdünnter Salzsäure bleibt die Hüllmasse nur kurze Zeit sichtbar: ob eine wirkliche Lösung oder nur sehr bedeutende Abschwächung des ursprünglichen Lichtbrechungsvermögens dabei im Spiele ist, vermochte ich nicht zu entscheiden. Die entfärbend wirkenden Reagentien stimmen darin in ihrer Wirkung überein, dass durch dieselben eine sehr feine, etwas dichtere membranartige Begrenzung an der Oberfläche der Hüllmasse sichtbar wird.

- 9<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> (Fig. 18 *b, c, d*). Der Faden knickte zwischen der 2. und 3. Zelle ein, worauf das abgegliederte zweizellige Endstück sich nach Art eines Charnierflügels bewegte und successive in die in den Fig. 18 *b, c* und *d* dargestellte Lage gelangte.
- 9<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> (Fig. 18 *e*). Das abgegliederte Endstück befindet sich mit dem längeren Faden in Parallelstellung.
- 9<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> (Fig. *f*). Das zweizellige Fadenstück hat seine seitliche Stellung verlassen und befindet sich jetzt in Deckung mit dem längeren Faden.
- 9<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> (Fig. *g*). Zweite Einknickung des Fadens zwischen der 4. und 5. Zelle. Das abgegliederte aus der 3. und 4. Zelle bestehende Fragment tritt seine charnierartige Bewegung an, während derselben verlässt das früher abgegliederte Fragment (1. und 2. Zelle) seine auf dem unmittelbar vorhergehenden Stadium innegehabte Lage.
- 9<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> (Fig. *h*). Dritte Einknickung des Fadens, durch welche die 5. Zelle abgegliedert wird, die nun sogleich die Winkelbewegung antritt.
- 9<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> (Fig. *i*). Während der Lageveränderungen der in der blauen Hüllmasse vertheilten Fadentheile, wird wieder etwas blaue Substanz und zwar im Bereiche der 8. Zelle sichtbar.
- 9<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> (Fig. *k*). Verschmelzung beider Gallertmassen zu einer einzigen, in welche bereits die 9. Zelle zum Theil hineinragt. Zwischen der 7. und 8. Zelle tritt ein heller Zwischenraum auf.
- 9<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> (Fig. *l*). Vierte Einknickung des Fadens zwischen der 7. und 8. Zelle mit darauffolgender Charnierbewegung des aus der 6. und 7. Zelle bestehenden Fadenstückes.

Es gelang mir leider nicht, die Beobachtungen weiter als bis zum Stadium der Fig. 18 *l* fortzuführen, weil der betreffende Faden durch eine unter dem Deckglas plötzlich entstandene Wasserströmung fortgeschwemmt wurde und dadurch zwischen andere, ihn fast gänzlich verdeckende gerieth. Zur obigen Darstellung will ich hier noch die Angabe zufügen, dass am anderen Fadenende während der ganzen Beobachtungsdauer keine weitergehenden Veränderungen stattfanden. Es wurde zwar das aus der 17. und 18. Zelle bestehende Fadenstück einigemal aus seiner ursprünglichen Lage unter sehr stumpfen Winkel nach der Seite der dort einseitig hervorgetretenen Masse abgelenkt, ohne jedoch lange in dieser Lage zu verharren, da der betreffende Fadentheil jedesmal in die ursprüngliche Lage wieder zurückkehrte.

In Bezug auf viele der in den Fig. 18 *a—l* illustrierten Einzelheiten, die die Gestaltung der Hüllmasse, die Anordnung der Zellen, sowie die Lageveränderung derselben auf den einzelnen Stadien betreffen, mögen die Figuren selbst, die wohl am ehesten zu einer Orientirung über die einschlägigen Verhältnisse beitragen können, an Stelle einer sonst für den Leser und Verfasser unvermeidlich ermüdenden Beschreibung treten.

Aus den vorgeführten Stadien obiger Entwicklungsreihe ergaben sich einige für die Entwicklung der Zoogloeen sehr charakteristische Momente. Dieselben sind einmal das der Zergliederung der Fäden vorausgehende Auftreten der Hüllmasse, ferner die mit dem fortschreitenden Zerfall der Fäden zugleich erfolgende Zunahme derselben und schliesslich die successiv eintretende Vermehrung der von ihr eingeschlossenen Fadenstücke. Durch diese Vorgänge erhält der Beobachter den Eindruck einer Bewegung der Hüllmasse, die von dem Punkte ihres ersten Auftretens nach weiter von diesem entfernten Stellen gerichtet ist.

## II. Beobachtungsreihe. Fig. 19 *a—l* (26 Min.) 20. März.

Dieselbe betrifft gleichfalls die Bildung einer terminalen Zoogloea. Zu Beginn derselben wurde ein aus 4 Zellen bestehendes Endstück des Fadens abgegliedert, welches bis zu dem in *b* dargestellten Stadium fast eine ganze Kreisbewegung beschrieb. Die inzwischen an diesem Fadentheil erfolgten Veränderungen, sowie der weitere Verlauf des Vorganges bis zu dem in Fig. *l* dargestellten Endstadium, ergeben sich unmittelbar aus dem Vergleich der betreffenden Figuren.

### III. Beobachtungsreihe. Fig. 20 a—c (15 Min.) 23. März.

Dieselbe betrifft den relativ seltenen Fall der Bildung einer intercalaren Zoogloea mit zwei Zellen. Im Ausgangsstadium Fig. 20a sind zwei Interstitien und die Gallertmasse als einseitige Verdickung des Fadens sichtbar. In dem folgenden Stadium wird das bereits allseitig von der Hüllmasse umgebene, abgegliederte Fadenstück eingeknickt (Fig. b). Hierauf kommt unter Verkürzung des Fadens in der Richtung seiner Längsaxe, wie aus der geänderten Distanz zwischen der 3. und 6. Zelle zu entnehmen ist, die in Fig. c dargestellte Anordnung zu Stande. Da im Laufe der nächsten Stunde keine weiteren Veränderungen erfolgten, so nehme ich an, dass mit dem Stadium der Fig. c der stationäre Zustand dieser Zoogloea erreicht wurde.

### IV. Beobachtungsreihe. Fig. 21 a—f (35 Min.) 26. März.

Das erste der beobachteten Stadien stellt Fig. 21 a dar. Derselben ging als früherer Zustand jedenfalls eine seitliche Ansammlung der Hüllmasse, entsprechend den in Fig. 20a dargestellten Verhältnissen, voraus. Durch zwei weitere Einknickungen zwischen der 3. und 4. Zelle, ferner der 7. und 8. Zelle, kam unter fast gleichzeitig stattfindender Verkürzung des ganzen Fadens in der Richtung seiner Längsaxe die Bildung eines seitlichen Knies an demselben zu Stande (Fig. 21 b). Der Übergang in dieses Stadium erfolgte blitzschnell, so dass ich bei der Beobachtung den Eindruck erhielt, als würde sich die an der betreffenden Stelle des Fadens befindliche blaue Masse plötzlich contrahiren und so die seitliche Ausbiegung der beiden Fadenstücke veranlassen. In Bezug auf die weitere Entwicklung der intercalaren Zoogloee dieses Falles verweise ich auf die Figuren, deren Erklärung die Zeitangaben enthält.

### V. Beobachtungsreihe. Fig. 22 (80 Min.) 2. April.

Dieselbe betrifft den Fall einer gleichzeitigen Entstehung zweier intercalarer Zoogloeen an einem Faden. Um 9<sup>h</sup>50<sup>m</sup> Vorm. zeigte dieser folgende Gestaltungsverhältnisse: Der Faden (Fig. 22 a) ist an seiner Einknickungsstelle zwischen der 10. und 11. Zelle von der öfter erwähnten blauen Substanz umgeben. Ansammlungen derselben Substanz, jedoch von ungleicher Grösse sind zu beiden Seiten des optischen Längsschnittes der 28. und 29. Zelle bemerkbar. Alle drei durch das Auftreten der besagten Masse markirten Stellen des Fadens wurden nun in continuirliche Beobachtung genommen. Dieselbe ergab für die in Fig. 22 a mit  $\alpha$  und  $\beta$  bezeichneten Fadenabschnitte folgende in chronologischer Reihenfolge darzustellenden Resultate.

9<sup>h</sup>52<sup>m</sup> Vorm.

z) Der Faden knickt zum zweiten Mal und zwar zwischen der 11. und 12. Zelle ein. Die 11. Zelle erscheint momentan in der Verlängerung des auf dem früheren Stadium schief abgebogenen Fadenendes, worauf die in Fig. 22b dargestellte Anordnung zu Stande kam, bei welcher die Trennungsfächen der längeren Fadenstücke fast in demselben Niveau erscheinen.

β) Früherer Zustand.

10<sup>h</sup>.

z) (Fig. 22c). Die abgegliederte Zelle (11) erscheint in veränderter Lage. Die Hüllmasse hat eine auffällige Reduction erfahren.

β) Früherer Zustand.

10<sup>h</sup>25<sup>m</sup>

z) Unverändert.

β) (Fig. 22b'). Die Hüllmasse der 29. Zelle hat sich von dieser zurückgezogen und tritt jetzt auf der 30. und 31. Zelle auf. Um 28 hat sich die Menge derselben gegen die früheren Stadien verringert.

10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

z) (Fig. 22d). Parallelstellung zwischen der abgegliederten Zelle und den beiden längeren Fadenheilen.

β) (Fig. c'). Die Hüllmasse um 28 ist verschwunden; die Menge derselben um 30 und 31 hat zugenommen.



10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>.

α) (Fig. *c*). Die Enden der beiden längeren Fadenstücke erscheinen bogenförmig gekrümmt, die Endzellen derselben befinden sich im gegenseitigen Contact. Die isolirte Zelle erscheint seitlich verschoben.

β) Früherer Zustand.

10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.

α) Früherer Zustand.

β) (Fig. *d'*). Zwischen 29 und 30 ferner 31 und 32 sind Einknickungen sichtbar. Weitere Zunahme der Hüllmasse und vergrößerte Ausdehnung derselben in der Längsrichtung des Fadens.

10<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>.

α) (Fig. *f*). Die wieder gerade gestreckten Enden der beiden Fadenstücke berühren sich mit einem Theile ihrer Querwände.

β) Um 10<sup>h</sup> 49<sup>m</sup> war noch der frühere Zustand vorhanden, worauf im Laufe der nächsten Minute ein sehr rapider Wechsel der Situation eintrat. In dieser kurzen Zeit gelangten folgende Stadien zur Beobachtung die zum grössten Theil nur nach der Erinnerung skizzirt werden konnten.

1. (Fig. 22 *e'*). Das zweizellige Glied 30, 31 beschreibt eine Drehung um 180°, wobei dasselbe mit seinem den grösseren Bogen beschreibenden Ende das in der Zeichnung obere, aus 29 Zellen bestehende Fadenende mitzieht.

2. (Fig. *f'*). Alle drei Fadenstücke resp. ihre oberen und unteren Enden befinden sich in Parallelstellung, wobei die freie Endfläche der 29. Zelle fast im Niveau der zwischen 33 und 34 befindlichen Querwand erscheint. Der ganze Fadenschnitt zwischen der 27. und 34. Zelle ist jetzt in der Hüllmasse eingeschlossen.

11<sup>h</sup>.

α) Zustand der Fig. 22 *g*.

β) Unverändert.

11<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>.

α) Früherer Zustand.

β) (Fig. *g'*). Sehr rasch unter Drehung verlaufende Abgliederung des zweizelligen Fadenstückes 29, 28, wobei das obere Fadenende mit der 26. und 26. Zelle in die Hüllmasse hineingezogen wird, die jetzt 8 Zellen einschliesst.

#### VI. Beobachtungsreihe. Fig. 23 *a—h* (20 Min.) 5. April.

Das erste, in Fig. 23 *a* abgebildete Stadium wurde um 10<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> Vorm. beobachtet.

10<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> Vorm. (Fig. 23 *b*). Die 4. Zelle ist aus dem Fadenverbande getreten und befindet sich mit der 5. in der Verticalstellung zu der in der Figur oberen Zellreihe; zwischen 6 und 7 ist eine neue Einknickung erfolgt.

10<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> (Fig. *c*). Die 7. Zelle ist fast zur Hälfte bereits von der Hüllmasse aufgenommen. Die 4. Zelle hat ihre Lage geändert. Das in der Hüllmasse befindliche Ende des unteren Fadentheils ist stärker eingekrümmt als in dem unmittelbar vorausgehenden Stadium.

10<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> (Fig. *d*). Beginnendes Vorrücken des oberen Fadentheils in die Hüllmasse. Die 4. Zelle gelangt in die Verticalstellung; die 5. Zelle wird von dem unteren Fadentheile abgliedert.

10<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> (Fig. *e*). Beide Fadentheile, die durch die Abgliederung der 4. oder 5. Zelle von einander völlig isolirt sind, sind noch tiefer in die Hüllmasse eingedrungen.

10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> Das entsprechende Stadium, welches ich mit Bezug auf die später zu gebende Erklärung dieser Bewegungsvorgänge als ganz besonders charakteristisch bezeichnen muss ist in Fig. 23 dargestellt.

Aus der Vergleichung dieses Befundes mit demjenigen der Fig. *e* ergibt sich unmittelbar, wenn man die Lage der Zellen näher ins Auge fasst, dass beide Fadentheile, deren Endzellen mit den Nummern 3 und 6 bezeichnet sind, Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen ausführen. Dass dabei, falls überhaupt der gegenseitige Verband der Zellen schon gelockert ist, durch Widerstände bei der Bewegung, Einknickungen zwischen den von der Hüllmasse bereits aufgenommenen Gliedern des Fadens zu Stande kommen resp. verstärkt werden müssen, ist selbstverständlich. Auf diese Momente muss auch, wie ich späteren Darlegungen vorausnehmend hier bemerke, die veränderte Anordnung der in der Hüllmasse bereits befindlichen Zellen des unteren Fadentheils im Stadium der Fig. *f* zurückgeführt werden.

10<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> (Fig. *g*). Die bereits auf dem früheren Stadium von der Hüllmasse aufgenommene 3. Zelle wird vollständig abgegliedert. Das obere Fadenende, welches mit seiner 2. Zelle in die Hüllmasse eingedrungen ist, wird zwischen dieser und der mit 1 bezeichneten Zelle eingeknickt. Die 7. und 8. Zelle nehmen eine etwas veränderte Lage ein. Die im früheren Stadium noch ansserhalb der Gallertmasse befindliche 9. Zelle, tritt innerhalb der letzteren als abgegliederter Fadentheil auf.

10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> (Fig. *h*). Die wichtigsten Veränderungen in diesem Stadium gegenüber dem vorhergehenden, bestehen in der Lageveränderung der früher bereits von der Hüllmasse aufgenommenen Fadenglieder.

Im Laufe der nächsten Stunde wurde an dieser Zoogloee keine weitere Veränderung beobachtet; es ist möglich, dass ein stationärer Zustand erreicht wurde.

Ich hatte leider keine Gelegenheit die Entwicklung der bereits erwähnten freien Zoogloeen zu beobachten. Die fertig vorliegenden Bildungen dieser Art lassen jedoch ganz ungezwungen die Deutung zu, dass ihre Entwicklung durch dieselben Vorgänge wie diejenigen der terminalen und intercalaren Zoogloeen bewirkt wird, die nur darin eine übrigens ganz unwesentliche Modification erkennen lässt, dass bei derselben sämtliche Zellen eines kürzeren Fadens in der Bildung einer Zoogloea aufgehen.

Einige meiner Beobachtungen betreffen auch die Fälle des Auftretens und Verschwindens der Hüllmasse an unverändert bleibenden Fadenabschnitten. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe des in Fig. 24 dargestellten Falles während einer 23 Minuten dauernden continuirlichen Beobachtung. Die vorliegenden höchst einfachen Verhältnisse lassen erklärende Bemerkungen für unnöthig erscheinen. Diesen und ähnlichen Beobachtungen muss ich ein um so grösseres Gewicht beilegen, als durch dieselben auf das Überzeugendste bewiesen wird, dass die Hüllmasse nicht ein Derivat der Fadenseide oder Zellmembranen darstellt, sondern als ein Ausscheidungsproduct aus dem Zellinhalt hervorgeht. Ich kann nicht umhin, die Vermuthung auszusprechen, dass die bei Cyanophyceen so häufigen Gallertbildungen, wenigstens diejenigen von homogener Beschaffenheit, in Übereinstimmung mit den bei *Pl. oscillans* beobachteten Vorgängen, vom Inhalt der Zellen gebildet, nach aussen abgesetzene Producte darstellen.

In meinen zahlreichen Culturen habe ich nie irgendwelche Anzeichen einer über die dargestellten Zustände der isolirten und in dem Zoogloea-Verband befindlichen Zellen hinausgehenden Entwicklung beobachtet. Letztere zeigten vielmehr stets die ursprüngliche cylindrische Form mit planen Endflächen. In den Objectträgerculturen erfolgte das Absterben dieser Zellen, sowie der unverändert gebliebenen Fäden gewöhnlich schon am dritten Tage nach Anlegung derselben. Die Cultur im Hängetropfen führte zu keinem besseren Resultat.

In älteren, anscheinend noch ganz lebenskräftigen Culturen, ist an den Gallertmassen der Zoogloeen die lichtblaue Färbung nicht wahrzunehmen. Da diese Veränderung an den Gallertmassen bereits sichtbar ist bevor noch irgend welche Todeserscheinungen an den Zellen sich bemerkbar machen, so möchte ich die Entfärbung als einen normalen, mit der Entwicklung der Zoogloeen zusammenhängenden Vorgang ansehen. Die unter angegebenen Verhältnissen entfärbte Gallertmasse erscheint nach Aussen durch eine dünne, stärker lichtbrechende Schicht abgeschlossen, die offenbar der membranartigen Umgrenzung entspricht, die auch früher schon nach Behandlung mit entfärbenden Reagentien hervortritt.

Angeregt durch Zopf's<sup>1</sup> Untersuchungen, versuchte ich noch eine andere Culturmethode, in der Hoffnung weiter entwickelten Zuständen der in Rede stehenden Bildungen zu begegnen. Ich brachte zu diesem Behufe grössere Mengen von Fäden auf feuchte, mit einer Glasglocke bedeckte Ziegelsteine. Unter diesen Verhältnissen kam allerdings in kurzer Zeit eine Zergliederung der Fäden in kurze Fragmente, durch Vermittlung der Neeriden zu Stande, die Zoogloeebildung trat jedoch in diesen mit mehrfachen Variationen durchgeführten Culturen ebensowenig, wie in den grossen Wassergefässen ein, in denen das Untersuchungsmaterial vorrätig gehalten wurde.

Trotz dieses negativen Resultates, kann ich nicht umhin, angesichts der von Zopf bei anderen Cyanophyceen gewonnenen und in der citirten Schrift dargestellten Ergebnisse, die isolirten Zellen und namentlich die Zoogloeen als durch veränderte Vegetationsbedingungen hervorgerufene, der Chroococaceen-Gruppe angehörige Adaptionformen des *Pl. oscillans* zu betrachten. Im Sinne dieser Deutung gestatten meine Resultate einen directen Anschluss an diejenigen des citirten Autors und erweitern dieselben mit Bezug auf einen neuen Einzelfall. Im Zusammenhange damit muss ich es als höchst wahrscheinlich betrachten, dass die beschriebenen Zoogloeen unserer Pflanze unter entsprechenden, mir zur Zeit nicht bekannten Vegetationsbedingungen den morphologischen Character einer Aphanothecee annehmen könnten. In Bezug auf den Zerfall der Fäden in die einzelnen Zellen nähert sich *Pl. oscillans*, nach den Angaben von Zopf zu urtheilen, an *Oscillaria leptotricha* Kütz<sup>2</sup> und zwei andere nicht bestimmbare Arten derselben Gattung<sup>3</sup>. Für die Entwicklung der Chroococaceen- (*Synechococcus*-) Form der *Oscil. leptotricha* gibt unser Autor ausdrücklich an, dass die isolirten Zellen anfänglich ihre ursprüngliche Form mit abgestutzten Enden beibehalten und erst später durch Abrundung derselben in ellipsoidischer Gestalt erscheinen. Darnach muss ich es zum mindesten als sehr wahrscheinlich betrachten, dass die durch Zerfall der Fäden von *Pl. oscillans* sich isolirenden, ungleichaxigen Zellen unter entsprechenden Bedingungen fortcultivirt in Bildungen übergehen könnten, die dem Formgenus *Synechococcus* entsprechen würden.

### III. Die mechanischen Vorgänge bei der Bildung der Zoogloeen.

Ich komme nun zur Beantwortung der Frage: Welche Kräfte bewirken diese so eigenthümlichen Bewegungen und Umlagerungen abgegliederter Zellen und kürzerer Fadenabschnitte bei der Bildung der Zoogloeen? Dass dabei Spannungsänderungen ausserhalb der Zellräume befindlicher Fadentheile im Spiele sein müssen, ergibt sich direct aus der Vergleichung der durch continuirliche Beobachtung gewonnenen, illustrativ dargestellten Befunde der einzelnen Entwicklungsreihen. Zu dieser Auffassung fordert zunächst die so oft wiederkehrende charnier- oder gelenkartige Bewegung abgegliederter Fadentheile auf, noch dringender aber jene Bewegungen, durch welche von der Hüllmasse anfänglich entfernte Fadentheile allmählig in diese gelangen.

Aus der gegebenen Schilderung geht hervor, dass die Zellen des Fadens innerhalb einer sehr dünnen, nur in gewissen Entwicklungsstadien deutlich hervortretenden Scheide liegen. Die Bildung kleiner Interstitien zwischen den noch in der Scheide liegenden Zellen vor der Isolirung derselben, führt zum Schluss, dass die Scheide, wenigstens auf den in Betracht kommenden Entwicklungsstadien, eine den Zellen zwar sehr eng anliegende jedoch keineswegs mit diesen festverwachsene Hülle darstellt. Die Annahme, dass die Fadenscheide beim Hervortreten der Gallertmasse der Zoogloeen aufgelöst oder resorbirt werde, dürfte sich mit der beobachteten Thatsache des gelegentlich stattfindenden Auftretens und Zurückziehens derselben, wohl kaum in Einklang bringen lassen. Ich ziehe vielmehr aus der Thatsache, dass durch gewisse entfärbende Reagentien eine membranartige Begrenzung der Hüllmasse nachgewiesen werden kann,<sup>4</sup> den naheliegenden Schluss, dass dieselbe nach erfolgtem Austritt aus dem Inhalt der Zellen, sich in einem durch die Fadenscheide nach

<sup>1</sup> Zur Morphologie der Spaltpflanzen. Leipzig 1882.

<sup>2</sup> Zur Morphologie der Spaltpflanzen, p. 51. — Botan. Centralblatt, Bd. X, p. 34.

<sup>3</sup> Botan. Centralblatt, Bd. XI, p. 35.

<sup>4</sup> Vergl. die Anmerkung zu p. 6.

Aussen abgeschlossenen Raume befindet. Dieser Auffassung nach stellt also die unter Umständen sichtbar werdende Begrenzung der Hüllmasse eine directe Fortsetzung der Scheide der noch unveränderten Fadentheile dar. Gibt man das aber zu, so dürfen wir es wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass durch den Austritt der Hüllmasse die ursprünglichen Spannungsverhältnisse der durch diesen Vorgang von den Zellen des Fadens sich abhebenden Scheide geändert werden. Dass diese, aus den ermittelten Thatsachen abgeleitete Annahme uns wirklich einen Weg zur Erklärung der fraglichen Vorgänge eröffnet, dürfte sich aus folgenden Betrachtungen ergeben:

Denken wir uns einen biegsamen Stab innerhalb einer diesem eng anliegenden, ungespannten, elastischen Hülle. Bei der Dehnung eines beliebigen Abschnittes der Hülle durch entsprechend vertheilte, zur Oberfläche derselben senkrecht wirkende äussere Zugkräfte, müsste an der betreffenden Stelle eine Erweiterung gebildet werden und zugleich eine elastische Spannung in den übrigen Abschnitten der Hülle zu Stande kommen. Der mechanische Effect dieser Spannung würde sich bei völlig gleichmässiger Wirkung und Vertheilung der Zugkräfte in einer Compression des Stabes in seiner Längsrichtung äussern. Bei vorhandenen Ungleichheiten in der Vertheilung und Wirkung der Zugkräfte müsste die in allen Theilen der Hülle hervorgerufene Spannung unter Verkürzung des ganzen Systems in der Richtung seiner ursprünglichen Längsaxe, eine Krümmung, oder nach Umständen auch eine Verbiegung des im erweiterten Abschnitte der Hülle befindlichen Theiles des Stabes bewirken.

Denken wir uns nun an Stelle des biegsamen Stabes ein System mittelst Charnieren verbundener oder mit den Endflächen im gegenseitigen Contact befindlicher starrer Cylinder, so würde dasselbe unter Umständen durch die hervorgerufene Spannung nur eine Compression erleiden. Hingegen müssten in den Fällen, in denen am früher betrachteten Stab Formveränderungen zu Stande kommen, die in beweglicher Verbindung gedachten cylindrischen Glieder in dem sich erweiternden Abschnitte der Hülle, nach Massgabe der während der Dehnung sich darbietenden Rammverhältnisse, in eine veränderte Anordnung übergehen. Es ist klar, dass im letzteren Falle, unter entsprechenden Bedingungen, im erweiterten Theil der in Spannung befindlichen Hülle eine Ansammlung räumlich vertheilter Glieder zu Stande kommen könnte. Auch ohne nähere Darlegungen dürfte es einleuchtend sein, dass sowohl das Verhalten des biegsamen Stabes, als auch des Cylindersystems in den für die Zooglooen bereits erwähnten Einzelheiten Analogien zu finden sind. An dem Verhalten des Stabes oder Cylindersystems würde nichts geändert, falls die Dehnung der elastischen Hülle durch senkrecht auf die Innenfläche gerichtete Druckkräfte bewirkt würde.

Ich bin der Ansicht, dass der eben entwickelte Gedankengang uns in den Stand setzt, die der Bildung der Zooglooen zu Grunde liegenden mechanischen Vorgänge in einer den beobachteten Thatsachen entsprechenden Weise zu erklären. Die Fadenzellen befinden sich offenbar unter ganz gleichen Verhältnissen, wie das früher betrachtete Cylindersystem oder der elastische Stab innerhalb der ungespannten elastischen Hülle. Die Bedingungen für das Zustandekommen einer elastischen Spannung der Scheide betrachte ich im Auftreten der Gallertmasse als gegeben, deren Hervortreten und Ansammlung auf bestimmten Abschnitten des Fadens nur unter gleichzeitig erfolgender Dehnung der ersteren möglich ist. Würde die Fadenscheide auf allen ihren Längskanten die gleiche substantielle Beschaffenheit besitzen, würde ferner die Ausscheidung der Hüllmasse in jedem Einzelfalle immer nur simultan auf allen Punkten der betreffenden Fadenabschnitte erfolgen, so könnte unter diesen Verhältnissen allerdings kein anderer sichtbarer Effect als eine Verkürzung des Fadens in der Richtung seiner Längsaxe zu Stande kommen. Die Annahme einer derartigen völligen Congruenz aller in näheren Betracht kommenden Verhältnisse findet in Bezug auf den Ausscheidungsprocess der Gallertmasse in den vorliegenden Befunden nicht nur keine Stütze, sondern in dem so oft beobachteten einseitigen Hervortreten derselben eine directe Widerlegung. Dass dadurch schon die Bedingungen für das seitliche Ausbiegen im Bereiche der Gallertmasse befindlicher Fadenabschnitte, die Einknickung derselben und die Umlagerung der in ihrem Verhände sich lockernden Zellen hergestellt sind, ist ohne Weiteres verständlich. Es muss jedoch andererseits zugegeben werden, dass den wahrscheinlich vorhandenen Differenzen der Elastizitätsverhältnisse der Scheide in der Richtung der Fadenaxe für den Verlauf der in Rede stehenden

Vorgänge eine sehr wesentliche Bedeutung zukommt, da durch diese, auch bei gleichzeitig stattfindendem Austritt der Gallertmasse ungleiche Spannungszustände der einzelnen Stellen der während der Delmung sich ablebenden Abschnitte der Scheide bedingt würden, die in ihrer Wirkung derjenigen der früher betrachteten ungleichen Zug- oder Druckkräfte entsprechen müssten.

Die Mitwirkung des Zellplasmas bei der Entwicklung der Zooglooen beschränkt sich nicht allein auf die Bildung der Gallertmasse, da jedenfalls nur durch die Thätigkeit desselben auch noch die Lockerung des ursprünglichen Zellverbandes bewirkt wird, die zunächst in dem, die fraglichen Vorgänge begleitenden Auftreten heller Interstitien zwischen den Fadenzellen ihren Ausdruck findet.

Den Bewegungen der Oscillarien und derjenigen unserer Pflanze von dem Eintritt des Zooglooenzustandes liegen auf alle Fälle ganz identische Ursachen zu Grunde. Nimmt man mit Max Schultze<sup>1</sup> und Engelmann<sup>2</sup> für die Oscillarien eine exomembranale Schicht des Protoplasmakörpers der Zellen als bewegendes Agens an, so müsste aus Gründen der Analogie auf übereinstimmende Organisationsverhältnisse der Fäden von *Pl. oscillans* geschlossen werden. Dieser bedingten Ausdrucksweise bediene ich mich, um meinem Urtheil in Bezug auf die Annahme der Existenz einer derartigen Protoplasmaschicht eine Reserve aufzuerlegen, die mir gegenüber der Deutung, die Engelmann's Befunde von anderer Seite<sup>3</sup> erfahren haben, um so gebotener erscheinen muss, als ich selbst nicht in der Lage bin, irgend etwas Positives zu ihrer Stütze oder Widerlegung vorbringen zu können. Hingegen glaube ich die Frage, ob denn nicht die von so eigenthümlichen gelenkartigen Bewegungserscheinungen begleitete Bildung der Zooglooen, unter activer Mitwirkung einer bereits früher vorhanden gewesenen exomembranal Protoplasmaschicht stattfinden, entschieden verneinen zu müssen, und zwar mit Rücksicht auf das gänzlich indifferente Verhalten der aus dem Faden bei der Zooglooenbildung hervortretenden Massen gegen die angewandten Jodpräparate. Im Zusammenhange damit muss ich die im Vorangehenden gegebene Erklärung um so mehr als zutreffend bezeichnen, als dieser durch die Untersuchung sicher constatirte Organisationsverhältnisse unserer Pflanze zu Grunde liegen. —

<sup>1</sup> Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. I. 1865.

<sup>2</sup> Bot. Zeitung 1879, p. 49 ff.

<sup>3</sup> Mereschkowsky, Bot. Zeit. 1880, p. 531 in der Anmerk. Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881. Bd. II, p. 366.

## ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

*Plaxonema oscillans* Tangl.

Sämmtliche Figuren stellen an lebenden Objecten beobachtete Zustände dar. Den Figuren, in denen der Inhalt der Zellen nur durch die den Scheidewänden anliegenden kleinen Körnchen angedeutet ist, liegen während continuirlichen Beobachtungen entworfene Skizzen zu Grunde.

(Vergrösserung 780/1, mit Ausnahme von Fig. 1 und 7.)

## TAFEL I.

Fig. 1—3. Verschiedenartig gestaltete Fadenenden.

- „ 4. (Vergröss. 1090/1.) *a* Zellen ohne Chromatophor; *b—f* Fadenstücke, in deren Zellen Chromatophoren in verschiedener Lage sichtbar sind. In *e* und *f* Zellen mit einer Vacuole im Inhalt; *g—k* Zellen mit zwei Chromatophoren, die in *g, h, k* parallel neben einander liegen, in *i* jedoch verschiedene Orientirung zeigen. Die dichteren hyalinen, intensiver gefärbten Randzonen des Plasmas, wurden durch entsprechende dunklere Colorirung angedeutet.
- „ 5. Fäden mit verfärbten toten Zellen (Necriden).
- „ 6. Fadenfragmente in einem späteren Entwicklungsstadium als Fig. 5; vom früheren Inhalt der Necriden sind nur noch die grösseren Körnchen sichtbar.
- „ 7. (Vergröss. 1090/1.) *a* Bereits isolirtes Fragment mit den Überresten der Necride; die dichtere Aussenschicht erstreckt sich auch auf die zur Endfläche gewordene Querswand des Fadens; *b* weiter entwickelter Zustand; die grösseren Körnchen sind in der Endzelle nur noch an der Querwand sichtbar.
- „ 8. Durch die hellen Zwischenräume (*z*) eingeleiteter Zerfall der Fäden in Fragmente.
- „ 9. Zerfall der Fäden in die einzelnen Zellen. In Fig. 9 *a* zeigen die bereits völlig isolirten Glieder noch die ursprüngliche Anordnung. In *b* sind die hellen Interstitien beiderseits von feinen, der Fadenseide entsprechenden Linien begrenzt.
- „ 10—14. Terminale Zooglooen.
- „ 15 *a, b, 16, 17 a, b*. Intercalare Zooglooen.
- „ 15 *b*. Eine freie Zoogloea. Die am Rande punktirten Kreise entsprechen einzelnen in der Profilstellung befindlichen Fadenmitgliedern.

## TAFEL II.

Fig. 18. Successive Zustände bei der Entwicklung einer terminalen Zoogloea.

- a* 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Vorm. — *b, c, d* 9<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>. — *e* 9<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>. — *f* 9<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>. — *g* 9<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>. — *h* 9<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>. — *i* 9<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>. — *k* 9<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, — 9<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>.
- „ 19. Entwicklung einer terminalen Zoogloea.  
*a* 8<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> Vorm. — *b* 8<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>. — *c* 8<sup>h</sup> 57<sup>m</sup>. — *d* 8<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>. — *e* 9<sup>h</sup>. — *f* 9<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>. — *g* 9<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>. — *h* 9<sup>h</sup> 11<sup>m</sup>. — *i* 9<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>. — *k, l* 9<sup>h</sup> 13<sup>m</sup>.
- „ 20. Bildung einer nur zwei Zellen einschliessenden intercalaren Zoogloea.  
*a* 10<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>. — *c* 10<sup>h</sup> 27<sup>m</sup>.
- „ 21. Intercalare Zoogloea.  
*a* 9<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> Vorm. — *b* 9<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>. — *c* 9<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>. — *d* 9<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>. — *e* 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. — *f* 9<sup>h</sup> 33<sup>m</sup>. — *g* 9<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>. — *h* 9<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>.

## TAFEL III.

Fig. 22. Entwicklung von zwei Zooglooen an demselben Faden. Vergl. Text, p. 8 ff.

- „ 23. Entwicklung einer intercalaren Zoogloea.  
*a* 10<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> Vorm. — *b* 10<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>. — *c* 10<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. — *d* 10<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>. — *e* 10<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>. — *f* 10<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>. — *g* 10<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>. — *h* 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.
- „ 24. Das Erscheinen und Verschwinden von Gallertmassen am unverändert bleibenden Faden.  
*a* 9<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> Vorm. — *b* 9<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>. — *c* 10<sup>h</sup> 2<sup>m</sup>. — *d* 10<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>. — *e* 10<sup>h</sup> 8<sup>m</sup>.

Fig 1.



Fig 2.



Fig 3.



Fig 4.

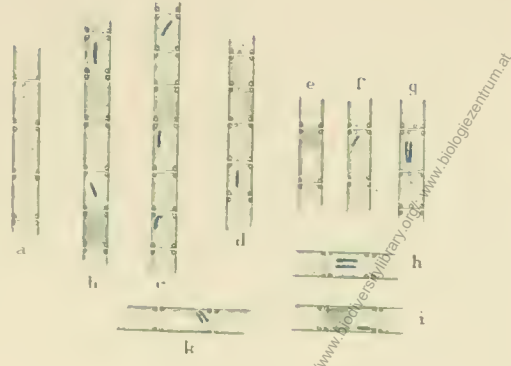


Fig 5.

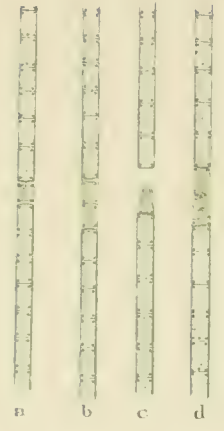


Fig 10.



Fig 11.

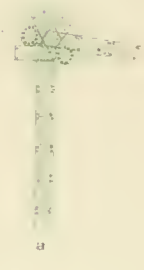


Fig 12.



Fig 7.



Fig 6.



Fig 13.



Fig 9.



Fig 15.

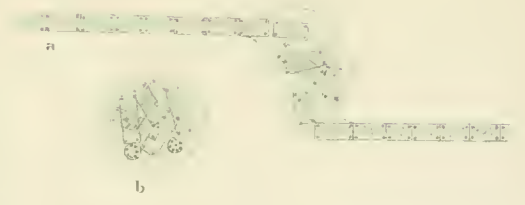


Fig 16.

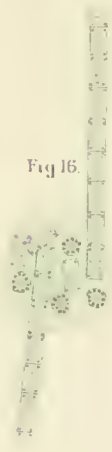


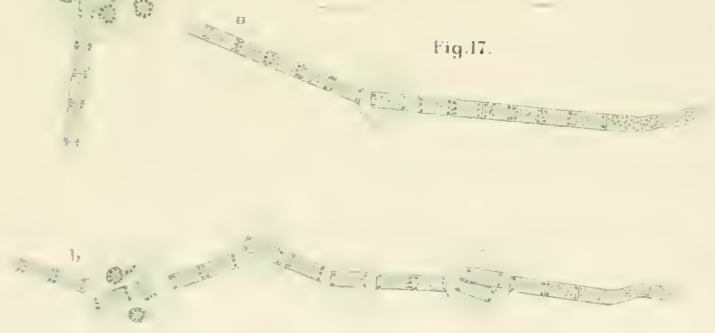
Fig 14.



Fig 8.



Fig 17.



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)



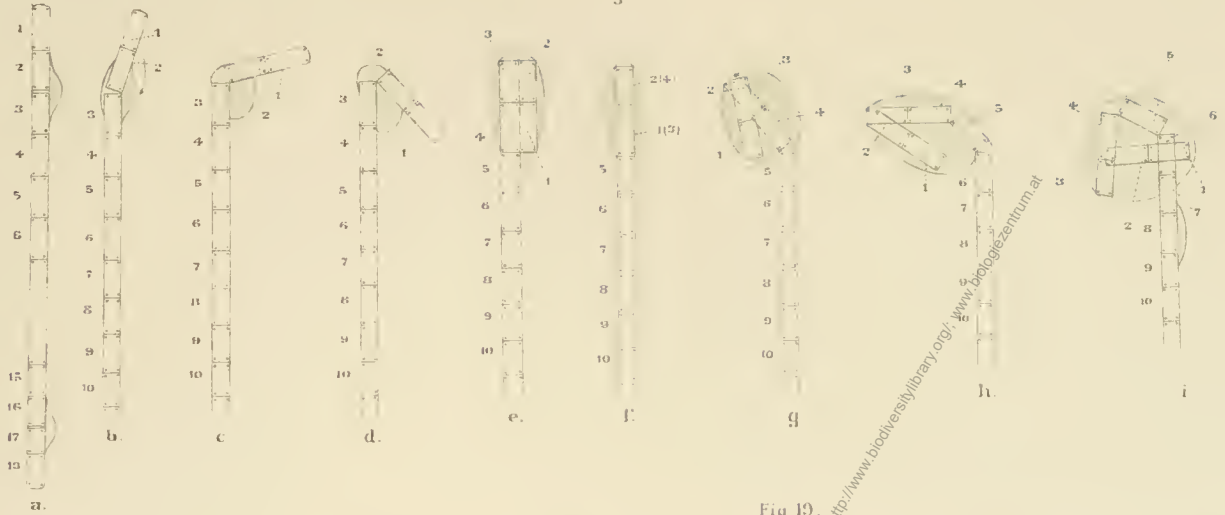


Fig. 18.

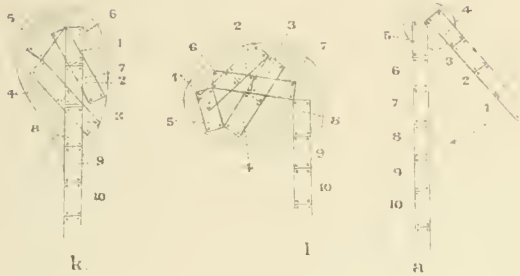


Fig. 19.

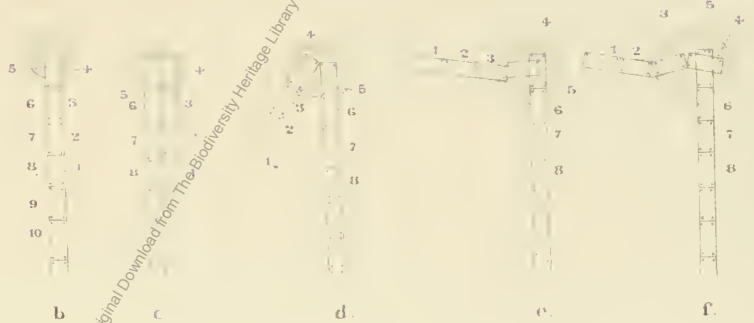


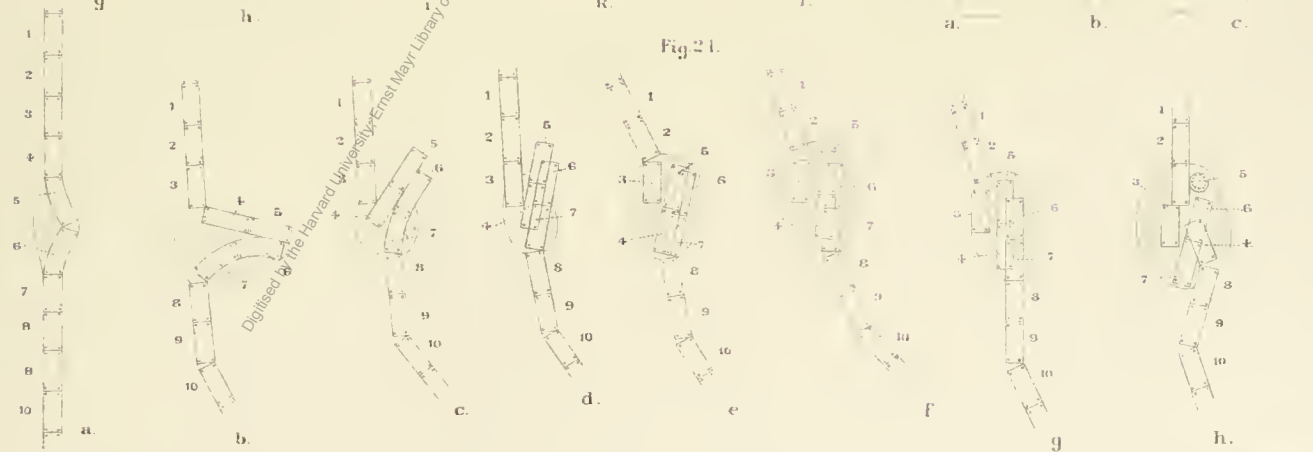
Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

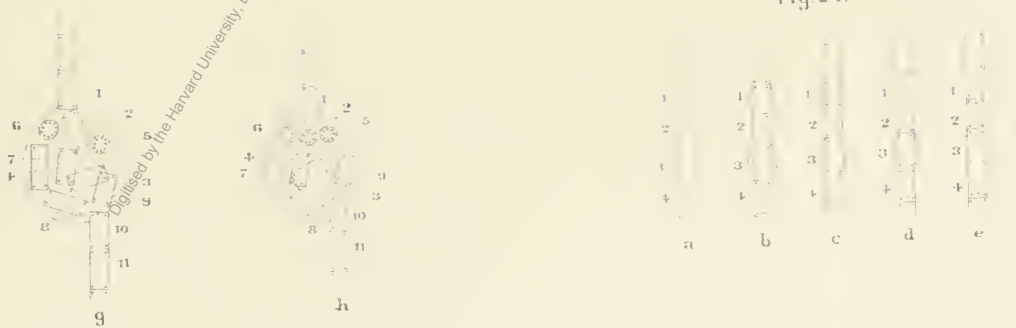
Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.](#)  
[Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:](#)  
[Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [48\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Tangl Eduard Josef

Artikel/Article: [Zur Morphologie der Cyanophyceen. \(Mit 3 Tafeln.\) 1-14](#)