

37. Hugo Zukal: Neue Beobachtungen über einige Cyanophyceen.

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 21. October 1894.

a) Zoosporenbildung bei *Cylindrospermum stagnale* Born. et Flah. (Revision IV, p. 250).

In dem Artikel „Zur Frage über den Zellinhalt der Cyanophyceen“ im 2. Heft dieser Berichte habe ich kurz des Vorganges der Körnerausstreuung erwähnt, welchen ich wiederholt bei verschiedenen Cyanophyceen beobachten konnte. In meiner Arbeit „Beiträge zur Kenntniss der Cyanophyceen“ (Oesterr. bot. Zeitschrift, 1894, p. 283), theilte ich dann Näheres über diese merkwürdige Erscheinung mit, ohne jedoch eine bestimmte Meinung über ihre biologische Bedeutung auszusprechen. Ich schloss vielmehr meine diesbezügliche Mittheilung mit folgendem Passus: „Die Deutung des Vorganges der Körnerausstreuung ist nicht eben leicht. Möglicherweise handelt es sich hierbei um gewisse Quellungserscheinungen, welche die Degeneration und Nekrosis der bezüglichen Organismen begleiten. Es wäre aber auch möglich, dass die ausgestreuten Körner als Gameten functioniren. Selbstverständlich dürften dieselben dann nicht mehr, trotz ihres Cyanophycingehaltes, als gewöhnliche Cyanophycinkörner angesprochen werden. Weitere Aufklärungen über das interessante Phänomen der Körnerausstreuung müssen wir von zukünftigen Beobachtungen erwarten.“

Gegenwärtig bin ich nun in der Lage diese weiteren Aufklärungen selbst zu geben.

Dieselben beziehen sich auf das *Cylindrospermum stagnale*, also auf eine Alge, welche zu den gemeinsten Cyanophyceen gehört.

Mein Material stammt aus dem sogenannten Heustadlwasser des Praters in Wien.

Die Zellen der jungen Fäden, d. h. solche, welche noch keine Akineten (Sporen) angelegt haben, zeigen eine Art von Centralsubstanz, welche nach Behandlung mit sehr verdünnter Salzsäure etwas schärfer hervortritt. Die ersten Körner entstehen als winzige Punkte in unmittelbarer Nähe der Peripherie der Centralsubstanz. Sie wachsen rasch heran, und wenn sie ihre volle Zahl und Grösse erlangt haben, ist die Centralsubstanz bis auf die letzte Spur verschwunden. Die erwähnten Körner zeigen anfangs die Reactionen der rothen Körner

BÜTSCHLI's. Später findet man aber nur Cyanophycinkörner in den Zellen. Ueber den Ursprung der letzteren liegen zwei Möglichkeiten vor. Man kann nämlich annehmen, dass sie aus eigenen, selbständigen Anlagen hervorgehen, nachdem die rothen Körner aus irgend einer Ursache verschwunden sind. Sie könnten aber auch durch Transformation aus den rothen Körnern entstanden sein. Ich neige mich auf Grund von Beobachtungen bei anderen Cyanophyceen zu letzterer Annahme.

Der Zellinhalt erscheint ganz gleichmässig blaugrün gefärbt. Dies wird besonders deutlich zu der Zeit, wo die Centralsubstanz bereits bis auf die letzte Spur verschwunden ist. Da man im Inhalt der Zellen selbst unter den stärksten Vergrösserungen keine Differenzirung in einen centralen und parietalen Theil wahrnimmt, noch sonst eine Punktirung oder eine andere Structur, so ist es mindestens zweifelhaft, ob man in diesem Falle von einem Chromatophor sprechen kann.

In den kleinen, fast wasserhellen, durchsichtigen, blaugrün gefärbten Zellen liegen in unbestimmter Lage 2—7 grosse Cyanophycinkörner. Letztere erscheinen merkwürdiger Weise ebenfalls in einem blaugrünen Schimmer. Doch ist derselbe, wenigstens in den jüngeren Zellen, nicht sehr deutlich. Dagegen ist die Färbung der Körner in den cylindrischen Dauersporen (Akineten) so auffallend und intensiv, dass die blaugrünen Körner von einem mit der Sache nicht näher Vertrauten ohne Weiteres für Chromatophoren gehalten werden könnten (Fig. 13). Ich habe dieselbe auffallende Färbung der Körner später im Laufe des Sommers auch bei *Cylindrospermum majus* Ktz. und bei *C. catenatum* Ralfs beobachtet und zwar sowohl in den Akineten, als auch in den vegetativen Zellen und schliesse daraus, dass diese Färbung der Körner bei *Cylindrospermum* eine häufige Erscheinung sein muss, die nur bisher übersehen worden ist.

Die physiologische Bedeutung dieser Thatsache liegt aber in der Aufspeicherung des blaugrünen Farbstoffes durch die Cyanophycinkörner.¹⁾

Anfangs August bemerkte ich, dass sich die *Cylindrospermum*-Gallerte auffallend verflüssigt hatte und dass die Fäden des *C. stagnale* einzeln in grosser Menge das Culturegefäss erfüllten.

Die Zellen dieser Fäden zeigten eine kugelige oder zusammengedrückt kugelige Form und starke Turgescenz und einen wässerigen,

1) Diese Thatsache ist besonders im Hinblick auf die Entdeckung von MOLISCH interessant, welcher bekanntlich constatirt hat, dass das Phycocyan zu den Eiweisskörpern gehöre. Siehe Tagblatt Nr. 3 der 66. Versammlung der Naturforscher und Aerzte. 8. Abtheilung: Pflanzenphysiologie und Pflanzenanatomie. Vortrag des Professors Dr. HANS MOLISCH „Das Phycoerythrin und Phycocyan, zwei krystallisirbare Eiweisskörper.“

kaum gefärbten Inhalt. In diesen klaren und durchsichtigen Zellen schwammen je 2—5 auffallend grosse, glänzende, farblose Körner. Unter sich waren die Körner aber von sehr verschiedener Grösse und zeigten mitunter unregelmässige Contouren, wie kleine Knollen. Mit Salzsäure behandelt quollen sie fast gar nicht auf, sondern verloren nur ihren Glanz und ihren scharfen Umriss und wurden matt. Mit Hämatoxylin färben sie sich nicht oder so gut wie nicht.

Eines Tages bemerkte ich nun zu meinem grössten Erstaunen, dass die glänzenden Körner innerhalb einiger Zellen eines Fadens nicht mehr ruhig lagen. Sie stiessen an einander, tauchten unter, kamen wieder zum Vorschein, drehten sich um ihre Achse, umkreisten wohl auch einander, kurz sie zeigten eine schwache, wimmelnde Bewegung. Plötzlich gab die stark turgescirende Zellwand auf einer Seite nach, es entstand eine unregelmässige Oeffnung, durch welche der ganze Inhalt der Zelle, sammt den glänzenden Körnern heraustrat (Fig. 15).

Der ausgetretene Zellsaft mischt sich alsbald mit dem Wasser des Beobachtungstropfens und verschwindet. Die Körner zeigen anfangs eine taumelnde Bewegung, welche an die BROWN'sche Bewegung erinnert, aber energischer ist. Binnen wenigen Minuten werden jedoch die Bewegungen schneller und bekommen dann deutlich den Schein der Willkürlichkeit. Denn die Körner schwimmen bald geradlinig, bald im Bogen, bald drehen sie sich lebhaft um ihre Achse, bald stehen sie wieder still. Ein Hinderniss wird umgangen und zwischen locker verwebten Algenfäden wissen sie sich geschickt hindurch zu drängen. Beobachtet man diese Körner unter stärkster Vergrösserung (1500—2000), so überzeugt man sich, dass sie eine contractile Plasmahaut besitzen, gleichwie *Euglena*, aber keine Cilien.

Setzt man den Beobachtungstropfen etwas Eosinlösung zu, so sieht man ferner, dass jede einzelne Zoospore — denn so muss man wohl die ausgetretenen Körner nennen — von einer äusserst dünnen, schwer sichtbaren Gallerthülle umgeben wird. Anfangs hielt ich diesen gallertigen Saum für eine Art von Hyaloplasma und erwartete, dass sich dasselbe zuletzt mit einer Haut bedecken werde. Allein es geschah nichts dergleichen, denn, als später die Zoosporen zur Ruhe kamen und sich mit einer festen Membran bekleideten, geschah dies nicht am äusseren Rande der Gallerte, sondern an der Grenze zwischen dem glänzenden Inhalte und dem Saume, wie es schien, durch eine allmähliche Umbildung der Plasmahaut.

Die ausgetretenen Zoosporen sind von sehr ungleicher Grösse. Doch kann man zwei Formen unterscheiden, nämlich grosse und kleine. Die ersteren messen durchschnittlich 3.5μ und besitzen eine ausgesprochen elliptische Gestalt; die letzteren sind gewöhnlich nicht viel über 1μ gross und mehr kugelig (Fig. 16).

Beobachtet man mehrere zoosporenbildende Fäden im Hänge-

tropfen und sorgt für Luft und Licht, so findet man gewöhnlich schon nach 12 Stunden neben den gewöhnlichen, einfachen Zoosporen zahlreiche Diplozoosporen. Die letzteren bestehen gewöhnlich aus einer grossen und einer kleinen Schwärmzelle. Die kleinere Zoospore setzt sich gewöhnlich an einen Pol der grösseren, elliptischen Schwärmer an (Fig. 17).

In Folge dieser Beobachtung glaubte ich in dem geschilderten Vorgang eine Copulation zu erkennen und die Schwärmer als Gameten ansprechen zu sollen. Allein es trat die erwartete Verschmelzung der beiden Schwärmer zu einem Plasmakörper nicht ein; im Gegentheil, der kleinere Schwärmer wächst langsam zu der Grösse des anderen heran, und beide zusammen bilden schliesslich eine Art von *Diplococcus* in einer gemeinsamen Gallerthülle (Fig. 18).

Jetzt haben auch die Schwärmer bereits ihren homogenen, stark lichtbrechenden Inhalt verloren und eine ziemlich feste Haut bekommen. Man kann an diesen Zellen schon deutlich ein mattes Innere und dichteres Aeussere unterscheiden, sie sehen nämlich aus, wie ausgehöhlt. Manche von ihnen zeigen bereits eine schwache blaugrüne Färbung. Die Bewegungsfähigkeit ist aber bei den Doppelzellen noch nicht erloschen, sondern nur etwas geschwächt. Jetzt wächst jede der beiden Zellen zu einer Grösse von 5—6 μ heran und rundet sich gegen die Nachbarzelle hin ab. Durch diese Abrundung und durch eine Verflüssigung der Gallerte kommen sie dann häufig aus ihrem Verbande, können aber auch beisammen bleiben. Nun beginnt sich gewöhnlich jede Zelle durch eine, auf die grosse Achse senkrecht gerichtete Wand zu theilen. Da sich diese Theilung mehrmals wiederholen kann, so entstehen kleine Colonien, welche von einer gemeinsamen Gallerte zusammengehalten werden und von kleinzelligen *Gloeocapsa*- bzw. *Aphanocapsa*-Familien nicht unterschieden werden können (Figg. 20—22). Die Beweglichkeit erlischt auffallend spät. Ich habe Zellverbände, die bereits 16 Zellen zeigten, noch deutlich taumelnde Bewegungen ausführen sehen. So weit das Thatsächliche.¹⁾

Ausser bei *Cylindrospermum stagnale* habe ich in früheren Jahren Zoosporenbildung noch bei *Gomphosphaeria aponina*, *Gloeotrichia pisum* und einer *Oscillaria* beobachtet. Die beigegebene Zeichnung der Zoosporenbildung von *Gomphosphaeria aponina* stützt sich theils auf eine alte Skizze, die unmittelbar bei Beobachtung entworfen worden war, theils auf ein Dauerpräparat (Figg. 9 und 10).

Da ich, wie gesagt, das Phänomen der Körnerausstreuung schon wiederholt beobachtet habe, so muss ich schliessen, dass die Zoosporen-

1) Ich cultivire selbstverständlich diese kleinen *Aphanocapsa* ähnlichen Zellfamilien weiter. Ob es mir aber gelingen wird, diese Colonien während des ganzen Winters lebend zu erhalten und im nächsten Frühling ihr Auskeimen zu den *Cylindrospermum*-Fäden zu beobachten, ist mindestens zweifelhaft.

bildung bei den Cyanophyceen allgemein verbreitet ist und dass sie nur durch einen Zufall bisher übersehen wurde. Nachdem aber jetzt auf diese Erscheinung die Aufmerksamkeit hingelenkt worden ist, dürften meine Ausführungen bald die nöthige Ergänzung erhalten, namentlich dürften wir erfahren, auf welche Weise die *Aphanocapsa* ähnliche Form wieder in *Cylindrospermum* übergeht.

Auf einen Punkt erlaube ich mir aber meine Nachfolger besonders aufmerksam zu machen, auf die Frage nämlich, wie die Zoosporen entstehen. Ich habe speciell durch die Vergleichung der vegetativen mit den zoosporenbildenden Fäden den Eindruck gewonnen, dass die Zoosporen aus den Cyanophycinkörnern durch Umbildung hervorgehen. Allein Eindrücke können täuschen. Es wäre aber für die Erkenntniss der wahren Natur der Cyanophyceenkörner von grösster Wichtigkeit, wenn meine Wahrnehmung entweder unanfechtbar bestätigt oder als Irrthum nachgewiesen würde.

b) *Lyngbya Bornetii*¹⁾ nov. spec.

Im Frühling dieses Jahres stellte sich in meinem Aquarium zwischen den Blättern von *Fontinalis antipyretica* eine sehr blasse Oscillariacee ein, die gleich bei der ersten Durchmusterung unter dem Mikroskop mein höchstes Interesse erregte. Die eben erwähnte *Fontinalis* stammte aus dem Hochschwabgebiet (Steiermark). Später fand ich dieselbe Alge in einem klaren Gebirgsbach (einem sogenannten Forellenbach) in der Nähe des Klopeiner-Sees in Kärnthen.

Nach einer mündlichen Mittheilung hat sie auch Herr Primarius Dr. LÜTKEMÜLLER am Attersee beobachtet. Die blasse *Lyngbya* bewohnt daher ursprünglich klare Alpenbäche und Seen und sitzt daselbst in kleinen, grünlich bräunlichen Büscheln an den Moosen. Mit der *Fontinalis*, welche als „Perlmoos“ zum Schmuck der Aquarien in den Handel gebracht wird, gelangt die blasse *Lyngbya* dann in die Aquarien und gedeiht in dem Hochquellwasser von Wien fröhlich weiter.

Anfangs traten die Fäden fast nur einzeln auf und waren immer von einer sehr dünnen, hyalinen, eng anliegenden Scheide umschlossen. Die Zellen der jungen Fäden waren anfangs so lang als breit — nämlich 12—16 μ — in einzelnen Fällen sogar länger als breit. Der Zellinhalt besteht in diesen jüngsten Fäden nur aus einem farblosen Protoplasma und Chylema. Das Protoplasma ist fast homogen und zeigt nur selten einzelne Körner.

Das Chylema erweist sich als bedeutend dünnflüssiger und ist dabei klar und durchsichtig. Beide Substanzen sind so mit einander gemischt,

1) Zu Ehren des um die Algologie hochverdienten Forschers Dr. E. BORNET in Paris. *Lyngbya* im Sinne HANSGIRG's, non GOMONT.

dass das eigentliche Plasma wabenförmige Blasen bildet, in welchen das Chylema eingeschlossen wird. Aus dem Umstand, dass die Plasmawaben anfangs gewöhnlich parallelepipedisch sind, muss man schliessen, dass das Plasma unserer *Lyngbya* eine ungewöhnliche Zähigkeit besitze. Die Zahl der Waben in einer Zelle ist bei den jüngsten Fäden nur gering, nämlich 4—6 μ . Dafür erreichen die Waben durchschnittlich die stattliche Grösse von 4—5. Ja, es kommt vor, dass die Endzelle eines jungen Fadens nur eine einzige Riesenwabe bildet. Letztere theilt sich aber gewöhnlich nach wenigen Stunden und zwar meistens durch eine Protoplasmawand, welche in der Längsrichtung des Fadens liegt. Die Plasmawand bildet anfangs auf dem parietalen Plasma, das hier deutlich sichtbar ist, einen Kamm, später einen Ring und durch Ausfüllung des letzteren eine Wand oder Haut! Auf diese Weise entstehen zwei neue Waben, welche sich bald wieder durch eine Querwand theilen, die senkrecht auf die Längsachse des Fadens orientirt ist. Wie man sieht, vermehren sich in diesem ganz speciellen Falle die Waben durch Aufrichtung von Plasmawänden, also in einer ganz analogen Weise, wie die Zellen. Häufig liegen die Querwände mehrerer Waben in der Mitte der Zelle und nahezu in ein und derselben Ebene.

Man kann dann bei bald darauf folgender Zelltheilung beobachten, dass die neue Zellwand als Ring in der gemeinschaftlichen Wabenebene angelegt wird und dass sie in derselben Ebene weiter vorrückt. Kurz, man hat den Eindruck, dass die Waben die nächst niederen Einheiten des *Lyngbya*-Organismus darstellen, welche in absteigender Richtung unmittelbar nach der Zelle kommen.¹⁾ (Fig. 2).

Durch die fortwährenden Theilungen werden die Waben in den älteren Fäden immer enger und enger. Dies gilt namentlich für die Waben an der Mantelfläche der Fäden, während die Waben im Innern der Fäden noch längere Zeit ihr grösseres Lumen bewahren (Fig. 3).

Jetzt bemerkt man auch, dass sich die peripherisch gelegenen, engen Waben zwar schwach, aber doch deutlich erkennbar, schmutzig grün zu färben beginnen, während die central gelegenen Waben farblos zu bleiben scheinen. Es findet also im Laufe der individuellen Entwicklung eine Art von Differenzirung zwischen den Waben statt, indem die peripherisch gelegenen in ihrer Gesammtheit nach und nach den Charakter eines wabigen Chromatophors annehmen, während die

1) Einzelne niedrig organisirte Wesen scheinen nur aus Waben zu bestehen; bei höheren treten häufig Fibrillen hinzu. Vielleicht sind Waben und Fibrillen dazu berufen in der Pflanzenanatomie eine grosse Rolle zu spielen.

Ueber die Bedeutung des Wabenbaues siehe BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig, ENGELMANN. Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen 1890. Vortrag, gehalten am 6. December 1889 im naturh. medicinischen Verein zu Heidelberg. Leipzig, WINTER.

central gelegenen bleiben, was sie waren. Das Farbstoffgemisch, nämlich das Chlorophyll und das Phycocyan, haftet in diesem Falle ausschliesslich an dem Protoplasma der Waben, also an dem wabigen Gerüste des Chromatophors und nicht an dem Chylema.

Während der weiteren Entwicklung können die Waben des Chromatophors so klein werden, dass sie mit den stärksten Systemen eben noch deutlich sichtbar sind. Da aber auch dann noch die Farbstoffe das Chromatophor relativ schwach färben, so sieht man bei Einstellung des Mikroskopes auf die Achsenlinie des Fadens die grösseren centralen Waben durch das Chromatophor hindurchschimmern (Fig. 4).

Die grosse Durchsichtigkeit unserer Alge gestattet auch die Nachforschung nach der Entstehung der Körner.

In den ganz jungen Fäden fehlen die Körner gänzlich (Fig. 1). Die Zellen bestehen eben nur aus dem plasmatischen Wabengerüst, dem Chylema und der Zellwand. Von einer Centralsubstanz oder sonst irgend einem anderen geformten Zellinhalt ist keine Spur vorhanden. Dies ergibt sowohl die Untersuchung der lebenden Fäden, als auch das Studium des fixirten und gefärbten Materials.¹⁾ Es färbt sich eben das Wabengerüst, eventuell die Zellwand, aber sonst nichts. Daraus ergibt sich der unanfechtbare Schluss, dass es im Laufe der individuellen Entwicklung der Cyanophyceen Stadien giebt, in denen die Zellen nur aus Protoplasma und Chylema bestehen, oder, wenn man will, nur aus Archiplasma im Sinne WIESNER's.²⁾

Erst auf einer späteren Entwicklungsstufe unserer *Lyngbya* treten Körner auf. Merkwürdiger Weise bilden sich diese Körner anfangs nur an den älteren Zellwänden und zwar so, dass immer eine jüngere Zellwand bei der Körnerbildung übersprungen wird (Fig. 2). Die Körner entstehen in diesem speciellen Falle in folgender Weise. Es bilden sich innerhalb der Waben vereinzelt Plasmastränge, die anfangs aussehen, als sollte aus ihnen eine neue Wabenwand gebildet werden. Allein dies geschieht nicht. Die Stränge verdicken sich vielmehr an der Stelle, wo sie die gemeinschaftliche Zellwand berühren, knoten- oder kegelförmig. In dieser Plasmaansammlung bemerkt man dann etwas, wie einen Tropfen, der nach und nach grösser und glänzender

1) Herr PFEIFFER v. WELLHEIM in Wien hat mit dieser Alge eine lange Reihe von Fixirungs- und Färbungsversuchen angestellt, und es ist ihm gelungen von derselben Dauerpräparate im venetianischen Terpentin herzustellen, in welchen die Waben ohne jede Verzerrung, roth oder grau gefärbt, zur deutlichsten Anschauung kommen.

2) WIESNER, Die Elementarstruktur und das Wachsthum der lebenden Substanz. Wien 1892, p. 266.

wird (Fig. 7). Wenn er seine vollständige Grösse erlangt hat, [zieht sich das Protoplasma von ihm zurück, und das Korn ist fertig.

Dasselbe zeigt anfangs die Reactionen der rothen Körner BÜTSCHLI's, nach 2—3 Tagen aber die der Cyanophycinkörner. Behandelt man letztere mit verdünnter Salzsäure, so verschwinden sie sammt dem Wabengerüste, fliessen mit letzterem zusammen und bilden im Innern der Zellen spinnenartige Figuren. Diese spinnenartigen Massen erfüllen immer je zwei Zellen zum Beweise, dass die jüngeren Zellen mit einander wahrscheinlich durch einen centralen Porus der Querwand, communiciren (Fig. 6).

Eine Centralsubstanz konnte ich, wie schon erwähnt, bei meiner *Lyngbya* nicht nachweisen und zwar weder durch verdünnte Salzsäure, noch durch Verdauungsflüssigkeiten, noch durch die Lebendfärbung mit Methylenblau, noch durch Färbungen. Ich sah aber vereinzelte Fäden, welche an den Querwänden eine sehr dichte Masse in der Weise aufgehäuft hatten, dass dieselbe eine Linse bildete (Fig. 5). An jeder Seite der Querwand lagerte nämlich eine halbe Linse. Diese Masse trat nach Behandlung mit sehr verdünnter Salzsäure schärfer hervor und zeigte sich auch gegen Pankreatin- und Pepsinglycerin ziemlich resistent. Bei einer 2000fachen Vergrösserung glaubte ich einmal sogar in dieser Masse eine fibrilläre Structur wahrgenommen zu haben. Was das Ganze aber bedeutet, ist mir zur Zeit völlig dunkel. Da aber die linsenförmige Masse an der Stelle lagert, wo sonst die Cyanophycinkörner liegen, letztere aber verschwunden sind, so kann diese Masse vielleicht ein Umwandlungsproduct der Körner darstellen.

Bei dieser *Lyngbya* kommt es namentlich in den älteren Fäden nicht selten vor, dass sich zwei benachbarte Zellen gegen einander abrunden, ihren Farbstoff und ihre Waben verlieren, dafür aber einen farblosen, stark glänzenden Inhalt gewinnen (Fig. 5 a). Da bei diesen Zellen die Fäden häufig zerknicken, so dürften sie wohl dieselbe biologische Bedeutung besitzen, wie die Heterocysten, nämlich die eines Trennungs- oder Zerstückelungsapparates.

Bisher wurde des Umstandes noch nicht Erwähnung gethan, dass die Fäden beweglich sind. Doch zeigen sie in der That die gewöhnlichen Bewegungserscheinungen von *Oscillaria*. Allerdings ist die Stärke des Bewegungsvermögens sehr verschieden, ohne dass man über die Ursachen der grossen Schwankungen in's Klare kommen könnte. Wenn die Beweglichkeit sehr gross ist, so sieht man bei stärkster Vergrösserung deutlich einzelne Contractionswellen, ähnlich den peristaltischen Bewegungen, über die Fäden der *Lyngbya* in der Form sehr feiner Runzeln laufen.

Schliesslich füge ich für den systematischen Gebrauch eine kurze Diagnose bei:

Lyngbya Bornetii nov. spec.

Fäden beweglich, entweder vereinzelt zwischen anderen Algen oder zu büscheligen, gallertigen, schmutzig grünen, bis bräunlichen Lagern vereinigt. Scheiden eng anliegend, hyalin, sehr zart. Fäden gerade oder schwach gekrümmt, oben abgerundet und nicht verschmälert, etwa 12—16 μ breit. Zellen eben so lang als breit, selten etwas länger, aber häufig 2—3mal kürzer. Zellinhalt auf allen Entwicklungstufen mit deutlichem Wabenbau.

Chromatophor sehr schwach gefärbt¹⁾, klein- bis grosswabig, in der ersten Jugend kaum angedeutet. Ungefärbte, fettglänzende, elliptische Trennungszellen nicht selten.

In klaren Gebirgsbächen (sogenannten Forellenbächen) auf Moosen, nächst dem Klopeiner See in Kärnthen (ZUKAL), am Attersee in Oberösterreich (LÜTKEMÜLLER).

c) Calothrix parietina (Näg.) Thur.

Ich erwähne diese Alge hier, weil ich in dem verjüngten, haarförmigen Theil der Fäden (Fig. 11) einen ähnlichen Wabenbau gefunden habe wie bei *Lyngbya Bornetii*, und weil ich glaube, dass derselbe Bau in den farblosen Fadenspitzen der meisten Rivularien vorkommt. Allerdings sind die Waben bei *Calothrix* unregelmässig verzerrt und verbogen; allein solche verbogenen und in die Länge gezerrten Waben kommen auch häufig bei *L. Bornetii* vor, es war mir nur, mit Rücksicht auf den mir zur Verfügung stehenden Raum, unmöglich, all diese Formvariationen der Waben zu zeichnen.

In den dickeren Theilen der *Calothrix*-Fäden tritt eine Art von Centralsubstanz auf. Die rothen Körner entstehen am Umfange dieser Substanz in der Form kleiner Pünktchen, die rasch grösser werden (Fig. 12). In der Thatsache, dass sie bei *L. Bornetii* aus eigenen Anlagen, bei *Calothrix* so zu sagen ohne Anlagen aus der Centralsubstanz entstehen, liegt nichts Verwirrendes; denn wir haben ein Analogon in der Stärke. Die Stärkekörner können bekanntlich aus eigenen Anlagen hervorgehen, die transitorische Stärke dagegen bildet sich ohne Anlagen unmittelbar aus dem Traubenzucker. Ich stelle mir nun vor,

1) Die ausgesprochen schwache Färbung macht unsere *Lyngbya* auch vom phylogenetischen Standpunkte aus zu einem sehr bemerkenswerthen Object. Denken wir nämlich die schon bei *Lyngbya Bornetii* deutlich zu Tage tretende Rückbildung der Fähigkeit zur Farbstoffproduction noch um einen Schritt weiter geführt, so gelangen wir zu einem *Crenothrix* ähnlichen Organismus, also zu einer Bacterie. In weiterer Verfolgung dieses Gedankens ist es gar nicht ausgeschlossen, dass die grossen, fädigen Bacterien einst Cyanophyten waren, die in Folge einer schmarotzenden Lebensweise und des fortgesetzten Nichtgebrauchs eines Organes die Fähigkeit zur Farbstoffbildung eingebüsst haben. Dass sich aber die Nostocaceen zu einer halb-schmarotzenden Lebensweise eignen, ist bekannt.

dass die Centralsubstanz zu den rothen Körnern in einer ähnlichen Beziehung stehe wie der Traubenzucker zu den Stärkekörnern. Ich halte nämlich die Centralsubstanz für eine lösliche Modification der Körner, durch welche die Körnersubstanz befähigt wird, von Zelle zu Zelle zu wandern und sich an gewissen Punkten, z. B. Akineten, Manubrien etc., anzuhäufen. Da aber die Centralsubstanz eine Mischung von Nucleänsäure mit verschiedenen Proteinen zu sein scheint, so muss ich folgern, dass die Körner aus einer ähnlichen Substanz bestehen.

Die abweichenden Reactionen lassen sich leicht durch die Annahme eines grösseren oder geringeren Gehaltes an Nucleänsäure erklären. In den älteren Zellen, namentlich gegen die Basis der Fäden zu, verschwindet schliesslich die Centralsubstanz, und die Zellen enthalten nur noch zahlreiche Cyanophycinkörner.

d) *Anabaena hallensis* Born. et Flah.

Ich fand in den vegetativen Zellen dieser Alge innerhalb der alten Cyanophycinkörner würfelige Krystalle mit krummen Flächen, die nach mehrtägiger Einwirkung sehr verdünnter Salzsäure verschwanden und mit Hämatoxylin sich intensiv blau färbten. In den lebenden (?) Zellen erscheinen die Krystalle farblos (Fig. 23). Da sich die Krystalle mit MILLON'schem Reagens deutlich roth färben, so dürften sie den Eiweisskörpern angehören.

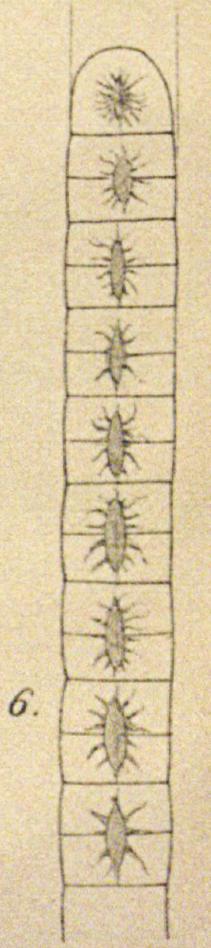
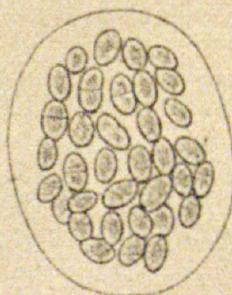
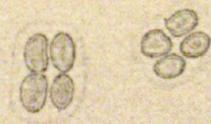
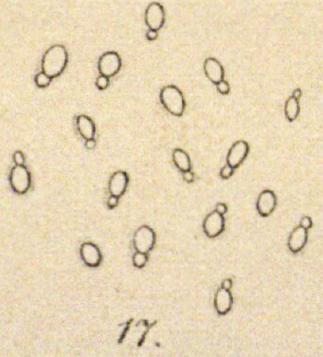
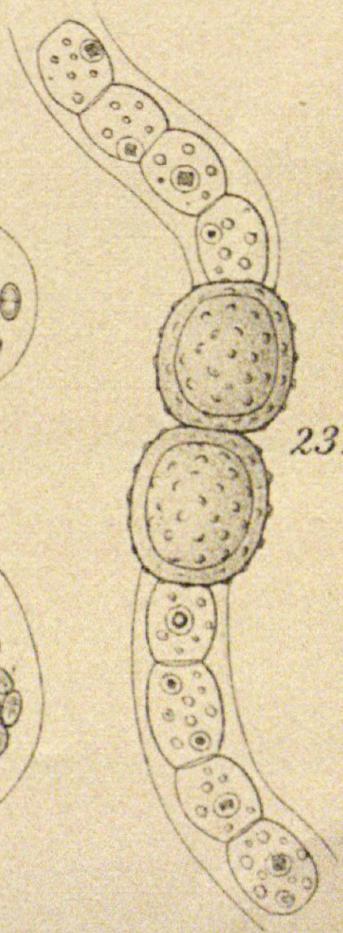
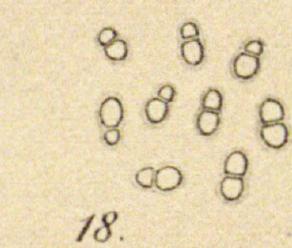
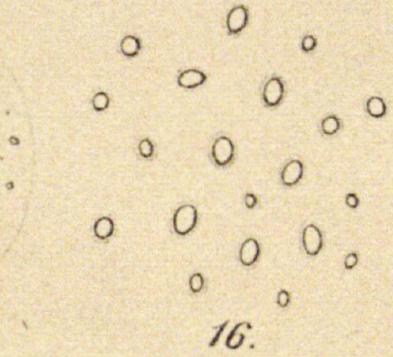
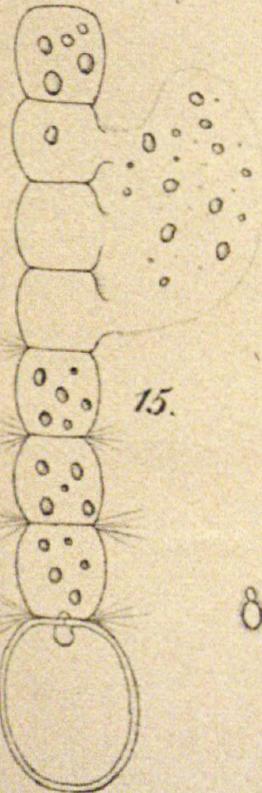
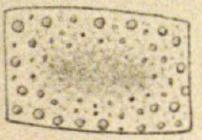
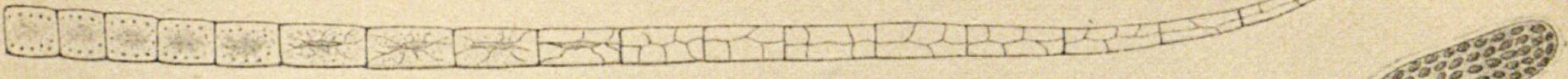
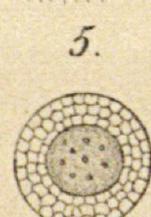
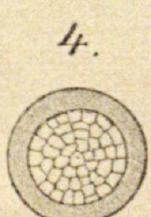
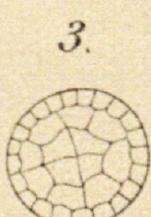
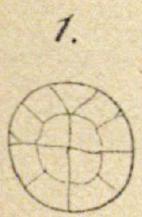
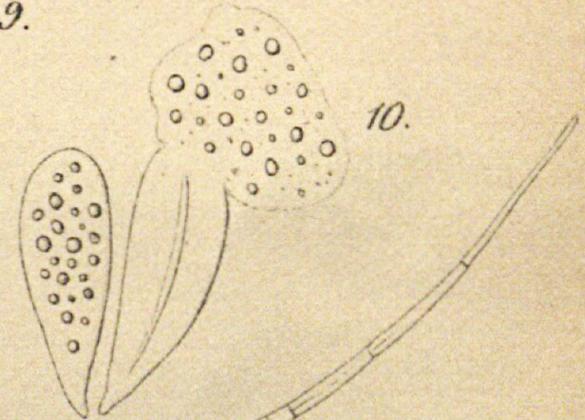
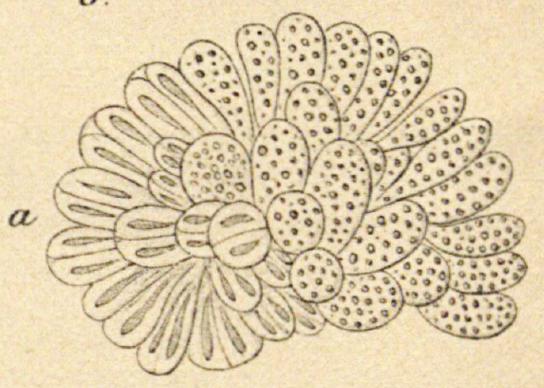
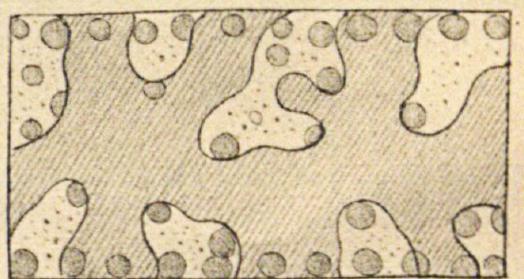
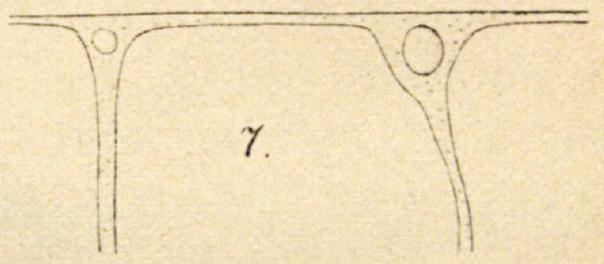
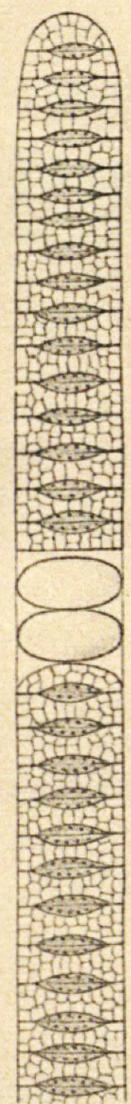
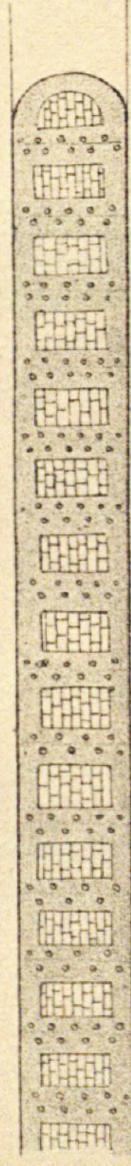
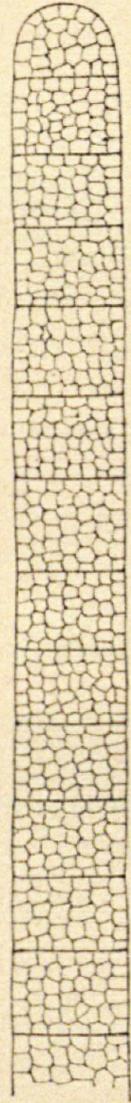
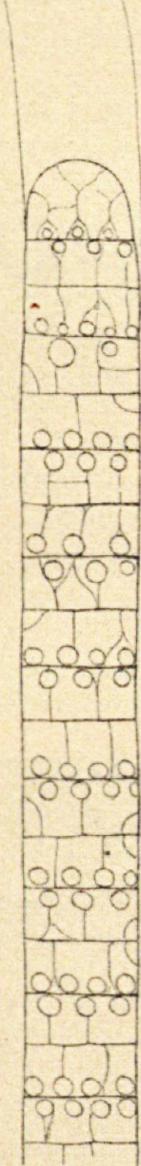
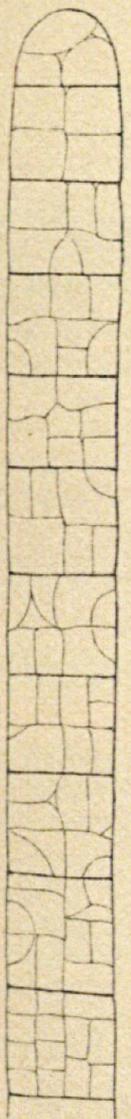
e) *Oscillaria*-Species. (Fig. 8).

Ich habe diese *Oscillaria* bereits in meiner Arbeit „Beiträge zur Kenntniss der Cyanophyceen“ (Oesterr. bot. Zeitschr. 1894, No. 7 ff.) beschrieben und trage hier nur die Zeichnung nach. Unter stärkster Vergrösserung zeigt das grobmaschige Chromatophor eine fibrilläre Structur. In den farblosen Lücken des Chromatophors konnte ich einmal deutlich die Bewegung kleiner Körnchen wahrnehmen. Ich schliesse daraus auf das Vorhandensein eines parietalen Plasmas.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1–5. Fäden von *Lyngbya Bornetii* in verschiedenen Entwicklungsstadien. Vergr. 900.
- „ 6. Der Faden Nr. 2, mit sehr verdünnter Salzsäure behandelt. Vergr. 900.
- „ 7. Entstehung der rothen Körner aus eigenen Plasmaanlagen. Vergr. 2000.
- „ 8. Grobmaschiges Chromatophor mit deutlich fibrillärem Bau von *Oscillaria* species. Vergr. 2000.
- „ 9. *Gomphosphaeria aponina* in Zoosporenbildung. Bei a ist ein Theil der Zellen bereits entleert. Vergr. 900.
- „ 10. Zwei Zellen derselben Alge noch stärker vergrössert; die rechte Zelle hat soeben ihren Inhalt entleert. Vergr. 2000.

- Fig. 11. Endspitze eines Fadens von *Calothrix parietina* ohne Scheide. Die Zellen der Spitze zeigen Wabenbau, die Zellen weiter unten Centralsubstanz. Vergr. 900.
- „ 12. Eine untere Zelle noch stärker vergrössert, um das Entstehen der Körner zu zeigen. Vergr. 2000.
- „ 13. Ein Stück eines Fadens von *Cylindrospermum stagnale*. Vergr. 900.
- „ 14. Ein ähnliches Stück derselben Alge, mit verdünnter Salzsäure behandelt. Die vegetativen Zellen zeigen einen künstlichen Wabenbau, nämlich die stark gequollenen Cyanophycinkörner. In der cylindrischen Akinete quellen dieselben Körner zu eigenthümlichen spindelförmigen Massen auf. Vergr. 900.
- „ 15. Ein Faden derselben Alge, die Zoosporen entlassend. Vergr. 1500.
- „ 16. Zoosporen. Vergr. 2000.
- „ 17. Die Diplozoosporen. Vergr. 2000.
- „ 18. Dieselben in ausgewachsenem Zustande. Vergr. 2000.
- „ 19. Die *Aphanocapsa* ähnlichen Zellen beginnen sich zu theilen und zeigen noch eine ziemlich lebhafte Bewegung. Vergr. 2000.
- „ 20—22. Verschieden grosse Conglomerate derselben Zellen. Die Familien 20 und 21 zeigen noch eine schwache taumelnde Bewegung. Vergr. 2000.
- „ 23. Ein Fadenstück von *Anabaena hallensis*. Einzelne Körner der vegetativen Zellen enthalten farblose, würfelige Krystalle. Vergr. 1500.



Zukal gez.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Zokal Hugo

Artikel/Article: [Neue Beobachtungen über einige Cyanophyceen. 256-266](#)