© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

64. L. Jost: Beiträge zur Kenntniss der Coleochaeteen.

Mit Tafel XXXIV.

Eingegangen am 10. November 1895.

Unsere Kenntnisse über die Gattung *Coleochaete* verdanken wir fast ausschliesslich einer Arbeit Pringsheim's[1]) aus dem Jahre 1860. In den fünfunddreissig Jahren, die seit dem Erscheinen dieser grundlegenden Untersuchungen verflossen sind, hat man zwar die Resultate derselben sehr häufig dazu benutzt, um einen Uebergang zwischen Archegoniaten und Algen zu construiren — wozu indess wie u. a. Naegeli[2]) hervorgehoben hat, gar keine Berechtigung vorlag — eine Nachuntersuchung der Pringsheim'schen Angaben und insbesondere eine Vervollständigung derselben ist aber nicht ausgeführt worden, obwohl Pringsheim selbst seinerzeit deutlich genug auf die vorhandenen Lücken in seinen Beobachtungen hingewiesen hatte. Unter diesen Lücken sind namentlich hervorzuheben: die Ausbildung des Eies und der Act der Befruchtung.

Als ich in den Sommern 1889 bis 1891 ursprünglich mit ganz anderer Fragestellung mich mit *Coleochaete* beschäftigte, habe ich viel Zeit und Mühe darauf verwandt, die erwähnten Fragen ihrer Lösung näher zu bringen. Es gelang mir aber nicht die *Coleochaete*-Arten auf dem Objectträger zu cultiviren oder auch nur so lange am Leben zu erhalten, dass eine normale Ausbildung der Geschlechtsorgane stattfinden konnte, wenn auch in vegetativen Zellen Wachsthum und Theilung oft genug beobachtet werden konnten. Es scheint mir daher wenig Aussicht vorhanden zu sein, dass wir je den Befruchtungsvorgang bei *Coleochaete* am lebenden Object werden beobachten können, wie das bei *Oedogonium* möglich ist. Man wird also seine Zuflucht zur Vergleichung fixirter und tingirter Präparate nehmen müssen. Da ich selbst in den letzten Jahren nicht dazu gekommen bin, diesen Weg einzuschlagen, derselbe aber jetzt von anderer Seite betreten wird, so beschränke ich mich darauf meine alten Beobachtungen mitzutheilen; stellen dieselben auch nur Bruchstücke vor und enthalten sie namentlich die Lösung der wichtigsten Fragen nicht, so dürften sie vielleicht doch nicht ganz ohne Interesse sein, weil sie einerseits zeigen, dass die bis-

1) Pringsheim, N. Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. III. Die Coleochaeteen. Jahrbücher, Bd. II, 1860.

2) Naegeli, C. v. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884. S. 472 u. 473.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

herigen Vorstellungen über die Eibildung der Coleochaeteen der sicheren Basis entbehren, und weil sie andererseits die Beschreibung einer neuen, biologisch interessanten *Coleochaete*-Art bringen. Mit der Schilderung dieser *Coleochaete Nitellarum* n. sp. soll begonnen werden.

Die Schwärmsporen von *C. Nitellarum* weichen in ihrer Gestalt nicht von denen anderer Arten der gleichen Gattung ab. Ihr Gesammtumriss erscheint annähernd birn- oder eiförmig, doch stellt er keine Rotationsfigur dar, sondern zeigt etwas dorsiventrale Gestalt. Als Rücken können wir die flachere, den Chromatophor umschliessende Seite der Schwärmspore bezeichnen und als Bauchseite den mehr gewölbten, farblosen Theil, in welchem Tropfen eines stark lichtbrechenden Körpers liegen; das Vorderende ist etwas spitzer als das abgerundete Hinterende (Fig. 2), in manchen Fällen ist es sogar stark zugespitzt; an ihm sind die zwei dünnen Cilien befestigt, die etwa die doppelte Körperlänge erreichen mögen. Durchaus nicht immer ist der Unterschied zwischen Vorder- uud Hinterende so deutlich wie in Figur 2. Was PRINGSHEIM für die anderen Arten hervorgehoben hat, das gilt auch für *Nitellarum*, dass nämlich ein farbloses Vorderende nicht immer so deutlich ausgebildet ist, wie bei anderen Algenschwärmsporen. — Von den Einzelbestandtheilen der Schwärmerzelle sind der Chromatophor und die stark lichtbrechenden Tropfen schon genannt worden. Der Chromatophor findet sich, wie in allen vegetativen Zellen der Coleochaeteen, stets in Einzahl, er ist schalenförmig, liegt der Rückenfläche des Schwärmers an und birgt ein Pyrenoid sowie gewöhnlich einige Stärkekörnchen. Die eigenthümlichen, stark lichtbrechenden Tropfen der Bauchseite finden sich in manchen Exemplaren in grosser Zahl und geringer Grösse, während andere nur wenige, dafür aber grössere enthalten; über ihre chemische Natur geben die üblichen Reagentien keinen Aufschluss. Sie lösen sich nicht in Alkohol und Aether, schwärzen sich auch nicht in Osmiumsäure, sind also keine Fette, für die man sie dem Aussehen nach am ersten halten möchte; mit frisch bereiteter Jodlösung geben sie keine Reaction; in Kalilauge und in verdünnter Salzsäure werden sie gelöst. Die Grundmasse der ganzen Zelle wird von einem Protoplasma gebildet, in dem der Kern gewöhnlich schon ohne Präparation sichtbar ist, das aber keine grösseren Vacuolen einzuschliessen scheint.

Bei der Bewegung ist die Längsachse des Schwärmers zur Bewegungsrichtung etwas geneigt und beschreibt einen Kegelmantel, dessen kreisförmige Basis vom Vorderende, dessen Scheitel vom Hinterende der Spore gebildet wird. Die Richtung der Rotation um die Längsachse wechselt öfters. — In den Fällen, in welchen auf die Zeit des Ausschlüpfens der Schwärmer geachtet wurde, konnte constatirt werden, dass dieselben etwa eine Stunde lang sich bewegen, um dann entweder auf einem festen Substrat oder an der Flüssigkeitsoberfläche zur Ruhe zu kommen. Alsbald umgeben sie sich mit einer Membran, und die so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

entstehende Zelle, die wir „Primärzelle“ nennen wollen, hat eiförmigen, manchmal auch bohnenförmigen Umriss. Diese Primärzelle verdickt nun ihre Wand, sie bildet manchmal auch ein Haar aus, das den bekannten Charakter der *Coleochaete*-Haare besitzt, sodann bemerkt man an ihr gewöhnlich am spitzen Vorderende (selten an einer Breitseite oder an beiden Enden) einen farblosen Fortsatz, der bald zu einem im Allgemeinen cylindrischen Keimschlauch heranwächst; derselbe sticht von der ursprünglichen Primärzelle durch die Zartheit seiner Zellwand ab. In ihn wandert dann das Protoplasma mitsammt dem Zellkern und Chromatophor ein, die Primärzelle scheint ganz inhaltleer zu sein (Fig. 3). Nach Zusatz von plasmolysirenden Mitteln kann man aber beobachten, dass ein zarter Plasmaschlauch der Wand der Primärzelle angelegen hatte (Fig. 6), der eben wegen seiner dichten Anlagerung und wegen seiner Zartheit schwer sichtbar war. Nun tritt offenbar Kerntheilung ein, sodann Abtrennung des Keimschlauches von der Primärzelle durch eine Querwand. Der Inhalt der Primärzelle, in welchem auch ein mit Jod sich gelb färbendes Körperchen, offenbar der Zellkern, sichtbar ist, geht allmählich zu Grunde, während aus dem Keimschlauch ein Zellfaden durch Wachsthum und Theilung gebildet wird. Derselbe pflegt im Allgemeinen unverzweigt zu sein, doch treten gelegentlich auch Auszweigungen auf. Als Ausnahme ist zu registriren, dass die Primärzelle gelegentlich Protoplasma und Chromatophor behalten kann und dann auch nicht frühzeitig abstirbt, sowie die Thatsache, dass die erste Scheidewand manchmal nicht auf die Grenze zwischen Primärzelle und Keimschlauch fällt, sondern weiter in den letzteren verschoben wird.

Ueber die Bildung eines wenigzelligen Pflänzchens kommt aber ein Keimling nicht, der sich im freien Wassertropfen des Objectträgers entwickelt hat, oder der in einer grösseren Cultur an der Wasseroberfläche entstanden ist. Solche Keimlinge zeigen bald einen Stillstand in der Entwickelung und gehen dann zu Grunde. Wie es scheint verhalten sich die anderen Coleochaeteen nicht anders, ihre Keimlinge kommen nur dann zur Weiterentwickelung, wenn sie sich auf einem Substrat festgeheftet haben. Es ist anzunehmen, dass bei diesen das Substrat nur als Unterlage von Bedeutung ist; wenigstens findet man *C. scutata* in der Natur auf lebenden und auf todten Pflanzentheilen gleich gut entwickelt, und in Cultur habe ich sie in ausserordentlich grossen Exemplaren, die reichlich fructificirten, auch auf den Glaswänden des Culturgefässes beobachtet. Ob *Coleochaete pulvinata* sich ebenso verhält, muss dahin gestellt bleiben. In den Glasgefässen, in welche Pflanzentheile aus dem Freien mit *C. pulvinata* gebracht wurden, kam dieselbe an den Wänden nicht zur Entwickelung, obwohl sie reichlich Schwärmsporen bildete, ebensowenig entwickelten sich Keimlinge, die am natürlichen Standort auf eingehängten Objectträgern sich fest-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geheftet hatten, in der Zimmercultur weiter, obwohl sie in dem gleichen Wasser geblieben waren. Solche Resultate sind aber natürlich nicht eindeutig, das Aufhören der Entwickelung braucht nicht nothwendig durch das nicht zusagende Substrat bedingt zu sein, wissen wir doch seit den Arbeiten von OLTMANNS und NOLL[1]) eine grosse Anzahl von Ursachen, weshalb Algenculturen so oft misslingen. Für die uns hier in erster Linie interessirende neue Species *C. Nitellarum* kann es aber als sicher gelten, dass für sie das Substrat nicht nur eine rein mechanische Bedeutung hat. Sie kommt nämlich nur auf ganz bestimmten lebenden Pflanzen, nämlich auf *Nitella*-Arten und unberindeten *Chara*-Arten vor. Auch sitzt sie denselben nicht etwa oberflächlich auf, so dass man sie wie *pulvinata* und *scutata* leicht vom Substrat abheben kann, sondern sie dringt in die äussersten Schichten der Membran der genannten Pflanzen ein. Sie ist also eine endophytische Art einer sonst nur Epiphyten umfassenden Gattung. In Beziehung auf ihren Endophytismus hat sie unter den grünen Algen zahlreiche biologische Verwandte. Wenn wir uns nur an diejenigen Formen halten, welche in der Aussenmembran ihres Wirthes leben, ohne in tiefere Schichten oder gar in's Innere der Zellen zu dringen, so können wir als ähnlich lebende Formen z. B. die von MOEBIUS[2]) beschriebene *Endophysa Charae* oder die von HUBER[3]) untersuchten *Endoderma*-Arten nennen und verweisen im Uebrigen auf die ausführliche Zusammenstellung der endophytischen Algen von MOEBIUS in der Notarisia 1891[4]). So wenig wie für diese anderen Endophyten unter den Algen, lässt sich irgend etwas anderes als Vermuthungen über die Bedeutung des Wirthes für den Parasiten bei *Coleochaete Nitellarum* aussprechen.

Das Eindringen der Keimpflanze in die Nitellamembran kann man leicht auf dem Objectträger beobachten, wenn man eine Internodialzelle von *Nitella* durch Ausblasen ihres Zellinhaltes durchsichtig gemacht hat; die auf ihr lebenden Exemplare der *Coleochaete* bilden gewöhnlich am nächsten Morgen Schwärmsporen, welche dann nach einiger Zeit zur Ruhe kommen und zwar zu einem grossen Theile auf der Nitellamembran. Wie bei der freien Keimung im Wassertropfen erfolgt auch bei der einer Nitellazelle angehefteten Primärzelle alsbald die Bildung

---

1) OLTMANNS, F. Ueber die Cultur und Lebensbedingungen der Meeresalgen. PRINGSH. Jahrb. XXIII.

NOLL, F. Ueber die Cultur von Meeresalgen in Aquarien. Flora 1892.

2) MOEBIUS, M. Bearbeitung der von H. SCHENK in Brasilien gesammelten Algen. Hedwigia 1889.

3) HUBER, J. Chaetophorées épiphytes et endophytes. Annales d. sc. nat. S. VII, T. XVI, 1892, Fig. 265 *s q g*.

4) MOEBIUS. Compectus algarum endophytarum. Notarisia 1891.

MOEBIUS. Ueber endophytische Algen. Biolog. Centralbl. 1891.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eines zuerst farblosen Keimschlauches, der, nachdem fast der ganze Zellinhalt in ihn eingewandert ist, durch eine Querwand von der Primärzelle abgegliedert wird. In seltenen Fällen kriecht der Keimschlauch noch eine kurze Strecke weit auf der Nitellamembran hin, meist dringt er sofort in die Wandschichten ein. Das Eindringen des Keimschlauches lässt sich meistens direct an einem Riss in der Nitellamembran erkennen (Fig. 5), indirect kann man es auch aus der Gestalt der aus ihm hervorgehenden Zellen erschliessen. Alle in der Membran lebenden Zellen sind nämlich aus naheliegenden Gründen stark abgeflacht, breit, aber wenig hoch, während ja die im Freien lebenden annähernd cylindrisch sind. Ein Vergleich zwischen Fig. 3 und 4 illustrirt diese Verhältnisse sehr deutlich; Fig. 3 stellt den cylindrischen Keimschlauch einer im Freien keimenden Spore dar, während in Fig. 4 der in der Membran wachsende und schon zweizellige Keimschlauch auffallend breit erscheint. Als Endergebniss der Keimung finden wir also den Haupttheil des Protoplasmas mit dem Chromatophor in die Nitellamembran eingeschoben, während die Primärzelle inhaltsleer ausserhalb der Wirthspflanze verbleibt und oft noch an ziemlich weit erwachsenen *Coleochaete*-Exemplaren aufgefunden werden kann. Die Art und Weise wie dann aus dem einzelligen Keimschlauch erst ein einfacher, dann ein verzweigter Zellfaden und schliesslich eine Zellfläche (Fig. 1) entsteht, bietet kein besonderes Interesse; wir können uns daher mit einigen wenigen Bemerkungen begnügen. Sämmtliche Zellen eines Zellfadens scheinen ganz gleichwerthig und wachsthumsfähig zu sein, und so entstehen meist in ganz unregelmässiger Weise hinter der fortwachsenden Spitze seitliche Auszweigungen. Gewöhnlich verbreitern sich die Endzellen rasch, und anstatt der Querwände treten schiefgestellte Wände auf, die Entwickelung der Zellfläche beginnt. Aber auch dann noch scheint ein wesentlicher Unterschied zwischen Rand- und Innenzellen nicht zu existiren, jedenfalls sind auch die letzteren noch entwickelungsfähig. Uebrigens muss noch bemerkt werden, dass schon die zweite Zelle des Keimschlauchs zur Zellfläche übergehen kann, vielleicht sogar schon die erste. — In ihrem allgemeinen Aufbau, in ihrer Verzweigung schliesst sich also *Coleochaete Nitellarum* am meisten an *C. irregularis* an, soweit die nicht sehr ausführlichen Angaben PRINGSHEIM's einen Vergleich gestatten. Leider ist gerade die Keimung dieser Form nicht bekannt, es lässt sich also nicht sagen, ob auch hier eine „Primärzelle“ und ein „Keimschlauch“ gebildet wird. Das ist indessen recht wahrscheinlich, denn wir finden ähnliche Erscheinungen auch bei anderen Algen, die epi- oder endophytisch leben. Vor allen Dingen müssen da HUBER's (l. c.) Beobachtungen angeführt werden, nach denen bei der Keimung von *Endoderma perforans* und *leptochaete* durchaus ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei *Col. Nitellarum*. Aber auch in der Keimungsgeschichte der anderen *Coleochaete*-Arten, soweit dieselben durch PRINGSHEIM be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kannt geworden sind, treten Organe auf, die sich mit denen der *C. Nitellarum*-Keimlinge homologisiren lassen. Bei *Coleochaete scutata* wird aus dem zur Ruhe gekommenen und mit einer Membran umgebenen Schwärmer durch eine annähernd horizontale[1]) Wand eine kleine vom Substrat abgewendete Zelle von einer grösseren, dem Substrat angehefteten Zelle getrennt. Diese kleine obere Zelle stimmt mit der Primärzelle von *C. Nitellarum* in dem Fehlen eines weiteren Wachsthums und in der Ausbildung eines Haares überein. Die untere, grössere Zelle allein findet zum Aufbau der Pflanze Verwendung, sie wäre also dem Keimschlauch von *C. Nitellarum* gleichzusetzen. Bei *Coleochaete soluta* und *pulvinata* dagegen müssen wir die beiden von Pringsheim als Centralzellen bezeichneten Zellen als Homologon der Primärzelle von *C. Nitellarum* betrachten; sie geben nur einmal eine seitliche Sprossung (Keimschlauch) ab und erfahren dann weiter keine Veränderung. Nach den Angaben Pringsheim's treten diese seitlichen Sprossungen erst dann auf, wenn die ursprünglich einheitliche Centralzelle durch eine Querwand in zwei Theile getheilt ist (Pringsheim l. c. Tafel II, Fig. 4). Die Richtigkeit dieser Angabe dürfte kaum zu bezweifeln sein, doch muss hervorgehoben werden, dass auch noch auf andere Weise die Bildung der jungen Pflanze aus der zur Ruhe gekommenen Schwärmspore von Statten gehen kann. Wie unsere Figur 20 *a* zeigt, kann an der Keimzelle, ungefähr vor den Brennpunkten der Ellipse zur linken und zur rechten Seite der Längsachse je eine Sprossung sich zeigen; erst wenn diese Sprossung eine gewisse Grösse erreicht hat, findet in der aus Figur 20 *b* und *c* ersichtlichen Weise zunächst die Theilung der Primärzelle, sodann die Abgliederung der Sprossungen von dieser statt.

Dass die Ausbildung der Pflanze nicht immer in ganz genau gleicher Weise sich vollzieht, kann uns nicht wundern, da für *Coleochaete scutata* schon Aehnliches durch Pringsheim festgestellt worden ist. Die „untere" Zelle dieser Pflanze geht nach ihm durch folgende Theilungsmodi in die Keimscheibe über:

1. Die im Allgemeinen elliptische Zelle wird durch eine dem kleinen Ellipsendurchmesser parallele, ungefähr durch den einen Brennpunkt gehende Wand in eine kleine und in eine grössere Zelle zerlegt. Nachdem dann in der grösseren Zelle eine neue Zellwand in gleicher Richtung, — durch den anderen Brennpunkt der Ellipse gehend — aufgetreten ist, wird die mittlere der so entstandenen drei Zellen durch eine im grossen Ellipsendurchmesser verlaufende Wand noch einmal durchgetheilt, und damit sind dann die vier ersten Randzellen der Scheibe hergestellt,

1) Der Kürze wegen sei es erlaubt die Substratebene als horizontal, die auf ihr senkrechten Ebenen als vertical zu bezeichnen. „Oben" sei der vom Substrat abgewandte, „unten" der ihm zugekehrte Theil der Zellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus denen durch perikline und antikline Wände das Zellnetz der erwachsenen Scheibe hervorgeht.

2. Die erste Wand verläuft in gleicher Richtung wie eben, geht aber durch das Centrum, theilt also zwei gleich grosse Zellen ab. Von diesen wird jede durch eine annähernd im Längsdurchmesser liegende Scheidewand halbirt.

Bei meinen eigenen Untersuchungen ergaben sich noch zwei weitere Theilungsarten, nämlich:

3. Die erste Wand ist keine Querwand, sondern eine genau im grossen Durchmesser der Ellipse auftretende Längswand. Auf sie folgen dann zwei Querwände, in jeder Zelle eine. Je nach Umständen werden so vier gleich grosse oder zwei kleine und zwei grosse Zellen entstehen.

4. Bei Weitem am häufigsten tritt die erste Wand weder als Quer-, noch als Längswand auf, sondern sie verläuft schief, also keinem der Hauptdurchmesser der Ellipse parallel, auch stellt sie keine Ebene, auch keine einfach gekrümmte, sondern eine S-förmig gekrümmte Fläche vor, also eine Fläche, die in Beziehung auf jede der beiden Theilzellen zur Hälfte concav, zur anderen Hälfte convex ist (Fig. 21, *a*). Der Keimling, der dieser Figur zu Grunde liegt, war am Morgen des betr. Tages entstanden, gegen Abend war schon der Chromatophor getheilt, und um Mitternacht war die Wand zu sehen, sogleich in der geschilderten Krümmung. Figur 21 *b* lässt dann erkennen wie aus dieser zweizelligen die vierzellige Zellscheibe entsteht.

Es wird nicht ohne Interesse sein, die Bedingungen näher zu untersuchen, unter denen die eine oder die andere Theilungsart in der Keimzelle eintritt. Ich hoffe eine solche Untersuchung bei späterer Gelegenheit ausführen zu können. Schon jetzt aber sind die beobachteten Thatsachen von einem ganz anderen Gesichtspunkt aus nicht ohne Bedeutung. Bekanntlich haben BERTHOLD und ERRERA den Versuch gemacht die Gesetze der Anordnung von Flüssigkeitslamellen auf die Zellwände zu übertragen, indem sie, nachdem zuvor von SACHS das „Gesetz der rechtwinkeligen Schneidung" aufgestellt war[1]), den Nachweis zu führen suchten, dass sehr viele jugendliche Zellwände als Flächen „minimae areae" auftreten. Wenngleich wir uns durchaus der Kritik anschliessen, die ZIMMERMANN[2]) an diesen Anschauungen geübt hat, vor allen Dingen also der jugendlichen Zellwand keine flüssige Beschaffenheit zuerkennen können, so bleibt doch die Thatsache bestehen,

---

1) SACHS, JUL. Arbeiten des bot. Instituts zu Würzburg. Bd. II. S. 46 und 185. BERTHOLD. Protoplasmamechanik, Leipzig 1886.

ERRERA, L. Eine fundamentale Gleichgewichtsbedingung organischer Zellen. Ber. d. D. Bot. Gesellschaft 1886.

2) ZIMMERMANN. Ueber die mechan. Erklärungsversuche der Gestalt etc. der Zellmembranen. (Beiträge zur Morph. etc. der Pflanzenzelle, Heft 2, 1891.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass viele Zellwände so auftreten, als ob sie den für Flüssigkeiten geltenden Gesetzen unterworfen wären. Dass aber nicht alle Zellwände dieser Regel entsprechen, darauf hat schon BERTHOLD selbst hingewiesen, zu den auffallendsten Ausnahmen dürfte die oben unter 4 bei *Col. scutata* geschilderte Theilung gehören.

Kehren wir nun nach diesen Abschweifungen wieder zu *Col. Nitellarum* zurück, und fragen wir vor allen Dingen einmal, in wie weit wir berechtigt sind, dieselbe als wirklich neue Species zu betrachten. Wenn es sich darum handelt diese Pflanze mit den anderen Arten der Gattung *Coleochaete* zu vergleichen, so können wir uns auf einen Vergleich mit *Coleochaete irregularis* beschränken, da die Unterschiede unserer Form von den übrigen bei PRINGSHEIM beschriebenen Arten: *pulvinata*, *divergens*, *soluta*, *scutata*, *orbicularis* zu sehr in die Augen springen. Leider ist nun gerade, wie schon bemerkt, von *Col. irregularis* die Keimung nicht bekannt, daher auch nicht zu sagen, ob sie mit der von *Nitellarum* übereinstimmt oder nicht. In zwei Punkten aber weicht *Nitellarum* ganz bestimmt von *irregularis* ab, nämlich in ihrer Lebensweise und in der Ausbildung der Haare. Was den letzteren Punkt anlangt, so sind die Haare von *irregularis* gewöhnlich gering an Zahl, und die Scheide der Borste ist nach PRINGSHEIM „meist weniger deutlich ausgebildet, verhältnissmässig kürzer und öffnet sich oft gar nicht; denn sie wird häufig noch in sehr alten Exemplaren geschlossen und nach oben spitz in den Faden auslaufend angetroffen; auch der Borstenfaden selbst ist noch viel zarter und kürzer als in den grösseren Arten". „Die Ursprungsstelle der Borste ist bald mehr oder weniger seitlich von der Mitte der oberen Zellwand abgerückt und dem vorderen Ende der Zelle genähert, bald sitzt die Borste hier ganz der Seitenwand der Zelle auf." Die Borsten von *Col. Nitellarum* dagegen treten als langer, wie bei den grossen Arten gegliederter Faden aus dem stets geöffneten Scheidentheil heraus und sitzen immer der Mitte der Zelle auf, nie der Seite. Sie sind freilich nicht so zahlreich wie bei *pulvinata* und *scutata* und fehlen bei vielen Zellen vollständig. Eben wegen dieser relativen Seltenheit ist es mir auch nie geglückt die Borstenentwickelung am lebenden Object zu verfolgen. Am fixirten Material hat MOEBIUS[1]) dieselbe verfolgt. Nach ihm sind die Borsten Ausstülpungen der Zelle, die mit Plasma versehen und von einer dünnen Membran umhüllt bei ihrem Längenwachsthum die dickwandigere Scheide zersprengen. — Was den zweiten Unterschied zwischen den beiden in Rede stehenden Arten betrifft, so sitzt *C. irregularis* zweifellos dem Substrat auf, da PRINGSHEIM ausdrücklich von allen ihm bekannten Arten der Gattung das Aufsitzen auf Wasserpflanzen hervorhebt, während *Nitellarum* in der Mem-

1) MOEBIUS, M. Morphologie der haarartigen Organe bei den Algen. Biolog. Centralblatt 1892.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bran von *Nitella*-Arten lebt, auf der Membran anderer Pflanzen nicht gefunden wird. Es ist oben das Eindringen des Keimschlauchs in die Nitellamembran beschrieben worden, wie man es in der Flächenansicht wahrnimmt. Natürlich kann man sich an Profilansichten, die sich an dünnen Internodien oder an Blättern besonders der kleineren *Nitella*-Arten (z. B. *gracilis*) leicht gewinnen lassen, noch viel sicherer davon überzeugen, dass der ganze Thallus der *Coleochaete* in der *Nitella*-Membran steckt und nur die Primärzelle sich ausserhalb befindet. Mit noch grösserer Sicherheit kann man dies feststellen, wenn man feine Querschnitte durch die *Nitella* anfertigt. Da zeigt sich, dass die niedrigen *Coleochaete*-Zellen die *Nitella*-Membran auf grössere Entfernungen hin in Lamellen zerspalten haben (Fig. 12) und dass sie die so entstandenen Spalten wenigstens in der Mitte ausfüllen, während dieselben namentlich am Rande unausgefüllt bleiben. Die *Coleochaete*-Membran ist meist scharf von der *Nitella*-Membran geschieden, nur an der Innenseite pflegt die Verwachsung eine so innige zu sein, dass eine Grenzlinie nicht aufzufinden ist. Die Zellen benachbarter Zweige einer Pflanze oder benachbarter Pflanzen dringen übrigens verschieden tief ein, so dass sie theilweise über einander weglaufen können, wie das in Fig. 12 dargestellt ist. Gerade in solchen Fällen ist übrigens an den einzelnen isolirten Celluloselamellen der *Nitella* besonders deutlich das Eingeschlossensein der *Coleochaete* in der Membran zu sehen. Zusatz von Chlorzinkjod, der eine Bläuung der Membran beider Algen bewirkt, weist dann ferner auf das Evidenteste nach, dass die *Coleochaete* wirklich in die eigentliche Zellenmembran eingedrungen ist und nicht nur etwa unter der gelbgefärbten Cuticula hinkriecht. — Die Borstenhaare der *Coleochaete* durchdringen die *Nitella*-Membran und gelangen so in's Freie.

Wenn man eine *Nitella*-Zelle durch Ausblasen ihres Inhaltes durchsichtig macht, dann auf den Objectträger bringt, oder im Hängetropfen einer feuchten Kammer hält, so kann man die *Coleochaete* viele Tage lang in gutem wachsthumsfähigen Zustand erhalten. Die Zellen theilen sich, Schwärmsporen werden angelegt, schlüpfen aus und keimen, auch Geschlechtsorgane werden angelegt. Nach einiger Zeit aber tritt ein Ruhezustand ein, den ich auch dann nicht vermeiden konnte, wenn für Erneuerung des Wassers und der Nährsalze gesorgt wurde oder wenn die *Nitella*-Zelle nicht getödtet wurde, sondern am Leben blieb und andauernd ihre Plasmabewegung ausführte. Es bilden sich dann auf der ursprünglich glatten Innenfläche der Zellhaut Cellulosehöcker, die auch bei anderen Algen unter ähnlichen Verhältnissen schon beobachtet worden sind, so z. B. von KLEBS[1]) bei *Hydrodictyon*. Solche Zellen

1) KLEBS, G. Bildung der Fortpflanzungszellen bei *Hydrodictyon*. Bot. Ztg. 1891. Sep.-Abdr. S. 2.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lassen sich dann wochenlang auf dem Objectträger am Leben erhalten, ohne irgend welche weitere Veränderung zu zeigen. Für länger andauernde Objectträgercultur scheint also *C. Nitellarum* nicht geeignet zu sein. Wohl aber kann man sich in den ersten Tagen an derartigen Präparaten sehr gut über den Bau und die Theilung der Zellen orientiren. Ueber den Bau der vegetativen Zellen ist freilich nicht viel Bemerkenswerthes mitzutheilen. Der Umriss der Zellen ist, wie Figur 1 zeigt, ausserordentlich wechselnd — auch dadurch unterscheidet sich diese Species von allen anderen — im Allgemeinen wird er durch gerade oder nach aussen vorgewölbte Linien gebildet, seltener sind einspringende Ecken, die wohl auf locale Hemmungen des Wachsthums in der *Nitella*-Membran zurückgeführt werden müssen. Im Zellinhalt ist der in Einzahl vorhandene Kern oft schon ohne Anwendung von Reagentien zu erkennen. Er schimmert durch die Chlorophyllplatte hindurch, welche die ganze Aussenseite der Zelle und auch einen Theil der Seitenwände einnimmt. In ihr bemerkt man neben kleineren stromatischen Stärkekörnchen die mächtige Stärkehülle um das Pyrenoid. Wie bei *Coleochaete scutata* ist dieses in weitaus den meisten Zellen in Einzahl vorhanden, während *pulvinata* meist zwei oder mehr Pyrenoide führt.

Auf die Theilung der Zelle wurde nur ganz gelegentlich geachtet und festgestellt, dass die Membranbildung succedan erfolgt. Die Anfänge der Zellplatte wurden bald frei mitten in der Zelle gefunden, bald setzten sie sich sogleich der alten Zellwand einseitig an und wuchsen ganz allmählich bis zur anderen Seite fort. Aus Beobachtungen an fixirten und tingirten Präparaten geht hervor, dass der Zellkern sich indirect theilt. Von einiger Wichtigkeit erschien das Verhalten des Pyrenoids bei der Theilung, da in dieser Beziehung noch ziemliche Unklarheit herrscht. Es verhielt sich nach Beobachtungen am lebenden Object nicht gleichmässig. In manchen Fällen war der Chloroplast schon tief eingeschnürt, und noch immer lag das Pyrenoid völlig deutlich in seiner Mitte. Es schien schliesslich die zwei getrennten Hälften des Chloroplasten noch zu vereinigen; dann erst trat auch bei ihm Einschnürung, Ausziehung und Zweitheilung ein. In anderen Fällen dagegen wurde das Pyrenoid schon während der ersten Anfänge der Einschnürung des Chloroplasten unsichtbar, und es liess sich dann nicht sagen, ob die schon vor der völligen Durchschnürung des Chloroplasten in jeder Hälfte auftretenden Pyrenoide durch Neubildung oder durch Theilung der alten entstanden waren.

Nach Erörterung der Vegetationsverhältnisse wenden wir uns jetzt zu den Fortpflanzungsorganen von *Col. Nitellarum*. Wie bei den anderen Arten findet sich auch bei *Nitellarum* geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Eine regelmässige Abwechslung zwischen beiden Arten findet bestimmt nicht statt, man kann vielmehr mit Sicherheit sagen, dass die Art der Fortpflanzung durch äussere Verhältnisse

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bestimmt wird, wenn man auch zur Zeit keine näheren Angaben machen kann, in welcher Art die äusseren Einflüsse sich geltend machen.

Die Bildung der **Schwärmsporen** verläuft bei *Coleochaete Nitellarum* nicht anders als bei den von PRINGSHEIM untersuchten Arten. Wie es scheint sind alle Zellen, mit Ausnahme der Primärzelle, im Stande, Schwärmsporen zu bilden. Der Chloroplast begiebt sich auf die Seitenwand, die Zelle erscheint von oben gesehen nur zur Hälfte grün gefärbt, in der anderen farblosen Hälfte treten die eigenartigen lichtbrechenden Körper auf, die schon eingangs als Bestandtheile der Schwärmsporen besprochen wurden. Jede Zelle erhält einen nach oben gerichteten schnabelförmigen Fortsatz, der jedenfalls die *Nitella*-Membran durchbricht. In den ersten Morgenstunden erfolgt dann eine Contraction des ganzen Plasmakörpers der Zelle und unmittelbar darauf das Austreten desselben aus dem Fortsatz. Der ganze, ungemein rasch verlaufende Vorgang macht den Eindruck, als ob durch die Quellung einer inneren Membranschicht die Geburt der Schwärmspore bewirkt werde. Es ist anzunehmen, dass das Licht einen wichtigen Einfluss auf die Geburt der Schwärmspore hat, denn dieselbe erfolgte, wie gesagt, stets in den ersten Morgenstunden und konnte durch Verdunklung verzögert werden. Als in einigen Fällen die Culturen bis zum Mittag im Dunkeln blieben, fanden sich zahlreiche Zellen, die an ihrem Chromatophor, den lichtbrechenden Körpern und dem Schnabel mit Sicherheit als Schwärmsporenanlagen erkannt werden konnten, durch eine Zellmembran getheilt, oder es war wenigstens schon ihr Chromatophor getheilt. Diese Keimung mit Ueberspringung des Schwärmerstadiums weist ebenfalls auf die Bedeutung des Lichtes bei der Geburt der Schwärmer hin, doch muss hervorgehoben werden, dass auch bei Beleuchtung gelegentlich das Ausschlüpfen der ausgebildeten Schwärmer nicht erfolgt. So wurde manchmal im Hochsommer früh Morgens, kurze Zeit nach dem die Culturen an's Licht gebracht worden waren, zwar die Contraction und die damit verbundene Dunkelfärbung der Schwärmspore beobachtet, allein die Geburt blieb aus. Vielleicht ist es in solchen Fällen dem schnabelförmigen Fortsatz nicht gelungen die *Nitella*-Membran zu durchbrechen. — Sowie die Schwärmspore in's Freie gelangt ist, bemerkt man ihre Cilien und deren Bewegung; bald beginnt auch die Locomotion. Ueber die Dauer des Schwärmens und die Keimung ist das Nöthige schon mitgetheilt worden.

Antheridien können sich anscheinend aus allen vegetativen Zellen bilden, indem sich die Zelle in zwei ungleich grosse Zellen theilt, von denen die grössere vegetativ bleibt, die kleinere, gewöhnlich eine abgetrennte Ecke oder Kante der grossen, zum Antheridium wird. Meist bleibt ein solches Antheridium nicht allein, sondern die betreffende Mutterzelle giebt einer grösseren Anzahl Entstehung. So ist in Figur 1 ein Pflänzchen abgebildet, an dem alle kleinen Zellchen Antheridien sind. Ihre ganz unregelmässige Vertheilung, bald am Rande, bald in-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mitten vegetativer Zellen geht aus dieser Zeichnung auf das Deutlichste hervor. Die Antheridien sind vollkommen chlorophyllfrei, Protoplasma und Kern ist in ihnen leicht nachzuweisen. An Exemplaren, die aus einer grossen Cultur stammen, findet man immer viele Antheridien entleert; durch eine spaltenförmige Oeffnung (Fig. 1) ist das Spermatozoid ausgeschlüpft. Spermatozoiden habe ich nie zu sehen bekommen. Zwar konnte in der Objectträgercultur oft genug die Anlage der Antheridien direct verfolgt werden, doch gingen dieselben stets nach einiger Zeit zu Grunde. Eine Antheridien tragende Pflanze kann auch Oogonien ausbilden.

Zur Bildung der **Oogonien** wächst eine Zelle, die gewöhnlich am Rande des Pflänzchens liegt, stärker heran. Deutlich ist in ihr das wandständige Plasma ohne Reagentien wahrzunehmen, sowie die Plasmastränge, welche von diesem ausgehend die centrale Vacuole durchsetzen. Der Kern ist bedeutend grösser als in den vegetativen Zellen. Der Chromatophor ist stets vielfach eingeschnitten und mit mehreren Pyrenoiden versehen (Fig. 16). Während er in den vegetativen Zellen eine ganz bestimmte Lage zeigt, pflegt er in den jungen Oogonien in ständiger Wanderung begriffen zu sein, wodurch es möglich wird seine Gestalt auf das Genaueste festzustellen. Auf der Oberseite des Oogoniums erhebt sich eine Papille, deren kreisförmiger Querschnitt (*H*) in Figur 13 gerade über dem Kern gelegen ist. Diese Papille, die offenbar dem längeren Halstheil von *Coleochaete pulvinata* entspricht, ist von hyalinem Protoplasma erfüllt. Sie durchbricht die Membran der *Nitella*, was an einem kleinen Riss zu sehen ist, bleibt aber immer ganz kurz. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass normaler Weise diese Papille an ihrer Spitze aufreisst und dass dann durch ein eindringendes Spermatozoid die Befruchtung der Eizelle erfolgt. Leider ist gerade für die Untersuchung dieser wichtigen Vorgänge unser Object sehr ungünstig, denn einmal kommen, wie schon bemerkt, auf dem Objectträger keine Spermatozoiden zur Entwickelung, andererseits scheint auch die normale Eröffnung der Oogonien unter solchen Umständen nicht stattzufinden. An Flächenansichten lässt sich gerade über diesen Punkt nichts Sicheres aussagen. An den dünnen Zellen von *Nitella gracilis* aber gelang es einzelne Oogonien auch in Profilansicht zu beobachten. Sie stellen annähernd halbkugelige Prominenzen vor, deren Mitte die farblose Papille aufsitzt, welche die *Nitella*-Membran durchbrochen hat. Ob diese Papille nackt oder von Haut bedeckt war, konnte bei den relativ schwachen Vergrösserungen, denen das Object zugänglich blieb, nicht entschieden werden. Bei längerer Beobachtung solcher in lebenden *Nitella*-Zellen wachsender Oogonien gelang es manchmal eine Veränderung zu bemerken, die freilich mit dem normalen Reifungsvorgang nichts zu thun hat, aber aus alsbald zu besprechenden Gründen doch von Interesse ist. Die Papille begann einen rundlichen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Plasmaballen auszusenden, der sich vor der Oeffnung abrundete und dann zu Grunde ging. Dieser Vorgang führt aber nicht zur „Eibildung“ des übrigen Protoplasmas, sondern dieses erfährt ein gleiches Schicksal wie der erste Tropfen, es tritt mitsammt dem Kern und Chromatophor aus dem Bauchtheil des Oogoniums heraus. Wir haben also einen Absterbeprocess am Oogonium festgestellt. — Etwas Aehnliches wurde an den Oogonien, die auf ausgeblasenen Nitellen cultivirt und in Flächenansicht betrachtet wurden, nie bemerkt. Anlagen solcher Oogonien kamen ausserordentlich häufig zur Beobachtung, sie wurden Tage lang verfolgt, kamen aber nie über die Bildung des papillenförmigen Halses hinaus, Befruchtung trat nie ein. Häufig drangen durch den Hals parasitische Amoeben ein, die den Oogoniuminhalt zerstörten, oder nach mehrtägigem Liegen bildete das Oogonium abnorme Prominenzen und entwickelte sich nicht weiter. In anderen Fällen kamen offenbar schon befruchtete Oogonien zur Beobachtung, es konnte die Berindung derselben untersucht werden. Dieselbe bietet weiter kein besonderes Interesse, die Nachbarzellen umwachsen das Oogonium innerhalb der *Nitella*-Membran, indem sie seine Rückenseite entweder vollständig bedecken, wie das im Querschnitt (Fig. 8) zu sehen ist, oder sie lassen auch einen Theil des Rückens frei (Fig. 17, Flächenansicht). Die reife Oospore hat eine derbe Membran, den papillenförmigen Halstheil kann man nicht mehr auffinden. Im Inhalt lassen sich Kern, mehrere Pyrenoide, Stärke, Fett und zahlreiche kleine, rundliche Körnchen bemerken. Die Keimung erfolgt im Frühjahr, nach allem was ich gesehen habe, in genau derselben Weise wie bei anderen Species.

Nachdem es nicht gelungen war bei *Coleochaete Nitellarum* den Befruchtungsact zu beobachten, wandte ich mich der Art zu, welche schon PRINGSHEIM als die günstigste erkannt hatte, *Coleochaete pulvinata*. PRINGSHEIM hat die erste Anlage der Oogonien beschrieben. Sie haben bekanntlich flaschenförmige Gestalt, einen kugligen Bauchtheil, in welchem man Kern und Chromatophor erkennt (Fig. 9), und einen langen Halstheil, der zunächst mit farblosem Plasma erfüllt ist. Von diesem Halstheil bemerkt PRINGSHEIM, „dass er ursprünglich geschlossen und mit einer farblosen Substanz erfüllt, später sich spontan an seiner Spitze öffnet und die farblose Substanz, die ohne weitere Bestimmung zu Grunde geht, austreten lässt“. Im geöffneten Oogonium ist der Halstheil völlig leer. „Der Inhalt des Bauchtheils besitzt auf dieser Entwickelungsstufe des Oogoniums noch keine ihn umschliessende Zellhaut, weder in demjenigen Zustande, in welchem sie durch Reagentien schon deutlich als Cellulosemembran zu erkennen wäre, noch in dem früheren, welchen MOHL und seine Anhänger Primordialschlauch nennen; kurz, der Inhalt des Bauchtheiles zeigt vor der Befruchtung noch keine ihn als Ganzes umschliessende Begrenzung. Besonders deutlich wird

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dies Verhältniss durch den Mangel einer den Bauchtheil gegen den Halstheil an seiner Basis abgrenzenden Linie.“ Nach der — nicht beobachteten — Befruchtung wird dann der Bauchtheil vom Halstheil durch eine Quermembran abgetrennt.

Es ist ausdrücklich hervorzuheben, dass PRINGSHEIM über die chemische Beschaffenheit der aus dem Halstheil austretenden farblosen Masse nichts gesagt hat, er nennt sie eben farblose Substanz; nur wenig bestimmter spricht SACHS von farblosem Schleim, später ist, wahrscheinlich in Folge der Vergleichung des Oogoniums von *Coleochaete* mit dem Archegonium der Moose, indem man die farblose Substanz mit Bauch- und Halskanalzellen verglich, auf einmal in der Litteratur diese Substanz zu Protoplasma geworden. So sagt z. B. FALKENBERG[1]), S. 236 und 237: „nur ein Theil des Oogoniuminhaltes wird zur Eibildung verwendet, der Rest wird ausgestossen.“ „Ob das ausgestossene Plasma einen eigenen Zellkern besitzt, ist noch nicht nachgewiesen.“ — Es scheint mir in hohem Grade unwahrscheinlich dass die von PRINGSHEIM beobachtete Ausstossung einer farblosen Substanz aus dem Oogoniumhals zu den normalen Lebenserscheinungen der *Coleochaete* gehört. So oft ich ein solches Ausstreten von Substanz auf dem Objectträger beobachten konnte, handelte es sich um Absterbeerscheinungen, wie sie oben für *C. Nitellarum* geschildert worden sind. Auf die Ausstossung des im Halse befindlichen Plasmas erfolgt gewöhnlich auch die des Restes der Zelle. Betrachtet man nun die PRINGSHEIM'sche Figur, welche das befruchtungsreife Ei im Bauche des Oogoniums darstellen soll, l. c. Taf. V, Fig. 1 b, c, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass sie absterbende und nicht befruchtungsreife Oogonien darstellt. Es muss doch offenbar ein normales Ei auch vor der Befruchtung und Membranbildung schon mit einem scharfen plasmatischen Contour umgeben sein und kann nicht allmählich in die Umgebung übergehen, wie das von PRINGSHEIM auch im Text l. c. S. 16 besonders scharf hervorgehoben wird, wenn er sagt: „der Inhalt des Bauchtheils zeigt vor der Befruchtung noch keine ihn als Ganzes umschliessende Begrenzung; besonders deutlich wird dieses Verhältniss durch den Mangel eines den Bauchtheil gegen den Halstheil an dessen Basis abgrenzenden Linie.“ Wenn also die Beobachtungen von PRINGSHEIM keine normalen Lebensvorgänge betreffen, so ist die Frage nach der Natur der ausgestossenen Stoffe, ob Protoplasma mit oder ohne Kern, vollständig überflüssig.

Leider ist es mir aber nicht gelungen, eine normale Oeffnung eines Oogoniums auf dem Objectträger zu beobachten. Doch geben die beobachteten Thatsachen immerhin einen Anhaltspunkt für Vermuthungen, wie wohl die Oeffnung normal von Statten gehen dürfte. Im voll-

1) FALKENBERG, Die Algen, in SCHENK's Handbuch der Botanik. Breslau 1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kommen ausgewachsenen Oogonium findet man, wie gesagt, im Bauchtheil neben Protoplasma einen seitenständigen Chromatophor und einen Zellkern. Weder am lebenden, noch an fixirtem und tingirtem Material konnte ich jemals eine Theilung dieses Kernes nachweisen. Es scheint also sicher zu sein, dass die Eibildung bei *Coleochaete* wie bei *Oedogonium* ohne Ausstossung eines kernhaltigen „Richtungskörpers" von Statten geht. Geht nun ein in Beobachtung befindliches Oogonium nicht durch Aufplatzen zu Grunde, so bemerkt man bald an der Halsspitze eine immer mehr anwachsende Wandverdickung (Fig. 10), welche oft deutlich Schichten verschiedener Dichte zeigt.

Die Verdickungsschicht im Oogonium der Fig. 10 war im Laufe des Vormittags in dem Oogon der Fig. 9 entstanden. Bis zum Abend war der ganze Hals von der Verdickungsmasse ausgefüllt und das Protoplasma völlig in den Bauchtheil zurück gedrängt. Leider pflegt damit die Entwickelung der Oogonien auf dem Objectträger aufzuhören. Es muss aber als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, dass die den Hals ausfüllenden Verdickungsschichten durch Aufquellen die Oeffnung des Oogons bewirken, indem sie den Hals an seiner Spitze aufsprengen. Der Hals dürfte dann von einer mehr oder weniger dünnflüssigen Schleimmasse erfüllt bleiben, durch welche die Spermatozoiden sich durchbewegen können. Ein einziges Mal habe ich ein unverletztes, befruchtungsreifes Oogonium in der Natur gefunden und einige Stunden auf dem Objectträger am Leben gesehen. Bei ihm (Fig. 22) war das Protoplasma tiefer als gewöhnlich in den Bauchtheil des Oogons hinabgedrückt worden; das „Ei" war mit Chromatophor und Kern versehen und durch eine glatte Linie vom Inhalt des Halses geschieden. Wäre dieser Inhalt des Halses kein Schleim, grenzte das Wasser direct an das Ei, so würde dasselbe schwerlich unverquollen bleiben. Man darf vielleicht annehmen, dass der aus einer Verdickungsschicht hervorgegangene Schleim, der den Hals erfüllt, auch noch eine andere Function hat, als die Oeffnung des Oogons zu bewirken, nämlich, dass er einen Stoff enthält, der die Spermatozoen zu chemotropischen Bewegungen veranlasst.

Die hier vorgetragene Anschauung über den Gang der Befruchtung, die ja durchaus hypothetischer Natur ist, erhält eine wichtige Stütze in den Beobachtungen von KLEBAHN[1]) an *Oedogonium Boscii*. Auch hier erfolgt die Oeffnung des Oogoniums durch das Verquellen einer Celluloseschicht, die an dem späteren „Hals" des Oogons angelagert worden war. Weiter hat *Oedogonium Boscii* mit *Coleochaete pulvinata* gemeinsam das Fehlen von Richtungskörpern. Der wesentlichste Unterschied in der Ausbildung der weiblichen Geschlechtsorgane bei den

1) KLEBAHN, Studien über Zygoten II. PRINGSHEIM's Jahrb. XXIV.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beiden Algengattungen besteht darin, dass bei *Oedogonium* das Ei in seiner ganzen Peripherie sich von der Oogonienwand zurückzieht, während bei *Coleochaete pulvinata* ein Zurückweichen nur im Halstheil stattfindet. Da der Halstheil bei *C. scutata* und *Nitellarum* noch sehr viel kleiner ist, als bei *pulvinata*, so fällt bei diesen Formen also auch das Zurückweichen des Protoplasmas von der Zellwand noch unbedeutender aus. Für die Ausbildung der Oospore wird aber durch die besprochenen Verhältnisse ein sehr wesentlicher Unterschied bedingt, insofern, als die Oospore von *Oedogonium* ringsum von einer neuen Membran umgeben wird, die in keinem Punkte mit der Oogonwand verbunden ist, während bei *Coleochaete pulvinata* nach der Befruchtung nur die kleine freie Aussenseite (der Empfängnissfleck) der Oospore eine eigene Membran erhält, die sich unmittelbar unter dem Ansatz des Oogonhalses an die Wand des Oogonbauches ansetzt. In unserer Fig. 11 ist diese kugelschalenförmige Wand, die sich bald nach der Befruchtung gebildet hat, deutlich zu sehen; vor allem fällt auf, wie rasch sie sich an der Ansatzstelle an die Oogonwand auskeilt. Wenn also später, nachdem die Berindung erfolgt ist, eine weitere starke Verdickung der Wand der Oospore auftritt, wobei sogar Tüpfel nach den Berindungszellen zu ausgebildet werden, so ist diese sich verdickende Zellwand mit gleichem Recht als Oosporenwand, wie als Oogonwand zu bezeichnen. — Wir können kaum zweifeln, dass bei den oosporen Chlorophyceen Ei und Antheridium geschlechtlich gewordene Schwärmsporen sind; nur die männliche Schwärmspore hat ihre Beweglichkeit beibehalten, die weibliche dagegen bleibt in ihrer Mutterzelle. Die Contraction des Oogoniuminhaltes bei *Oedogonium* darf dann wohl als Vorbereitung der weiblichen Schwärmspore zum Ausschlüpfen gedeutet werden, ist also eine Reminiscenz an das frühere Schwärmen. *Coleochaete* dagegen zeigt diese Contraction fast gar nicht mehr, hat das bei *Oedogonium* beginnende Sessilbleiben des Eies noch mehr fixirt, ist also eine jüngere Form.

Bei *Coleochaete scutata* gelang es noch weniger, als bei *pulvinata*, den Befruchtungsact zu beobachten. Dagegen kann ich über die Geschlechtsorgane Beobachtungen mittheilen, die einige Lücken in unseren bisherigen Kenntnissen ausfüllen. Was zunächst die Geschlechtervertheilung betrifft, so finden sich die Antheridien nicht nur auf besonderen männlichen Pflänzchen, wie PRINGSHEIM angiebt, sondern auch auf oogonientragenden und nicht selten in nächster Nähe der Oogonien. Diese letzteren stehen nach PRINGSHEIM in einem oder mehreren concentrischen Kreisen. Ueber ihre erste Anlage finden sich bei PRINGSHEIM keine Angaben, wohl aber bei NÄGELI[1]). Nach NÄGELI gehen die Oogonien aus je einer Endzelle einer radialen Zellreihe hervor und

1) Nägeli, C., Die neueren Algensysteme, Zürich 1847. S. 167.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

da diese Endzellen ihr Wachsthum — wenigstens in der bisherigen Richtung — aufgeben, so werden sie bald von den Randzellen benachbarter Radialreihen umwachsen und kommen so in's Innere der Zellfläche zu liegen (Fig. 15). Da immer mehrere Randzellen der ganzen Scheibe gleichzeitig zu Oogonien werden, so müssen dieselben annähernd in einen Kreis zu liegen kommen, wie ebenfalls schon NÄGELI bemerkte.

Die junge Oogonienzelle wächst nun aber in verticaler Richtung, also in die Höhe, und breitet sich gleichzeitig seitlich und nach vorn zu über die benachbarten Zellen aus, wie dies die punktirte Linie in Fig. 15 im Oogonium der IV. Radialreihe anzeigt. Auch durch den Inhalt zeichnet sich die Oogoniumzelle vor der vegetativen aus: sie führt einen schon vor der Befruchtung besonders grossen Zellkern, sowie mehrere Pyrenoide. Auf ihrer Oberseite ist in der Flächenansicht ein freilich nur sehr kurzer Halstheil als kleiner Kreis zu bemerken, derselbe ist PRINGSHEIM entgangen. Auf Querschnitten habe ich ihn bisher nur an berindeten Oosporen bemerkt. Zur Berindung wachsen die Nachbarzellen der jungen Oospore an deren Seitenwänden in die Höhe und legen sich dann über die Rückenseite, allseitig zusammenschliessend, hin. Manchmal findet so auf der Oberseite völlige Umrindung statt, in anderen Fällen bleibt in der Mitte ein Stück frei, an welchem dann der kreisförmige Querschnitt des Halses noch deutlich zu sehen ist (Fig. 19). Diese Fig. 19 ist eine möglichst genaue Darstellung der Oberfläche zweier berindeter Oosporen. Die gezeichnete Oosporenmembran ist erst bei tiefer Einstellung deutlich sichtbar. Bei noch tieferer Einstellung ergiebt sich dann das Bild der Fig. 23[1]). Die fünf radialen Zellreihen sind in diesen beiden Zeichnungen gleich beziffert, ausserdem in jeder Zellreihe die gleichen Zellen mit demselben Buchstaben versehen, so dass es möglich ist, die Theilnahme der einzelnen Zellen an der Berindung genau zu erkennen. Auf der Unterseite erfolgt ja, wie schon bei PRINGSHEIM zu lesen, keine Berindung.

Die Figuren 14 und 18 bringen dann noch die Querschnitte, die zur völligen Kenntniss der Fruchtbildung nöthig sind. Die starke verticale Ausdehnung der Berindungszellen und deren Nachbarn tritt auf's Deutlichste hervor. Diesem Wachsthum folgt nicht selten eine Theilung durch eine horizontale Scheidewand. In der Mitte sind die Berindungszellen durch das Oogonium stark zusammengepresst, ja sogar manchmal (Fig. 18, rechts) völlig durchgeschnürt. Die letztere Figur zeigt eine Abnormität, indem die Verdickungsschichten der

1) Thatsächlich sind die Präparate zu wenig durchsichtig, als dass die tiefe Einstellung (Fig. 23) wirklich von oben her gezeichnet werden könnte. Das betreffende *Coleochaete*-Exemplar wurde deshalb von unten gezeichnet; durch Umdrehung dieser Zeichnung ist dann Fig. 23 entstanden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Oospore oben nicht direct der Primärmembran ansitzen, sondern sich von derselben zurückgezogen haben. Ob diese Abhebung eine Folge der Präparation ist, oder ob sie schon am intacten Präparat vorhanden war, vermag ich nicht zu sagen. Zur Abbildung wurde dieses Exemplar gewählt, weil bei ihm deutlicher als in anderen der geöffnete Halscanal an der Spitze der Oospore hervortritt.

Die vorstehenden, recht fragmentarischen Notizen, haben zu folgenden Resultaten geführt:

I. Coleochaete scutata.

1. Bei der Keimung können die eigenthümlich doppeltgekrümmten Scheidewände (Fig. 21) auftreten.

2. Oogonien und Antheridien können auch auf einer Pflanze auftreten.

3. Die Oogonien sind Endzellen einer Radialreihe (NÄGELI), sie haben einen kurzen Halsfortsatz auf ihrer Rückenseite.

4. Die Berindung der Oospore erfolgt in der Weise, wie das die Figuren 14, 18, 19, 23 darstellen.

II. Coleochaete pulvinata.

1. Die Keimung kann auch nach Fig. 20, *a—c* erfolgen.

2. Im Oogonium ist vor der Befruchtung stets nur ein einziger Kern nachzuweisen.

3. Eine Plasmaausstossung aus dem normalen Oogonium ist nicht beobachtet und findet vermuthlich überhaupt nicht statt. Wahrscheinlich verquillt eine unter der Oogonspitze angelagerte Verdickungsschicht (Fig. 10) und sprengt das Oogon auf, nachdem sie vorher das Ei in den Bauchtheil des Oogons zurückgedrängt hat.

III. Coleochaete Nitellarum.

Gehört in die Unterabtheilung *Phyllactidium* ([Kütz.] Hansg.), also zu den Formen, die keine aufsteigenden Aeste entwickeln. Sie schliesst sich am nächsten an *irregularis* an. Ihre Diagnose lautet:

Einfache oder verzweigte Zellfäden, aus denen durch Verbreiterung und Verwachsung Zellflächen hervorgehen. Zellen in Gestalt und Grösse sehr variabel, so dass es schwer fällt, irgend welche genaueren Angaben zu machen. Oosporen rund oder eiförmig, auf der Oberseite ganz oder theilweise berindet. Die Antheridien stellen meist in grösserer Anzahl beisammen stehende, abgeschnittene Ecken oder Kanten vegetativer Zellen vor. Fast alle diese Merkmale würden auch auf *irregularis* passen. Unterschiede von dieser sind begründet in der flachen Gestalt, der geringen Höhe der Zellen, ferner in der Insertion der Borste auf dem Rücken

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Zelle und in der Form der Scheide, welche bei *Nitellarum* sich öffnet. Ob auch in den Antheridien Unterschiede vorliegen, lässt sich nicht sagen, da solche weder von PRINGSHEIM, noch von HANSGIRG bei *irregularis* gesehen wurden; DE TONI allerdings giebt in seiner Sylloge I, S. 10 an: „Antheridiis irregulariter dispositis". Der grösste Unterschied aber liegt zweifellos darin, dass *irregularis* dem Substrat einfach aufsitzt, während *Nitellarum* in der Membran ganz bestimmter Pflanzen lebt. Man kann nicht wohl annehmen, dass sie nur eine endophytische Form der epiphytischen *irregularis* ist.

Als Wirthspflanzen wurden bisher folgende gefunden: *Nitella opaca*, *flexilis*, *syncarpa*, *gracilis*, *translucens*, *clavata* v. *Mülleri*, *africana* (*gracilis* v. *senegalensis*), sp. und *Chara scoparia*, *coronata*. Auf Nitellen ist unsere Pflanze derartig häufig, dass ich mich nicht erinnern kann, eine Nitelle gesehen zu haben ohne sie. Ihre geographische Verbreitung scheint eine sehr grosse zu sein; an lebenden Nitellen habe ich sie nicht nur in der Nähe von Strassburg, Karlsruhe, Freiburg, sondern auch im hohen Schwarzwald, im Titisee gefunden; an Herbarmaterial wurde ihr Vorkommen in verschiedensten Theilen Deutschlands, ferner in Frankreich, aber auch in Afrika (Senegal) und Amerika (Mexiko) constatirt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Stück einer *Coleochaete Nitellarum* mit zahlreichen Antheridien. Vergr. 350.
„ 2. Schwärmspore von *Col. Nitellarum*. Vergr. 560.
„ 3. Keimling von *Col. Nitellarum* im freien Wasser. Vergr. 560.
„ 4. Keimling von *Col. Nitellarum* (Objectträgercultur) in der Membran von *Nitella* erwachsen. Gezeichnet am 26. Juni. Vergr. 440.
„ 5. Schwärmspore von *Col. Nitellarum*, früh Morgens zur Ruhe gekommen; 3 Uhr Nachmittags gezeichnet, im Begriff in die Nitellamembran einzudringen. Vergr. 560.
„ 6. Primärzelle aus Fig. 3 nach Plasmolyse. Vergr. 560.
„ 7. Derselbe Keimling wie Fig. 4 am 4. Juli. Vergr. 440.
„ 8. Berindete Oospore von *Col. Nitellarum* in der Nitellamembran. Querschnitt durch *Nitella*. Vergr. 560.
„ 9. Oogonium von *Col. pulvinata*, unmittelbar nach Anlegung der Objectträgercultur. Vergr. 440.
„ 10. Dasselbe Oogonium am nächsten Tag. Vergr. 440.
„ 11. Befruchtetes Oogon von *Col. pulvinata* mit beginnender Berindung. Vergrösserung 400.
„ 12. Querschnitt durch eine *Nitella*, in deren Membran Zellen von *Col. Nitellarum* leben. Vergr. 560.
„ 13. Oogon von *Col. Nitellarum*. *K* Kern, *H* Hals. Vergr. 440.
„ 14. Querschnitt durch *Col. scutata* mit Oospore. Vergr. 250.
„ 15. Theil von *Col. scutata* von unten gesehen. Die radialen Zellreihen II und IV haben ihr Wachsthum eingestellt und Oogonien (*O*) gebildet. Die punktirte Linie bei dem Oogon der Reihe IV bedeutet dessen Uebergreifen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über die Nachbarzellen, wie es bei tieferer Einstellung sichtbar wird. Vergr. 350.

Fig. 16. Oogon von *Col. Nitellarum*. Chromatophor tief gelappt, mit mehreren Pyrenoiden. Vergr. 440.

„ 17. Unvollständig berindete Oosporen von *Col. Nitellarum*. Von oben gesehen. Vergr. 400.

„ 18. Berindete Oospore von *Col. scutata*. Querschnitt durch *Coleochaete*. Die Oeffnung des Oogons ist zu sehen. Die Oospore hat sich ungewöhnlich weit von der Oogonwand zurückgezogen. Vergr. 560.

„ 19. Zwei Oosporen von *Col. scutata*. Bei höchster Einstellung sind die Oeffnungen der Oogone und die Berindungszellen zu sehen, bei tiefer Einstellung sieht man den Contour der Oospore. Vergl. Fig. 23. Vergr. 400.

„ 20. *a* Junger Keimling von *Col. pulvinata*. *b* Ein etwas älterer Keimling, nach Auftreten der ersten Wand. *c* Der Keimling *b* 20 Stunden später. Vergrösserung 560.

„ 21. Zwei Keimlinge *a* und *b* von *Col. scutata*. Von unten gesehen. Vergr. 560.

„ 22. Oogonium von *Col. pulvinata* im befruchtungsfähigen Zustand. Das Ei hat sich ungewöhnlich tief in den Bauchtheil des Oogons zurückgezogen. Vergr. 500.

„ 23. Dieselben zwei Oosporen von *Col. scutata* wie in Fig. 19. Bei ganz tiefer Einstellung. Die gleichen Zellen tragen in Fig. 19 und 23 die gleichen Buchstaben. Vergr. 400.

---

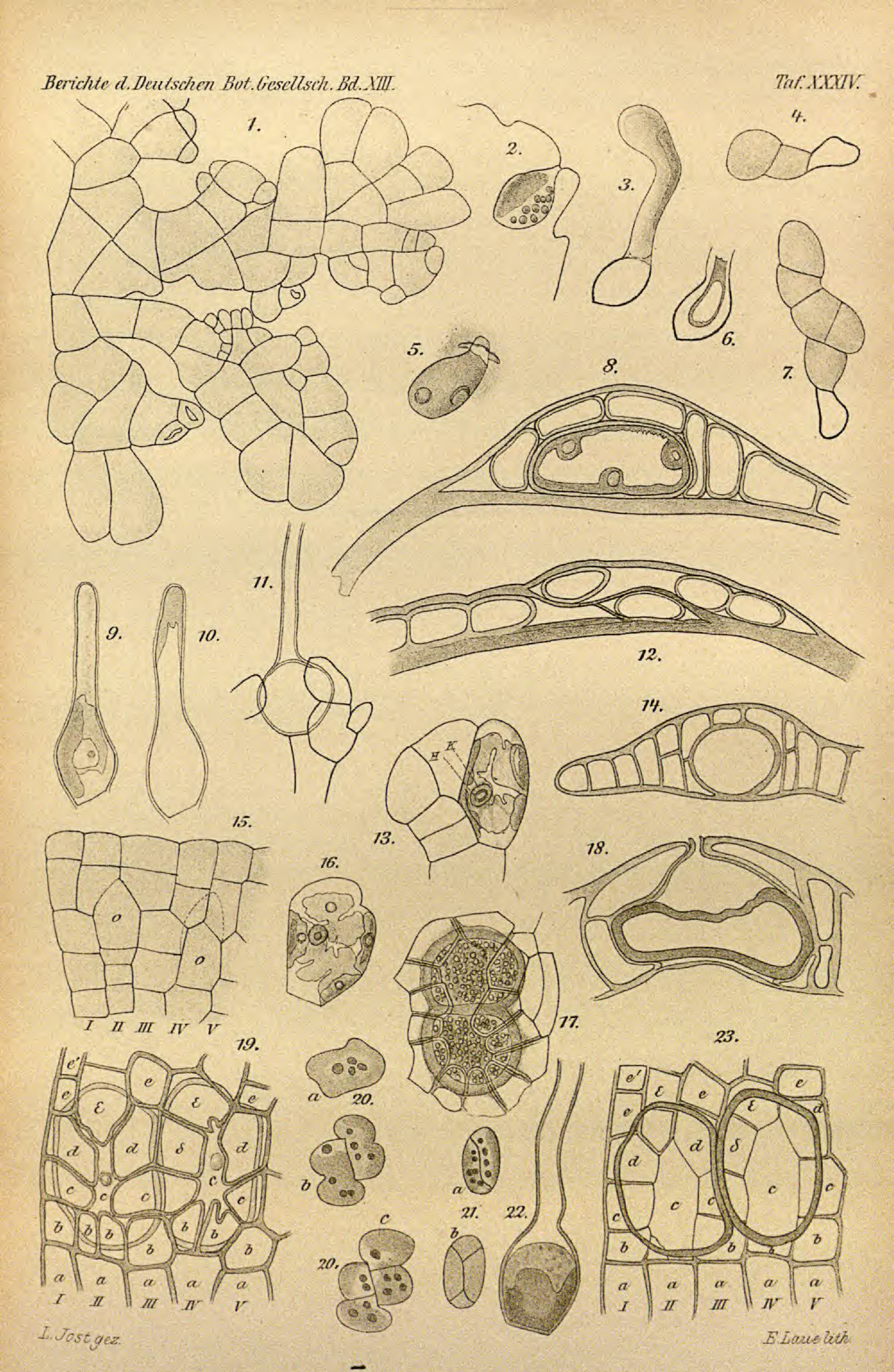
65. Gy. von Istvánffi: Ueber die Rolle der Zellkerne bei der Entwickelung der Pilze.

Mit Tafel XXXV—XXXVII.

Eingegangen am 12. November 1895.

Im folgenden Aufsatze gebe ich eine kurzgefasste Schilderung meiner Untersuchungen über den Zellkern der Pilze. Diese Untersuchungen habe ich theilweise schon im Jahre 1889 publicirt[1]), und jetzt ergänze ich diese Mittheilung mit den neueren Ergebnissen meiner weitergeführten Beobachtungen. Die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, war die Untersuchung der Zellkerne auf dem Wege der Culturen — durch den ganzen Entwickelungsgang der Pilze. Aus dem reichen Materiale, das mir zur Verfügung stand, habe ich hier einige Beispiele ausgesucht, die ich jetzt der Oeffentlichkeit übergebe.

1) Istvánffi, A penészek sejtmagváról (De fungorum nucleis). Magyar Növénytani Lapok XIII, 1889, pp. 33—46.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
I II III IV V
L. Jost gez.
E. 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: 1895

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Jost Ludwig

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss der Coleochaeteen 433-452