Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Kernteilung und Pyrenoidvermehrung bei *Mougeotia*.

(Zur Cytologie der Chlorophyten. I.)

Von
Franz Peterschilka.

(Hierzu Tafel 2.)

Material und Untersuchungsmethoden.

Das Material stammt aus dem „finsteren Graben" am Fuße des Pfaffenberges bei Pernartitz im nördlichen Böhmerwalde und wurde am Standorte um 12 Uhr nachts mit 1,5 proz. Chromessigsäure fixiert, nach 24 Stunden in Filtrierpapier gebunden, im fließenden Bachwasser 2 Stunden ausgewaschen und in Glycerinkampferwasser konserviert. Vor der Bearbeitung wurde das Konservierungsmittel durch dest. Wasser verdrängt und Proben mit WEIGERT- (modifiziert [1])) und HEIDENHAIN-Hämatoxylin gefärbt. Für letzteres ergab sich: Beizen 3 Stunden, Färben 8 Stunden, Differenzieren 3 Minuten und 15 Minuten auswaschen.

Die ausgewachsenen Zellen unserer nicht näher bestimmbaren Spezies — es fehlten die Zygoten sowohl in dem in den Sommerferien 1920 als auch 1921 gesammelten Materiale, weshalb, um die

---

[1]) Stammlösung I: 10 proz. Hämatoxylinlösung in abs. Alk., Stammlösung II: 4 ccm 10 proz. wässrige Lösung von Eisenchlorid + 1 ccm Salpetersäure + 95 ccm dest. Wasser. Vor Gebrauch Stammlösung I mit Wasser verdünnen 1:9 und mit gleichem Volum der Stammlösung II mischen. Einwirkung 5—15 Minuten, bläuen 15 Minuten, über Alkoholstufen durch Senkverfahren in Kanadabalsam.

Arbeit nicht noch ein zweites Jahr zurückzuhalten, mit den vorläufigen Resultaten trotz einiger Bedenken über den Mangel einer genauen Diagnose hervorgetreten wird — sind meist 22 μ, seltener 24—25 μ dick, ihre Länge variiert zwischen dem 2—5fachen. Die einschichtige Membran ist 1,5 μ dick und wie bei *Spirogyra* von einer dünnen Gallerthülle umgeben, die, wie Benecke (1899) nachwies, allein den Zusammenhalt der fädigen, leicht zerbrechlichen Kolonie bewerkstelligt. Abgerissene Fäden zeigen eine auffallende Endzelle mit vorgewölbter Querwand (Taf. 2 Fig. 20). Die Alge bildet an versumpften Stellen hellgrüne Watten.

Die Innenseite der Membran kleidet eine Plasmaschicht aus, die durch feine, den farblosen Zellsaft durchsetzende Brücken mit dem Plasmamantel des Chromatophors verbunden ist (Taf. 2 Fig. 23). Beide Plasmapartien führen Körnchen. Der Chlorophor ist plattenförmig und sehr dünn, wie man bei Profilstellung leicht sehen kann; seine Dicke beträgt 2—3 μ. Nur dort, wo die Pyrenoide eingelagert sind, ist er aufgetrieben und häufig bemerkt man Längsleisten, wie sie schon Schmitz (1882) als Duplikaturen für *Mougeotia* und *Spirogyra* beschreibt.

Die Profilstellung des Chlorophors ist nicht allein durch Lichtwirkung bedingt, sondern beruht wohl noch auf anderen bisher unbekannten Gründen; oft steht nämlich in derselben Zelle die eine Hälfte der Platte facial, die andere profil und Zellen desselben Fadens weisen oft beide Stellungen gemischt auf.

Nur in relativ wenigen Zellen konnte ein völlig rechteckiger, nicht eingeschnürter Chlorophor mit dem Zellkerne in der Mitte gefunden werden. Häufiger schnürt er sich schon frühzeitig in der Mitte ein und sobald er die doppelte Länge erreicht hat, teilt er sich durch einfache Zerschnürung in zwei Tochterchromatophoren, die etwas auseinanderrücken, jedoch durch eine Plasmabrücke, in deren Mitte der Kern liegt, im Verbande bleiben. Diese Brücke geht nie über die Länge der Kernachse hinaus, sondern es ragt der Kern immer an beiden Polen in die Chromatophoren hinein und ist durch das Plasma mit deren Enden fest verbunden, wodurch die beiden Teilstücke zusammengehalten werden — eines der häufigsten Bilder. Jetzt können zwei Fälle im weiteren Verlaufe möglich sein: ein pathologischer und ein normaler Zellteilungsprozeß. Der erste erfolgt dann, wenn die Chromatophoren sich noch weiter voneinander entfernen, wodurch der Kern gedehnt wird und eine Störung der Kollokation seiner Teile in der Weise erleidet, daß das Kerngerüst größtenteils faserig von Pol zu Pol verläuft (Taf. 2 Fig. 13). Daraus

ist ersichtlich, daß die Fäden des Netzwerkes an der Kernmembran haften. Die seitlichen Verbindungen rissen wahrscheinlich durch, da sie längs dieser Fasern nicht gefunden werden konnten. Der „Nucléolus“ verändert seine Lage und Gestalt nicht, liegt also frei im Kernsaft. Schreitet die Dehnung schließlich bis zur Losreißung der Chromatophoren vor, so geht der Kern zur Gänze auf einen der Chromatophoren über (Taf. 2 Fig. 21).

In den wenigsten Fällen hatte sich bereits zur Zeit der unnatürlichen Dehnung eine Anlage der Querwand bemerkbar gemacht. Erst nach der Zerreißung wird sie in der Durchschnürungsebene angelegt und trennt dann das kernhaltige vom kernlosen Stück (Taf. 2 Fig. 26). Vielfach wurde beobachtet, daß gerade an solchen Stellen der Faden abgebrochen war, was auf eine völlige Degeneration der kernlosen Zelle und hierdurch bedingtes Zerreißen des Fadens schließen läßt.

Dem normalen Verlaufe der Zellteilung geht die

Kernteilung

voraus, die um Mitternacht stattfindet und bei der zwölf Chromosomen und eine intranucleäre Spindel gebildet werden. Der Zellkern, der schon im lebenden Zustande leicht als blasse Kugel mit einem zentralen (höchst selten zwei, dann aber kleineren) stärker lichtbrechenden „Nucleolus“ sichtbar ist, liegt in der Mitte einseitig dem Chromatophor auf und zeigt nach Zusatz von Jodjodkali den großen „Nucleolus“ und ein feines Netzwerk, in dessen Knoten kleinere und größere Chromatintröpfchen hängen (Taf. 2 Fig 1). Die Kernwand ist sehr derb. Umgeben ist der Kern von Plasma, das von dem Plasmamantel des Chlorophors stammt (Taf. 2 Fig. 23). Sein Durchmesser beträgt in großzelligen Fäden durchschnittlich 8 μ, in anderen 5—7 μ. Der „Nucleolus“ nimmt etwas über ein Drittel des Volumens ein. Bei einer Chromatophorenlänge von über 100 μ, einer Zellänge von 153 μ und einer Breite von 22,5 μ beträgt der Durchmesser des Kernes beispielsweise 9 μ, der des „Nucleolus“ 3,2 μ. Gleichgroße Kerne zeigt *Zygnema pectinatum* (var.) bereits bei einer Zellänge von 61,5 μ und 18 μ Breite.

Hat der Kern gleichzeitig mit der Chromatophorenteilung seine Reife erlangt, so tritt Karyokinese ein. Der ausgebildete Kern zeigt besonders scharf das Chromatingerüst und geht durch den zentripetalen Abbau des homogenen Binnenkörpers in das Prophasestadium ein (Taf. 2 Fig. 2), wobei sich sein Volumen vergrößert. Der Binnenkörper wird unregelmäßig und nimmt im weiteren Verlaufe meist

amöboiden Umriß an. Seine Substanz wird in Lösung übergeführt, die sich in dem nun gefärbten Kernsaft diffus verteilt und augenscheinlich vom Chromatin des Netzwerkes teilweise aufgenommen wird. Sie bleibt als solche nicht im Kernsaft, aber auch das umgebende Plasma weist weder fremde Körper auf, noch ist es im kritischen Stadium gefärbt. Nur das Chromatin hat sichtlich an Menge zugenommen. Der Kernsaft besaß in dieser Phase oft grießeliges Aussehen. Wodurch die amöboide Gestalt hervorgerufen wird, ist strittig. Heidenhain (1907) erklärt sie für seine Objekte durch Beeinträchtigung der Suspensionsfäden infolge ungleichmäßigen Abbaues und dadurch verursachten Dehnung des Nucleolus. Dem aber stehen die früheren Dehnungsbilder (Taf. 2 Fig. 13) des Kernes gegenüber, die auf eine freie Lage des „Nucleolus" hinweisen.

Der Abbau des „Nucleolus" erfolgt zentripetal; denn in den meisten Fällen ist in der amöboiden Form ein ± größeres Korn sichtbar (selten zwei), das sich im Gegensatze zu seiner unmittelbaren Umgebung intensiv färbt und aus noch nicht veränderter „Nucleolarsubstanz" besteht (Taf. 2 Fig. 3). Dieses Korn schwindet nach und nach völlig wie die ganze „Nucleolusmasse". Zu diesem Zeitpunkte oder auch etwas früher bildet sich eine Art lockeres und, wie es scheint, mehrfädiges Spirem (Taf. 2 Fig. 3) aus dem Netzwerk. Bei der fortschreitenden Auflösung des Liningerüstes verschmelzen die Chromatinkörnchen mehr und mehr (Fig. 4) und schließlich resultieren zwölf punktförmige Chromosomen, die sich im Kern zunächst unregelmäßig lagern (Taf. 2 Fig. 5). Der Kern selbst deutet bereits nach Auflösung des „Nucleolus" die Spindelgestalt an und verringert während der Chromosomenbildung sein Volumen bedeutend (Taf. 2 Fig. 4—9). Die Membran bleibt während des ganzen Kernteilungsprozesses erhalten.

Die Chromosomen sammeln sich in der Mitte des Kernes, ohne daß mechanische Elemente, die diese Durchführung ermöglichen sichtbar werden (Taf. 2 Fig. 6). Gleichzeitig beginnt von den Polen her die Differenzierung der Spindelfasern und zwar werden innerhalb des Kerns erst die Begrenzungsfasern der Spindel gebildet (Fig. 6) und dann erst die inneren. Sie sind nicht glatte Fasern, sondern setzen sich aus kleinsten Pünktchen zusammen (Fällungsprodukt?). Die Zahl der Spindelfasern ist größer als die der Chromosomen, an denen die Fasern teils endigen, teils sind sie durchlaufend.

Die Chromosomen haben sich inzwischen zur dichten Äquatorialplatte angeordnet (Taf. 2 Fig. 7), wo sie sich halbieren (Taf. 2 Fig. 8 u. 9). Die Zählung der Chromosomen während dieses Stadiums war durch

die der Kernwand anliegenden Mikrosomen des Plasmas sehr erschwert — die Tochterchromosomen sind kaum größer als die größten Plasmosomen — und ergab 20—26. Sie wandern gegen die beiden Pole auseinander, wobei sich die Kernmembran, die während der vorhergehenden Prozesse durch Verminderung des Kerninhaltes verzogene Gestalt annahm und von den Begrenzungsfasern abstand — oft 1—1,5 μ — wieder strafft. An den Polen angelangt, rücken die Chromosomen (Taf. 2 Fig. 10) aneinander, ohne jedoch ganz zu verklumpen. Der Kern wird in der Mitte von der Querwand durchgeschnürt, es resultieren die beiden Tochterkerne, deren „Nucleolus" erst später mit der sukzessiven Herstellung des Reticulums auftreten (Taf. 2 Fig. 11 u. 12). Die jungen Nucleolen sind schwächer chromatisch als die alten und das Chromatin, was wohl auf Unterschieden in der chemisch-physikalischen Zusammensetzung beruhen mag.

Soweit die bisherigen Untersuchungen weitergehende Schlüsse gestatten, ist der „Nucleolus" von *Mougeotia* keineswegs identisch mit dem ergastischen Nucleolus anderer Pflanzen. Er enthält mindest zeitweilig „Chromatin", wahrscheinlich trophisches, als dessen Erzeugungsherd und Umsatzstelle er in Betracht kommen dürfte. Seine Grundsubstanz, das Plastin, wird als letzte gelöst und entsteht in den Tochterkernen als erste. Vergegenwärtigen wir uns die gesamte „morphogenetische Analyse" des Zellkernes, besonders die Ausbildung einer intranucleären Spindel, Lage und Größe des „Nucleolus", so drängt sich uns die Überzeugung auf, daß dieses Gebilde ähnlich wie bei *Spirogyra* ein Abkömmling des „Caryosoms" und zwar eines „Pseudocaryosoms" (Hartmann) unter völligem Ausfall einer individualisierten lokomotorischen Komponente, des Centriols, ist. Als eines der wichtigsten Kennzeichen der Caryosomkerne wird allgemein bei Protisten die intranucleäre Spindel angenommen. Demnach ist der Zellkern von *Mougeotia* ein Folgecaryosomkern mit dauernd ausgebildetem generativen Außenkern, sein „Nucleolus" ein Folgecaryosom.

Die Zellteilung erfolgt sukzedan und beginnt mit der Differenzierung der Chromosomen. Bei Beginn der Anaphase hat die Querwand, die von einer Ansammlung körnerreichen Plasmas begleitet wird, ungefähr die Zellmitte erreicht (Taf. 2 Fig. 22 u. 23). Die Telophasefigur wird von ihr diaphragmaartig durchschnürt.

Die *Pyrenoide* sind ziemlich gleichmäßig über den Chlorophor verteilt. Ihre Zahl kann zwar innerhalb des Fadens je nach Wachstum und Alter der Zellen variieren, jedoch ist sie in den Hälften des Chromatophors meist konstant und differiert selten um 1—3.

In Zellen desselben Fadens mit einem Chromatophor von der Länge 33 μ (obere Hälfte) + 30 μ (untere Hälfte) betrug die Zahl der Pyrenoide 3 + 4, Chromatophoren von 24 + 24 μ besaßen 4 + 3, Teilungszellen mit Chromatophoren von 44 + 47 μ Länge führten 4 alte und 2 neue + 4 alte und 2 neue. In anderen Fäden zeigten sich bei einer Chromatophorenlänge von 50 + 52 μ 6 alte und 1 neues + 7 Pyrenoide; in der nächsten Zelle mit einheitlichem Chromatophor von 52,5 μ Länge waren 7 alte und 1 neues Pyrenoid. Eine Zelle im Spindelstadium desselben Fadens zeigte 8 alte und 2 neue + 7 alte und 3 neue Pyrenoide. Dieser Beispiele könnten noch viele angeführt werden, jedoch ist das Resultat immer dasselbe.

Auffallend sind die Größenunterschiede der Pyrenoide; die ausgewachsenen sind mit Hof 9 μ lang und 5 μ breit, der homogene Kern 3 μ lang und fast ebenso breit, während andere derselben Zelle mit Hof 4,5—7,5 μ lang sind, der Kern 3—3,7 μ, letzterer also fast konstant gleich groß ist. Die kleineren Pyrenoide sind rund, ihr Durchmesser beträgt mit Hof 3—3,75 μ. Die größten (Fig. 15 u. 16) schicken sich bald zur Zweiteilung an, indem sie sich in die Länge strecken, und zwar streckt sich erst der Kern, wobei sich seine Masse an den Polen verdickt (Fig. 17 u. 18). Zur direkten Zerschnürung kommt es nicht, vielmehr bildet sich ein kurzer, faserfreier Schlauch, der später hantelförmige Gestalt annimmt, sich weiter in der Mitte einschnürt und schließlich in zwei Kerne zerfällt. Der Hof verblaßt nach und nach, erscheint aber bald wieder an den Tochterpyrenoiden. Stärkekörner waren nicht mehr vorhanden.

Von den großen Pyrenoiden führen Übergänge hinunter zu den kleinenundkleinsten bis punktartigen. Die mittleren besitzen im Centrum des Kernes meist einen tiefgefärbten Punkt (Fig. 14 u. 19), der ebenso groß ist wie die größeren Microsomen des zarten Stromas, dessen Wabenstruktur bei weitem nicht so stark ausgeprägt ist wie bei dem im gleichen Präparat vorkommenden *Cosmarium botrytis*. In den Netzknoten liegen Microsomen und aus diesen gehen die neuen Perenoide in der Weise hervor, daß um sie Pyrenoidsubstanz, die bei der direkten WEIGERT-Färbung sich im Gegensatze zum „Nucleolus“ nicht oder sehr wenig tingiert, angelagert wird (Fig. 24). Der Bildungsherd ist noch lange (Fig. 15) sichtbar und weicht mindest in seinem Aggregatzustand von der angelagerten Substanz ab, da er sich intensiver färbt. Der Hof tritt sehr frühzeitig auf und eben dieser Umstand gestattet die Morphogenese der Pyrenoide lückenlos zu verfolgen.

Es findet also bei *Mougeotia* neben der Teilung ausgewachsener noch Neubildung von Pyrenoiden aus Microsomen des Stromas statt, Prozesse, die unabhängig voneinander verlaufen. An Stellen mit intensivem Wachstum tritt meist die Neubildung hervor, die überhaupt häufiger ist als Teilung. Die Zweifel, die SCHMITZ[1]) hegt, erscheinen dadurch beseitigt. Eine inäquale Teilung älterer Pyrenoide wurde nicht beobachtet.

Die Entstehung der Pyrenoide bei *Mougeotia* weicht insofern von der bei *Spirogyra* ab, als sie bei letzterer nach den Untersuchungen von GERASSIMOFF (1892) und STRASBURGER (1880) nur an jenen Anheftungsstellen der Plasmafäden der Kerntasche erfolgt, die zugleich ein „Körnchen" besitzen, was zur Ansicht führte, die Pyrenoide stammten vom Kern und stünden in einem Abhängigkeitsverhältnis zu diesem. Bei *Mougeotia* aber sind in dieser Hinsicht die Pyrenoide vom Kern unabhängige Gebilde, die ihre Entstehung und Konstanz direkt den formativen und wohl auch vererbenden Eigenschaften der Plasmamodifikation „Stroma" verdanken. Daß dem Stroma und mit ihm dem Chlorophor eine gewisse Selbständigkeit in der Zelle wenigstens innerhalb der Protophyten eingeräumt werden muß, folgt aus weiter untenstehenden Ergebnissen und den Beobachtungen VAN WISSELINGH's an *Spirogyra*. WISSELINGH (1919) konnte feststellen, daß die Nachkommen pyrenoidloser Zellen stets Chromatophoren ohne Pyrenoide führten. Er knüpft daran die Meinung, „daß die Ursache, auf welcher es beruht, daß einem Chromatophor eine erbliche Eigenschaft fehlt, welche die anderen Chromatophoren haben, nicht beim Kern, sondern nur beim Chromatophor gesucht werden kann".

Einen weiteren Beweis für eine ziemliche Selbständigkeit des Chlorophors liefert dessen Regeneration, die durch intensives Wachstum am jungen Ende erfolgt. Der Tochterkern wird keineswegs in die Mitte des Chromatophors gezogen, da der Abstand zwischen ihm und dem alten Ende des Chromatophors konstant bleibt. Niemals ist dieses kleiner als der Abstand des Ruhekerns in Zellen desselben Fadens, wie es ja eintreten müßte, wenn der Tochterkern aktiv oder passiv dem Chromatophor entlang wandern würde (Taf. 2 Fig. 25). Dieses Ergebnis wurde gewonnen aus Messungen in Ruhe und Teilung befindlicher Zellen desselben Fadens. Nachstehende Tabelle bringt

[1]) „Mit Nachdruck aber macht sich diese Annahme (sc. Neubildung) geltend, wenn zwischen größeren Amylumherden kleinere und kleinste derartige Gebilde in größerer Anzahl zu beobachten sind, ohne daß es gelingt, die Entstehung letzterer durch Ungleichteilung der Amylumherde nachzuweisen" (Chromat. d. Algen S. 73).

einige Fälle; die Zahlen bedeuten den jeweiligen Abstand der Kernmembran von der ihr gegenüberliegenden Chlorophorenabgrenzung.

Faden	Ruhezelle	Prophase	Spindel	geteilt
I.	52,5 + 52,5 μ 54 + 52 „ 53 + 52 „ 33 + 33,5 „		55,5 + 54 μ	
II.	31,5 + 27 μ 28 + 27,75 „	30 + 30 μ		31,5 + 30 μ
III.	39 + 37,5 μ 37,5 + 39 „ 35,5 + 36 „ 35,5 + 39 „ 40,5 + 37,5 „	40,5 + 41 μ 42 + 40,5 „		43 + 43 μ
IV.	39 + 37 μ 37 + 39 „ 37 + 39 „ 40 + 37 „	37 + 40 μ	42 + 40 μ	
V.	59 + 60 μ	60 + 60 μ		60 + 60 μ

Diese Übersicht sagt, daß der Chromatophor (und vielleicht auch die Zellwand) ein lokalisiertes Wachstum an den jungen Enden besitzt, wenn auch zugegeben werden muß, daß auch der übrige Teil Anteil hat an der Größenzunahme des Chlorophors (und der Zelle), da auch dort Vermehrnng der Pyrenoide stattfindet (Fig. 25). Offensichtlich überflügelt in frisch geteilten Zellen das „Spitzenwachstum" das letztere.

Auffallend ist das gleichzeitige Wachstum der Zellen; in demselben Faden weisen oft 3—5 Zellen gleiche oder aufeinanderfolgende Teilungsstadien auf. Dieses gradatim fortschreitende Teilungswachstum scheint bei allen monergiden Fadenalgen vorherrschend zu sein; es wurde noch bei *Ulothrix* sowohl in vegetativen als auch propagativen Fäden, bei *Oedogonium*, *Draparnaldia*, *Spirogyra* und einkernigen *Rhizoclonium*-Fäden gefunden.

Zum Schluß sei noch auf die Karyoide hingewiesen, die Palla (1894 a) bei *Mougeotia* und vielen anderen Conjugaten frei im Plasma gefunden hat. Diese Gebilde konnten in den untersuchten Präparaten nicht gefunden werden, was wohl auf die angewendete Methode zurückzuführen ist. Ihnen soll noch Aufmerksamkeit beim Studium der Zygoten geschenkt werden. Auf keinen Fall sind sie mit der Neubildung der Pyrenoide in Verbindung zu bringen, da sie nach Palla nur im Belage der Chromatophoren, niemals in diesem selbst konstatierbar sind.

Zusammenfassung.

1. Bei der Mitose von *Mougeotia* spec. werden zwölf punktförmige Chromosomen (haploid) aus dem Chromatin des Netzwerkes gebildet. Die Kernmembran bleibt erhalten, die Spindel ist intranucleär.

2. Der „Nucleolus“ wird abgebaut und liefert offensichtlich Substanzen für das idiogenerative Chromatin.

3. Nach dem Vorkommen einer intranucleären Spindel, Verhalten, Lage und Größe des „Nucleolus“ scheint es wahrscheinlich, daß der Kern von *Mougeotia* vom Pseudocaryosomkern (Hartmann) der Protophyten abzuleiten wäre und einen Folgecaryosomkern darstelle mit dauernd generativem Außenkern und einem Folgecaryosom als „Nucleolus“. Die lokomotorische Komponente ist rückgebildet.

4. Die Zahl der Pyrenoide ist ziemlich konstant. Ihre Vermehrung erfolgt sowohl durch Teilung wie auch durch Neubildung aus Microsomen des Stromas.

5. Die Regeneration des geteilten Chlorophors erfolgt hauptsächlich durch intensives Wachstum am jungen Ende.

6. Das Wachstum der Fäden schreitet gradatim vor.

Pernartitz-Prag 1920/22.

Literaturverzeichnis.

* Bary, A. de (1858): Untersuchungen über die Familien der Conjugaten. Leipzig 1858.

Benecke, W. (1899): Mechanismus und Biologie des Zerfalles der Conjugatenfäden usw. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 32 1899.

* Berthold, G. (1886): Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig 1886.

Borge, O. u. Pascher, A. (1913): Die Süßwasserflora. Heft 9. Jena 1913.

Derschau, M. (1903): Beziehungen zwischen Zellkern und Pyrenoide bei den Chlorophyceen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 27 1909.

* Gerassimoff, J. (1892): Über Lage und Funktion des Zellkerns. Bull. de la soc. imp. de nat. de Moscou 1892.

Haberlandt, G. (1909): Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1909.

Hartmann, M. (1911): Die Konstitution der Protistenkerne usw. Jena 1913.

Heidenhain, M. (1907): Plasma und Zelle. Jena 1907.

Kauffmann, H. (1914): Über den Entwicklungsgang von Cylindrocystis. Zeitschr. f. Bot. Bd. 6 1914.

Meyer, A. (1919): Analyse der Zelle. Jena 1919.

Neuenstein, H. von (1914): Über den Bau des Zellkernes bei den Algen usw. Arch. f. Zellforsch. Bd. 13 1914.

---

* War nicht zugänglich.

Oltmanns, Fr.: (1904/05): Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904/05.
Palla, E. (1894 a): Ein neues Organ der Conjugatenzelle. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 12 1894.
— (1894 b): Über eine neue pyrenoidlose Art und Gattung der Conjugaten. Ibid.
Pascher, A. (1915): Über Rhizoidbildung. Ibid. Bd. 38 1915.
Scherrer, A. (1914): Untersuchung über Bau und Vermehrung der Chromatophoren etc. Flora Bd. 7 1914.
Schmitz, F. (1882): Die Chromatophoren der Algen. Verh. d. nat. Ver. Bonn Bd. 19 1882.
Strasburger, E. (1880): Zellbildung und Zellteilung. Jena 1880.
Tischler, G. (1921): Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin 1921.
Wisselingh, C. van (1919): Variabilität und Erblichkeit. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb. Bd. 32 1920.

Tafelerklärung.

Tafel 2.

Fixierung: Chromessigsäure. Färbung: Heidenhain-Hämatoxylin.

Fig. 1. Ruhekern. 2000 ×.

Fig. 2. Prophase, beginnender Abbau des Folgecaryosoms, Färbung des Kernsaftes. 2000 ×.

Fig. 3. Lockeres Spirem, amöboides Folgecaryosom mit dichterer Innenpartie. 2000 ×.

Fig. 4. Verschmelzen der Chromatinkörner zu den Chromosomen. Andeutung der Spindelgestalt. 2000 ×.

Fig. 5. 12 Chromosomen ausgebildet. 2000 ×.

Fig. 6. Die Chromosomen wandern in die Mitte des Kernes, Ausfällung der Spindelfasern, Verringerung des Kernvolums, Membran erhalten. 2000 ×.

Fig. 7. Dichte Äquatorialplatte. 2000 ×.

Fig. 8 u. 9. Die intranucleäre Spindel mit den geteilten Chromosomen. 2000 ×.

Fig. 10. Telophase. 2000 ×.

Fig. 11 u. 12. Tochterkerne, Herstellung des Reticulums, Auftreten des Folgecaryosoms. 2500 ×.

Fig. 13. Ein durch Auseinanderweichen der Chlorophoren gedehnter Kern mit freiem „Nucleolus". 2000 ×.

Fig. 14 u. 19. Junge bis jüngste Pyrenoide mit zentralem Kern. 2000 ×.

Fig. 15. Zentrales Korn noch sichtbar. 2000 ×.

Fig. 16—18. Teilungsbilder der Pyrenoide. 2000 ×.

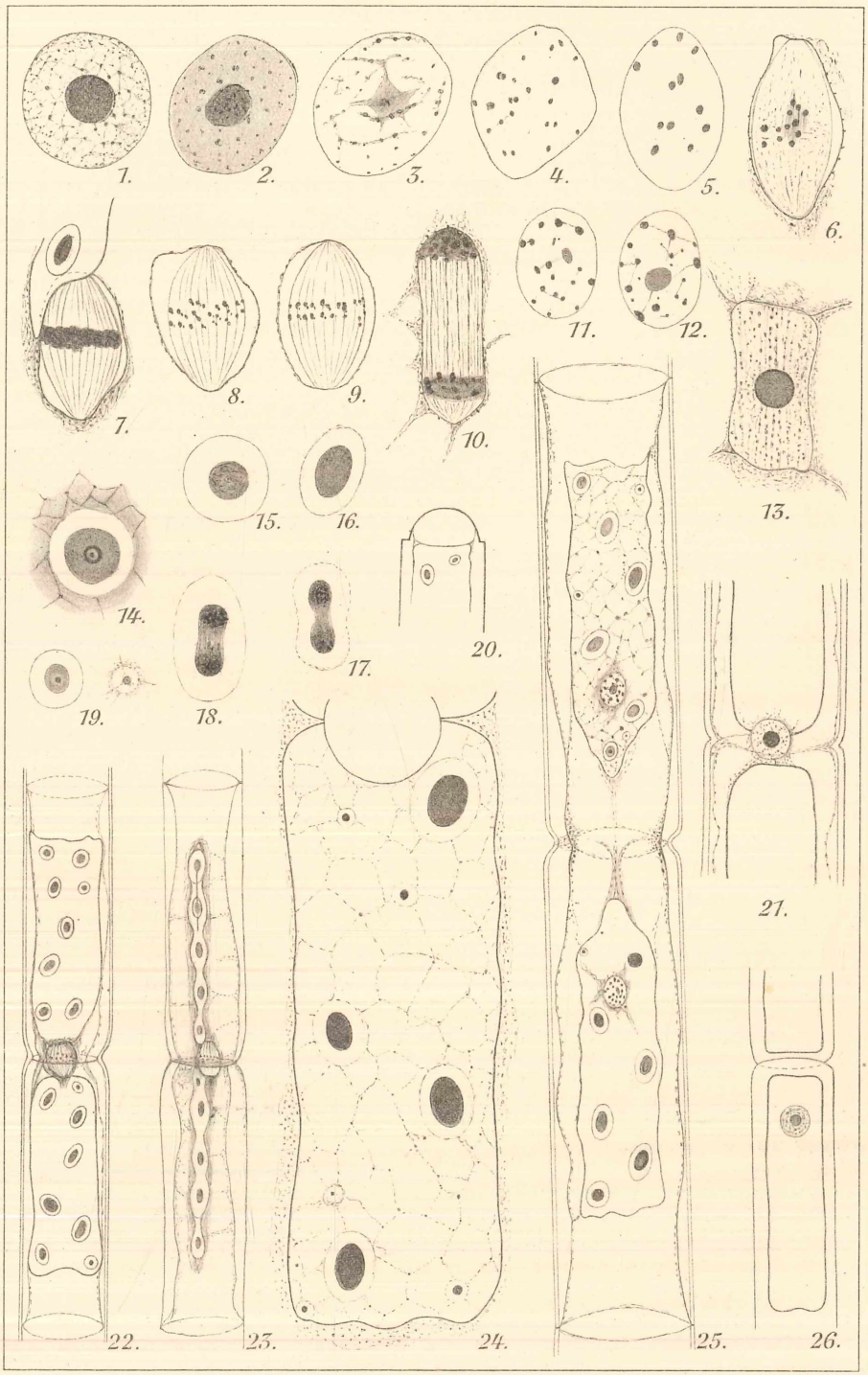
Fig. 20. Endzelle. 750 ×.

Fig. 21 u. 26. Abnormale Zellteilung nach Losreißung des einen Chlorophors: der Zellkern geht zur Größe auf den einen Teil über. Fig. 21 = 1000 ×, Fig. 26 = 750 ×.

Fig. 22 u. 23. Facial- und Profilbild einer Zelle mit Kernteilung (Aster). 750 ×.

Fig. 24. Entstehung neuer Pyrenoide aus Microsomen des Stromes. 2000 ×.

Fig. 25. Tochterzellen. 1000 ×.



gez. Peterschilka.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 45_1922

Autor(en)/Author(s): Peterschilka Franz

Artikel/Article: Kernteilung und Pyrenoidvermehrung bei Mougeotia. 153-162