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

Die vollständige Auflösung der Kerne in den Siebröhren ist mir nach neueren Untersuchungen an *Cucurbita* zweifelhaft geworden. In Siebröhren mit deutlichen Siebplatten, deren Perforation allerdings an den untersuchten Präparaten nicht deutlich zu erkennen war, fand ich noch ganz ausserordentlich stark vergrösserte, sehr substanzarme Kerne mit kleinen Nucleolarresten.

An dieser Stelle mag schliesslich noch ein die Auflösung der Siebröhrenkerne betreffendes Citat von STRASBURGER berücksichtigt werden. In seinem Buche „Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen“ [1]) sagt STRASBURGER: „Das Schwinden der Zellkerne in den Siebröhren kann nicht, wie es ZACHARIAS [2]) annehmen möchte, mit der alkalischen Reaction des Siebröhrensaftes, speciell seinem Gehalte an phosphorsaurem Kali, zusammenhängen, denn es war mir möglich, Längsschnitte von *Cucurbita* Tage lang in dem aus deren Siebröhren hervorgetretenen Safte mit unverletzten Zellkernen am Leben zu erhalten. Selbst aus jungen Siebröhren herausgedrückte Zellkerne konnte ich auffallend lange in diesem Saft erhalten.“ Hätte STRASBURGER die Anmerkung, welche er citirt und gegen welche er sich wendet, bis zum Schlusse gelesen, so würde er gefunden haben, dass ich, um zu prüfen, ob die Vermuthung, der alkalische Siebröhrensaft wirke lösend auf die Siebröhrenkerne ein, begründet sei, die Einwirkung dieses Saftes auf Kerne von *Hyacinthus* untersucht habe, und zwar mit dem Resultat, dass eine lösende Wirkung sich nicht nachweisen liess.

17. J. E. Humphrey: Nucleolen und Centrosomen.

Vorläufige Mittheilung.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 12. Mai 1894.

Es ist für thierische Zellen besonders bekannt, dass unter der Bezeichnung Nucleolen Inhaltstheile des Zellkernes zusammengefasst werden, deren chemisches Verhalten nicht übereinstimmend ist. Treten solche Verschiedenheiten in pflanzlichen Zellen auch nicht so oft und so auffällig dem Beobachter entgegen, so ist es nichts desto weniger sicher,

1) Histolog. Beiträge, Heft III, 1891, p. 291.

2) Ueber den Inhalt der Siebröhren von *Cucurbita Pepo*. Bot. Ztg. 1884, Sp. 72, Anm. 1.

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

dass sie auch bestehen. Wie HERTWIG[1]) betont, soll aber die Bezeichnung der Zellbestandtheile nicht auf äusseren Aehnlichkeiten, vielmehr auf chemischer Beschaffenheit begründet werden.

Verschiedene Versuche sind gemacht worden, um die Inhaltsbestandtheile der Zelle mikrochemisch zu unterscheiden; aber unsere beschränkten Kenntnisse der höheren chemischen Verbindungen und die Unbestimmtheit der Resultate machen diese Unterscheidungen mindestens unzulänglich. Auf Grund solcher Studien hat SCHWARZ[2]) der Substanz der echten Nucleolen den Namen Pyrenin oder Paranucleïn gegeben. Wir wissen aber noch nicht, ob diese Körper aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen und ob das SCHWARZ'sche Pyrenin eine einheitliche Verbindung sei. Daher bleibt es zunächst geboten, uns an die besonders auffälligen und daher leichter controllirbaren Unterschiede im Verhalten dieser Gebilde vor allem den Farbstoffen gegenüber zu halten.

Es ist schon mannichfach constatirt worden, dass, wenn man Zellkerne der Einwirkung von zwei richtig gewählten Farbstoffen gleichzeitig oder successiv aussetzt, eine wählende Tinction stattfindet, so dass die Chromosomen die eine, die Nucleolen die andere Farbe speichern. Eines der besten zu diesem Zwecke geeigneten Farbstoffgemische ist das zuerst von STRASBURGER in die botanische Technik eingeführte Gemisch von Fuchsin und Jodgrün. Die nachherige Behandlung der Präparate mit jod- und essigsäurehaltigem Alkohol, welche neuerdings von ZIMMERMANN[3]) angewandt worden ist, ist als eine Verbesserung zu betrachten, da sie die wählende Färbung verstärkt und fixirt. In Präparaten, die nach obiger Methode behandelt werden, zeigt das Kernkörperchen eine blutrothe Farbe, die Chromosomen sind dagegen grün oder blaugrün, besonders bei Alkohol-Material. Wenn das Material mit einer säurehaltigen Lösung fixirt worden ist, können die Chromosomen oft eine röthliche oder purpurfarbene Nuance annehmen; sie sind aber immer sehr verschieden von den Nucleolen tingirt, so dass man niemals ein rundliches Chromosomenstückchen mit einem Nucleolus verwechseln kann.

Im ruhenden Kerne sieht man gewöhnlich ein oder mehrere Kernkörperchen, wie gesagt, und während der früheren Stadien der Karyokinese verschwinden diese in den meisten Fällen, sehr oft vor, zuweilen erst nach dem Verschwinden der Kernmembran. Die herrschende Ansicht ist, dass zu dieser Zeit die Nucleolarsubstanz gelöst wird und sich durch den Kernsaft verbreitet oder von den Chromosomen

---

1) O. HERTWIG: Die Zelle und die Gewebe, p. 43, Jena, 1893.

2) F. SCHWARZ: Die morphol. und chem. Zusammensetzung des Protoplasmas. COHN's Beitr. zur Biol. der Pfl. Bd. V, 1887.

3) A. ZIMMERMANN: Ueber das Verhalten der Nucleolen während der Kerntheilung. Beitr. zur Morph. und Phys. der Pflanzenzelle, Bd. II, H. 1, p. 5. 1893.

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

aufgenommen wird. Es ist von STRASBURGER[1]) beobachtet worden, besonders in den Embryosackwandbelegen einiger Amaryllideen (cf. Fig. 1—2), dass Massen von Nucleolarsubstanz während der Karyokinese in dem Cytoplasma bleiben können, und ZIMMERMANN[2]) hat neuerdings dasselbe Phänomen in verschiedenen vegetabilischen Zellen gesehen. Die ZIMMERMANN'schen Figuren und Beschreibungen dieser Erscheinungen an vegetativen und reproductiven Geweben von mehreren Phanerogamen und Pteridophyten machen den Eindruck, dass die Ausstossung der Nucleolen in das Cytoplasma während der Kerntheilung und ihre Wiederaufnahme von den Tochterkernen ein normales und typisches Verfahren bei den höheren Pflanzen sei. Die Körper, welche er sowohl, als auch STRASBURGER, in dem Cytoplasma gesehen hat, stimmen in ihren tinctionellen und anderen Verhältnissen mit den Nucleolen des ruhenden Kernes überein; und meine eigenen Studien haben mich zu der Ueberzeugung geführt, dass sie aus Nucleolarsubstanz bestehen. Dass sie aus den Zellkernen während der Theilung austreten, ist ebenfalls nicht zu bezweifeln.

Eine kurze Betrachtung der Litteratur der Kerntheilung sollte genügen ein Bedenken zu erwecken, dass die beobachtete Erscheinung keine allgemein verbreitete ist, denn es ist schwer einzusehen, wie ein so auffallendes Phänomen so lange von so vielen Forschern konnte übersehen worden sein. Meine mehrmonatlichen Studien von Zelltheilungsprocessen bei verschiedenen Pflanzen, welche einige der von ZIMMERMANN studirten Arten umfassten, zeigen, dass die Nucleolarsubstanz in erkennbaren Massen nur ausnahmsweise im Cytoplasma vorkommt; und ich halte für die richtige Erklärung der beobachteten Thatsachen eine ganz andere als die von ZIMMERMANN vorgeschlagene Verallgemeinerung. Ich habe hauptsächlich, wie ZIMMERMANN, mit Mikrotomschnitten gearbeitet, und zwar mit solchen von Pollen- resp. Sporenmutterzellen von *Convallaria majalis*, *Ceratozamia longifolia*, *Osmunda regalis* und *Psilotum triquetrum*, von den Zellen der Wurzelspitze von *Vicia Faba* und *Hyacinthus* sp. Ausserdem hatte ich schönes Material der Wandbelege aus Embryosäcken von *Leucoïum aestivum*. Auch verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. STRASBURGER die Gelegenheit, viele seiner klassischen Präparate studiren zu können, darunter das Präparat des Embryosackwandbeleges von *Galanthus nivalis*, von ihm[3]) früher erwähnt, welches das Austreten der Nucleolarsubstanz in's Cytoplasma in auffallender Weise zeigt und nach welchem die beigegebenen Fig. 1—2 aufgenommen worden sind. Mehrere der am wärmsten empfohlenen Fixirungs- und Tinctionsmethoden habe ich

---

1) E. STRASBURGER, Die Controversen der indirecten Zelltheilung, p. 25. 1884. Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche, p. 145. 1888.

2) l. c.

3) Controversen, p. 25.

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

angewandt, einschliesslich der von ZIMMERMANN benutzten Lösungen. Die Beobachtungen wurden vornehmlich mit einem vortrefflichen ZEISS'schen achromatischen System von $^1/_{18}$ angestellt, welches, wie der Vergleich zeigte, für diese Untersuchung den Apochromaten in keiner Weise nachstand.

Ein Vergleich der Figuren auf der beigegebenen Tafel VI liefert den Beweis, dass Nucleolarsubstanz nicht in allen Fällen im Cytoplasma während der Karyokinese zu sehen ist. In der That ist dies für gewöhnlich nicht der Fall. Diese Figuren sind hauptsächlich in einer anderen Absicht gewählt worden und zeigen alle in den abgebildeten Zellen erkennbaren Structuren oder Körper. Sie sind für meine Präparate typisch. Wenn ZIMMERMANN's Figuren für seine Präparate gleichfalls typisch sind, so muss es sich fragen, ob es sich nicht in manchen Fällen um künstliche Producte handelt, welche vielleicht einer unvollständigen Fixirung zuzuschreiben sind. Wenigstens habe ich mit der MERKEL'schen Flüssigkeit, die er hauptsächlich benutzt[1]), viel schlechtere Fixirung erlangt, als mit Alkohol oder Sublimat-Alkohol.

Wenn wir die Thatsache einräumen, dass Nucleolarsubstanz jedenfalls im Cytoplasma vorkommt und aus dem Kerne ausgestossen werden kann, oder, wie ZIMMERMANN[2]) schreibt, dass die beobachteten Körper „wirklich als die ausgewanderten Nucleolen oder deren Zerfallsproducte aufzufassen sind", so bleibt noch die Frage nach der Bedeutung dieser Thatsache bestehen. Die Antwort ist vollständig von der Natur des Nucleolus abhängig. Ueber dieselbe findet man in der Litteratur zwei entgegengesetzte Meinungen. Einige Autoren, unter diesen ZIMMERMANN[3]) und ZACHARIAS[4]), betrachten den Nucleolus als besonderes Organ des Kernes, gleich den Chromosomen. Dagegen fassen STRASBURGER[5]), GUIGNARD und andere die Nucleolarsubstanz „als einen Reservestoff des Zellkerns — —, als eine momentan ausser Action gesetzte Substanz" auf. Es ist längst bekannt, dass die Nucleolen von Kernen aus demselben Gewebe oder von demselben Kerne zu verschiedenen Zeiten in Form, Grösse und Zahl äusserst veränderlich sind. Bei den stärksten Vergrösserungen zeigen sie keine Spur von Structur, das gelegentliche Vorhandensein der sogenannten Vacuolen ausgenommen. Ihre Theilung und Verschmelzung finden scheinbar ganz unter dem Einfluss äusserer Kräfte statt; sie zeigen weder die bestimmten und constanten Charaktere, noch die selbstständige Thätigkeit, welche lebenden Organen zukommen. Ihre ganze Geschichte, soweit wir sie kennen, rechtfertigt nur die Ansicht, dass sie passive Substanzmassen seien,

---

1) l. c. p. 4.
2) l. c. p. 29.
3) l. c. und Morph. und Physiol. der Pflanzenzelle, p. 30, 1887.
4) E. ZACHARIAS, Ueber den Nucleolus. Bot. Ztg. 1885.
5) Theilungsvorgang der Zellkerne, p. 54, 1882.

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

deren Zahl, Form, Grösse und Existenz als erkennbare Körper von der Thätigkeit bestimmter Kräfte innerhalb der Zelle abhängig ist. Die in Rede stehenden Kräfte scheinen die zu sein, welche während der Karyokinese im Spiele sind. Während des Ruhestadiums der Zelle scheint diese Substanz sich passiv von den anderen Kernbestandtheilen zu trennen und sich allmählich in zunehmend grösseren und wenigeren Massen, die sogenannten Nucleolen, zu sammeln, wie Oel sich aus einer Emulsion ausscheidet. Die „Vacuolen“ der Nucleolen scheinen mir das natürliche Resultat der nachherigen Trennung der flüssigeren von den festeren Theilen der Nucleolarsubstanz zu sein.

Wenn die oben ausgesprochene Meinung die richtige ist, sind die Nucleolen keine individuellen Bestandtheile, sondern unbestimmte Massen von Nucleolarsubstanz, und ihr Vorkommen im Cytoplasma hat keine weitere Bedeutung als zu zeigen, dass eine Communication zwischen Kernhöhle und Cytoplasma bisweilen, wenn auch nicht immer, sich herstellen kann und dass entweder die Nucleolen in einigen Fällen aus der Kernhöhle, bevor sie von den karyokinetischen Kräften angegriffen werden, austreten können, oder dass die Menge der Nucleolarsubstanz in einem Kerne grösser sein kann, als diese Kräfte zu lösen oder zu verbreiten vermögen. Es ist wohl möglich, dass diese „extranuclearen Nucleolen“ später in den Bereich von Kräften kommen können, welche sie in die Tochterkerne einziehen; aber unsere Fig. 2 liefert den Beweis, dass dies nicht in allen Fällen geschieht. Diese Figur, nach dem oben erwähnten Präparat des Herrn Prof. STRASBURGER aufgenommen, zeigt zwei ruhende Kerne von „extranuclearen Nucleolen“ umgeben, die wahrscheinlich aus dem Mutterkerne der vorhandenen Kerne stammen, oder aus einer noch früheren Kerngeneration. Körper, so augenscheinlich passiv in ihrem Verhalten wie diese, sind kaum als Organe des Kerns zu betrachten.

Wenn also ZIMMERMANN[1]) den Satz aufstellt „Omnis nucleolus e nucleolo“, so kommt er zu einer Verallgemeinerung, die nicht zulässig und derjenigen „Omnis nucleus e nucleo“ nicht gleichwerthig ist; dann könnte es ebensowohl heissen, dass jeder Tropfen Ricinusoel von einem anderen Oeltropfen abstammt, denn der Samen, innerhalb dessen er gebildet wird, ist aus einem anderen Samen entwickelt worden.

Die kurze Beschreibung von FARMER[2]) der von ihm beobachteten Erscheinungen in den Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon* ermöglicht kein ausdrückliches Urtheil; es scheint aber wahrscheinlich, dass die gefundenen eigenthümlichen Zustände pathologischen Veränderungen zuzuschreiben sind.

---

1) l. c., p. 31.

2) J. B. FARMER: On the nuclear division in the pollen-mother-cells of Lilium Martagon. Annals of Bot. Vol. VII, p. 393, 1893.

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

In Betreff der Rolle der Nucleolarsubstanz in der Zelle und deren Schicksal in den meisten Fällen der Karyokinese, wo sie nicht mehr in erkennbaren Massen vorkommt, sind meine Studien noch nicht hinreichend gewesen. Dennoch scheinen sie Licht auf die Natur eines anderen von verschiedenen Autoren damit in Beziehung gebrachten Gebildes zu werfen. Dieser Körper ist zuerst von STRASBURGER[1]) als „Secretkörperchen“, später[2]) als „Paranucleolus“ bezeichnet, und von ZIMMERMANN[3]) als das sogenannte „Sichelstadium“ des Kernkörperchens betrachtet worden. Auf meinen Schnitten der Pollensäcke von *Ceratozamia* erregen solche Gebilde besonders die Aufmerksamkeit. Hier sind sie als halbmondförmige, der Kernmembran dicht anliegende Massen zu sehen, wie auf ZIMMERMANN's Fig. 15[4]). In extremen Fällen kann die Anhäufung von Substanz eine so grosse sein, dass die Kernmembran hier bedeutend hinausgestossen wird, wie bei unserer Fig. 4. Wie diese Figur zeigt, findet sich das in Rede stehende Körperchen in vollkommen ruhenden Zellen, die auch normale Nucleolen enthalten.

Auf meinen Präparaten von mit Alkohol fixirtem *Ceratozamia*-Material zeigt fast jeder ruhende Kern einen Paranucleolus. Auf mit Fuchsin-Jodgrün tingirten Schnitten werden die Paranucleolen weder reinroth wie die Nucleolen, noch blaugrün wie die chromatische Substanz gefärbt, vielmehr nehmen sie eine Zwischennuance, welche mehr der des Chromatins als der der Nucleolen ähnelt, an. Präparate von mit säurehaltigen Lösungen fixirtem Material zeigen eine viel röthlichere Farbe der Paranucleolen, ebenso wie der chromatischen Bestandtheile selbst. *Ceratozamia*-Material, das mit der neuerdings von MANN[5]) für thierische Gewebe empfohlenen Flüssigkeit fixirt worden war, ergab sich als bedeutend besser conservirt, als das mit Alkohol fixirte, obgleich dies für andere Gewebe überhaupt nicht der Fall war. Es ist besonders merkwürdig, dass man bei dem sonst am besten fixirten Material die wenigsten und unscheinbarsten Paranucleolen sieht. Fig. 3 ist für mein Alkohol-Material von *Ceratozamia* typisch. Hier liegen die Paranucleolen offenbar alle auf denselben Seiten der Kerne bezüglich ihrer Lage in dem Gewebe, und zwar auf den von der Oberfläche des Pollensackes abgewendeten Seiten. An dieser Stelle ist daran zu erinnern, dass die Pollensäcke von *Ceratozamia* auf den unteren Oberflächen der dickfleischigen Schuppen der männlichen Inflorescenz liegen, so dass die Schuppen mit den anliegenden Pollensäcken direct in die Fixirungsflüssigkeit eintauchen müssen. Bei den Kernen der oberen

---

1) Theilungsvorgang, p. 7.
2) Controversen, p. 27.
3) l. c. p. 9.
4) l. c., Pl. I und II.
5) Anatom. Anzeiger, 1893.

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

Aussenseite der Schuppe kommen die Paranucleolen auf den relativ entgegengesetzten Seiten der Kerne zum Vorschein, wenden sich daher immer von der Oberfläche des Organs ab. Bei anderen Pflanzen, wo kleine Stückchen Material von allen Seiten in gleicher Weise dem Eindringen des Fixirungsmittels ausgesetzt wurden, habe ich nur ausnahmsweise die Anwesenheit von Paranucleolen constatirt.

Obige Beobachtungen scheinen zwei Schlüsse zuzulassen. Erstens, wie aus ihren tinctionellen Verhältnissen zu vermuthen ist, bestehen die Paranucleolen nicht ganz aus Nucleolarsubstanz, und vielleicht überhaupt nicht, vielmehr zeigen sie mit dem Chromatin Verwandtschaft. Zweitens sind sie wahrscheinlich künstliche, der Einwirkung der Fixirungsflüssigkeit zuzuschreibende Producte. Ihre constante Lage bezüglich der Richtung des Eindringens der Flüssigkeit zeigt, dass der Alkohol z. B. einen Kern von der nächstliegenden Oberfläche erreichend und ihn von dieser Seite durchtränkend, mit sich gewisse Kerninhaltsbestandtheile führt, bis sie durch die Kernmembran verhindert werden und sich daran anhäufen. Je gleichmässiger das Eindringen von allen Seiten ist, desto geringer erscheint die Versetzung des Kerninhaltes.

In der letzten Zeit ist das Austreten der Nucleolarsubstanz aus dem Kerne während der Theilung von einem anderen Forscher gesehen und ganz anders erklärt worden. Auf Mikrotomschnitten des sporogenen Gewebes von *Psilotum* hat KARSTEN[1]) Nucleolen in derartigen Beziehungen zu den Kernspindeln gefunden, dass er sie für die zuerst von GUIGNARD[2]) für pflanzliche Zellen beschriebenen „sphères directrices“ hält. Er vermuthet, dass seine „Nucleo-Centrosomen“ aus Nucleolarsubstanz bestehen, und seine Abbildungen und Beschreibungen bestätigen die Ansicht. Allein die GUIGNARD'sche Schilderung enthält keine Andeutung, dass die jetzt gewöhnlich als Centrosphären oder Centrosomen bekannten Gebilde auf irgend eine Weise den Nucleolen gleichen, sondern gerade den entgegengesetzten Eindruck machen; es war daher von Interesse Sporangien von *Psilotum* einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen, um, wenn möglich, die Ursache der Verschiedenheiten zu constatiren.

Die Untersuchung von Hunderten der Kerne in allen Theilungsstadien und nach verschiedenen Methoden fixirt und gefärbt, inclusive der von KARSTEN angewandten Methode, hat keinen einzigen Fall der Anwesenheit von erkennbaren Massen der Nucleolarsubstanz während der Karyokinese ergeben. Eine unregelmässige Theilungsfigur zeigte das in Fig. 8 gezeichnete Bild. An einem Ende der Kernspindel liegt ein rundliches Körperchen, das man zuerst für ein „Nucleo-Cen-

1) G. KARSTEN: Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*. Ber. der D. Bot. Ges. Bd. XI, p. 555, 1894.

2) L. GUIGNARD: Nouvelles Études sur la Fécondation etc. Ann. Sc. Nat. Bot., sér. VII., T. XIV, p. 163, 1891.

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

trosom“ halten könnte; aber sein Verhalten zu Fuchsin-Jodgrün lässt keinen Zweifel bestehen, dass es sich hier nur um ein Chromatinstückchen handelt. Das weitere Studium von *Psilotum*-Präparaten hat auch für diese Pflanze das Vorhandensein von Gebilden erwiesen, welche völlig mit den „sphères directrices“ GUIGNARD's übereinstimmen. In Fig. 6 und 7 werden zwei Zellen abgebildet, die sich theilende Kerne und Centrosphären enthalten, und zwar deren erste vor, die zweite nach der Theilung der Centrosphären. Der Schwierigkeit der Erkennung dieser Organe halber schien es von Wichtigkeit, andere Gewebe zu studiren, welche bekanntermassen grosse Kerne enthalten, um günstigeres Material für die Untersuchung der Centrosphären zu suchen. Allein, obgleich es mir gelungen ist dieselben Organe auch bei anderen Pflanzen zu erkennen, habe ich sie bei keiner der von mir untersuchten Arten leicht sichtbar gefunden. Ebensowenig haben verschiedene Versuche mit Farbstoffen und Reagentien den gewünschten Erfolg gehabt, ihre Erkennung zu erleichtern. Auf guten Schnitten der Pollen- resp. Sporenmutterzellen von *Ceratozamia longifolia* (Fig. 5) und *Osmunda regalis* (Fig. 9—12), bei welcher letzteren Pflanze ich sie am häufigsten gesehen habe, sind sie zu erkennen.

Herr Prof. STRASBURGER hatte auch die Güte, mir das übrigbleibende Material aus seinen Untersuchungen[1]) über die Centrosphären von *Sphacelaria scoparia* zur Verfügung zu stellen. Nach Conservirung während mehr als eines Jahres in Seewasser mit Kampfer zeigten die jungen Zellen der Hauptäste die Centrosphären äusserst deutlich und schön (cf. Fig. 13—14).

Eine kurze Schilderung der Hauptmerkmale dieser Körperchen, wie sie sich in den oben erwähnten Pflanzen vorfinden, wird genügen ihre Verschiedenheit von Nucleolarsubstanz zu erläutern. Sie sind, wenn überhaupt, sehr wenig tingirbar. Das centrale Körnchen oder eigentliche Centrosom erscheint gewöhnlich dunkel auf gefärbten Präparaten, hat aber keine bestimmte Farbe. Das ist vielleicht zum Theil seiner sehr geringen Masse zuzuschreiben, denn es liegt nicht weit von den Grenzen der Leistungsfähigkeit unserer besten Systeme. Die das Centrosom umschliessende Astrosphäre, die in meinen Präparaten immer ungefärbt bleibt, wird gewöhnlich als ein heller Hof beschrieben. Aber wenn man sie mit den Höfen vergleicht, welche oft die grösseren Mikrosomen im Cytoplasma umgeben, und welche wahrscheinlich meistens physikalisch-optische Erscheinungen sind, sieht man, dass die Astrosphären verhältnissmässig bedeutend breiter und stärker lichtbrechend als letztere sind. In der That erscheinen sie wie durchsichtige Gallerttropfen im Gegensatz zu dem leeren Aussehen der „Höfe“ der Mikrosomen.

---

1) E. STRASBURGER: Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden etc. Histol. Beitr., Heft IV, p. 52, 1892.

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

Durch diese Thatsachen wird es leicht verständlich sein, dass die Centrosphären in der Zelle schwer erkennbar sind. Ich habe sie in der That nur auf glücklich ausgefallenen Mikrotomschnitten gesehen, wo sie gar nicht von überliegendem, körnigen Protoplasma bedeckt wurden. Bei sich theilenden Kernen vor Ende der Prophase habe ich nur eine einzige Centrosphäre an jedem Ende der Spindel gefunden (Fig. 6); bei späteren Stadien kommen dagegen bei den höheren Pflanzen zwei an jedem Ende vor, welche unzweifelhaft durch Theilung der ursprünglichen entstanden sind (Fig. 7, 10—12). Bei *Sphacelaria*-Kernen in späteren Stadien hatte die Theilung noch nicht stattgefunden (cf. Fig. 14).

Die Frage nach der Abstammung der Centrosphären ist von grossem Interesse und von Wichtigkeit; sie ist grösstentheils durch Feststellung ihrer Lage in der ruhenden Zelle zu lösen. Angeregt durch BRAUER's [1]) Beschreibung seiner Beobachtungen bei *Ascaris* habe ich Beweise in dieser Hinsicht sorgfältig gesucht. Es ist mir aber nicht nur gelungen, ein Austreten der Centrosphären aus dem Kerne zu constatiren, sondern ich habe sie ausserhalb des Kernes im Cytoplasma in einem Stadium völliger Ruhe bei *Sphacelaria* (Fig. 13), und in früheren Stadien der Vorbereitung zur Theilung, während die Kernmembran noch vollständig intact erschien, bei *Ceratozamia* (Fig. 5) und *Osmunda* (Fig. 9) beobachtet. Im letzten Falle waren zwei normale grosse Nucleolen im Kerne noch sichtbar.

Die vorhergehend angeführten Thatsachen nebst den beigegebenen Figuren werden, wie ich hoffe, dazu beitragen die gründliche Verschiedenheit der Nucleolen und Centrosomen zu beweisen, und die Unwahrscheinlichkeit, dass sie mit einander in irgend einer Beziehung stehen, kund zu thun. Es ist klar, dass KARSTEN durch die zufällig stattfindende Ausstossung der Nucleolarsubstanz aus der Zelle irregeleitet worden ist und dass er die echten Centrosphären vollständig übersehen hat. Es ist ebenfails wahrscheinlich, dass diese „kinetischen Centren" der Zelle streng extranucleare Körper sind, sowohl in ihrer Abstammung wie in ihrer Thätigkeit.

Bonn, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind nach der Natur mit der ABBÉ'schen Camera gezeichnet worden. Die Fig. 3—12 wurden aus Präparaten von Mikrotomschnitten entnommen.

Fig. 1. Ein sich theilender Zellkern aus dem protoplasmatischen Wandbeleg des Embryosackes von *Galanthus nivalis*, mit „extranuclearen Nucleolen". Safranin-Präparat von Herrn Prof. STRASBURGER, 1883. Vergr. 540.

„ 2. Zwei ruhende Kerne aus demselben Präparat. Vergr. 540.

1) A. BRAUER: Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXXII, p. 153, 1893.

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

Fig. 3—5. Aus jungen Pollensäcken von *Ceratozamia longifolia*.

Fig. 3. Ein Querschnitt durch Pollensackwand und sporogenes Gewebe, die Kerne mit an ihren Innenseiten liegenden „Secretkörperchen“. Vergr. 350.

„ 4. Eine Zelle aus dem sporogenen Gewebe, ihr Kern mit Nucleolus nud sehr grossem „Secretkörperchen“. Vergr. 1000.

„ 5. Eine Pollenmutterzelle mit ihrem Kern in Vorbereitung zur Theilung und zwei daneben liegenden Centrosphären. Vergr. 1000.

Fig. 6—8. Aus jungen Sporangien von *Psilotum triquetrum*.

Fig. 6. Eine Sporenmutterzelle mit dem Kerne im Stadium der Kernplatte, die Centrosphäre noch nicht getheilt. Vergr. 1000.

„ 7. Eine Sporenmutterzelle mit dem Kerne in der Metaphase und einem Paar Centrosphären an jedem Ende der Spindel. Vergr. 1000.

„ 8. Eine unregelmässige Kernfigur mit einem Stückchen Chromatin an einem Ende der Spindel. Vergr. 1000.

Fig. 9—12. Aus jungen Sporangien von *Osmunda regalis*.

Fig. 9. Eine Sporenmutterzelle mit Kern im Knäuelstadium und daneben liegenden Centrosphären. Vergr. 1000.

„ 10. Eine Tapetenzelle mit Kern im Tochtersternstadium und zwei Centrosphären an jedem Ende der Spindel. Vergr. 1000.

„ 11. Eine Sporenmutterzelle die erste Theilung ihres Kernes zeigend, mit zwei Centrosphären am unteren Ende der Spindel, die des anderen Endes nicht auf diesem Schnitte liegend. Vergr. 1000.

„ 12. Eine Sporenmutterzelle die zweite (definitive) Kerntheilung zeigend, die links liegende Spindel mit zwei Centrosphären an jedem Ende. Vergr. 1000.

Fig. 13—14. Aus jungen Zellen von Fadenspitzen von *Sphacelaria scoparia*.

Fig. 13. Ein ruhender Kern mit umgebendem Protoplasma und zwei darin liegenden Centrosphären. Vergr. 1000.

„ 14. Ein sich theilender Kern mit einer Centrosphäre an jedem Ende der Kernspindel und umgebendem Protoplasma. Vergr. 1000.

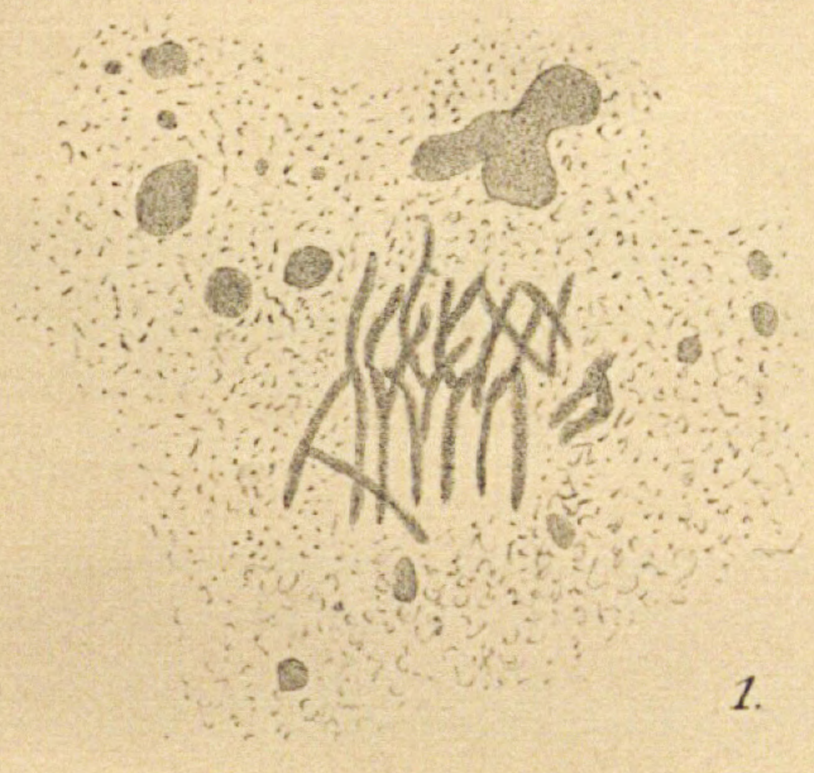
---

18. S. Nawaschin: Ueber eine neue Sclerotinia, verglichen mit Sclerotinia Rhododendri Fischer.

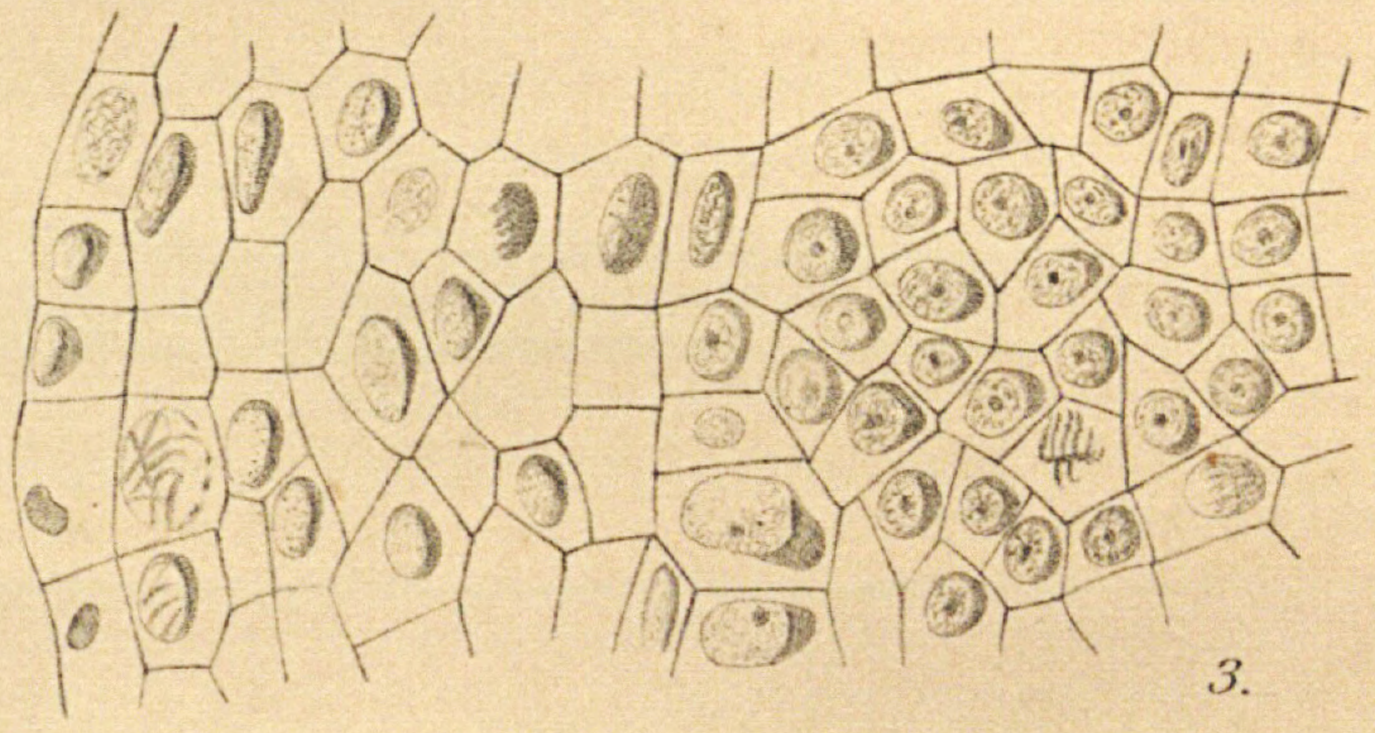
Eingegangen am 17. Mai 1894.

Auf der letzten Versammlung russischer Naturforscher (in Moskau im December 1893) berichtete ich auch unter anderem über eine neue *Sclerotinia*, die ich im Jahre zuvor am Sumpfporst, *Ledum palustre*, entdeckt hatte. Von Anfang an war ich überzeugt, in der neu entdeckten *Sclerotinia* eine nahe Verwandte der von Ed. Fischer ent-

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

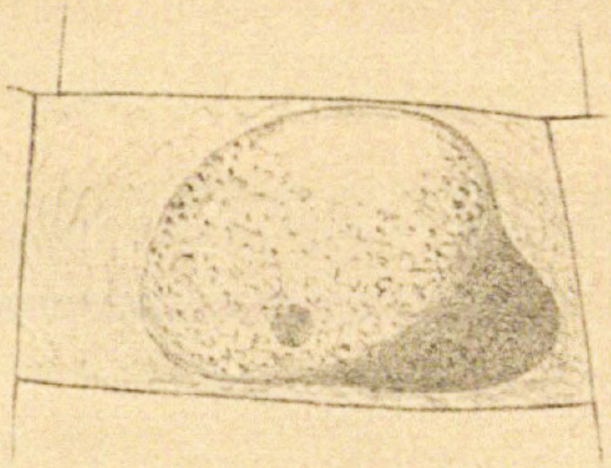


1.



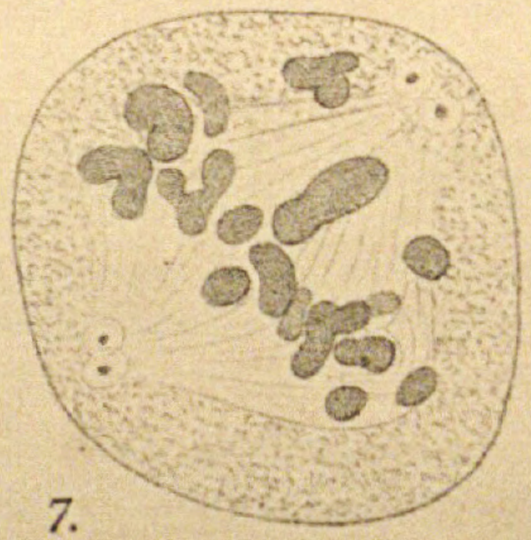
3.

2.

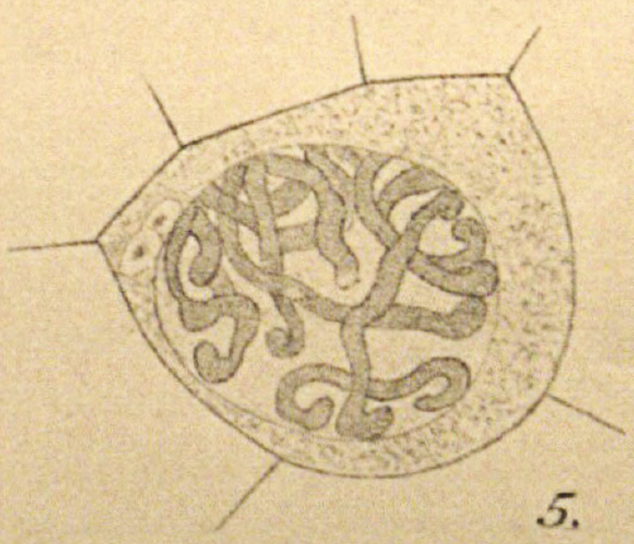


4.

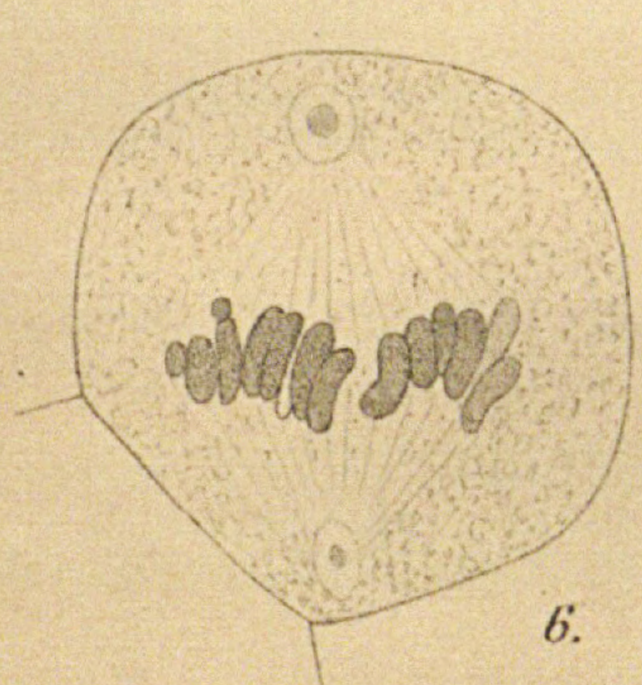
8.



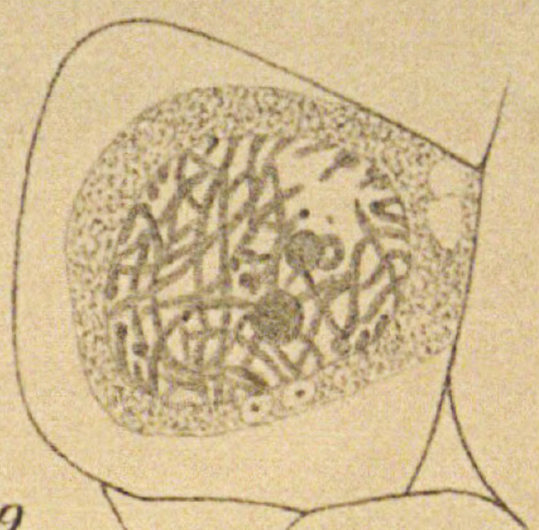
7.



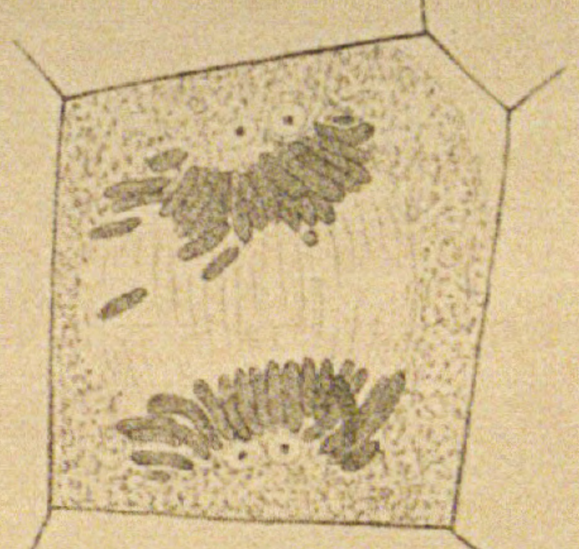
5.



6.

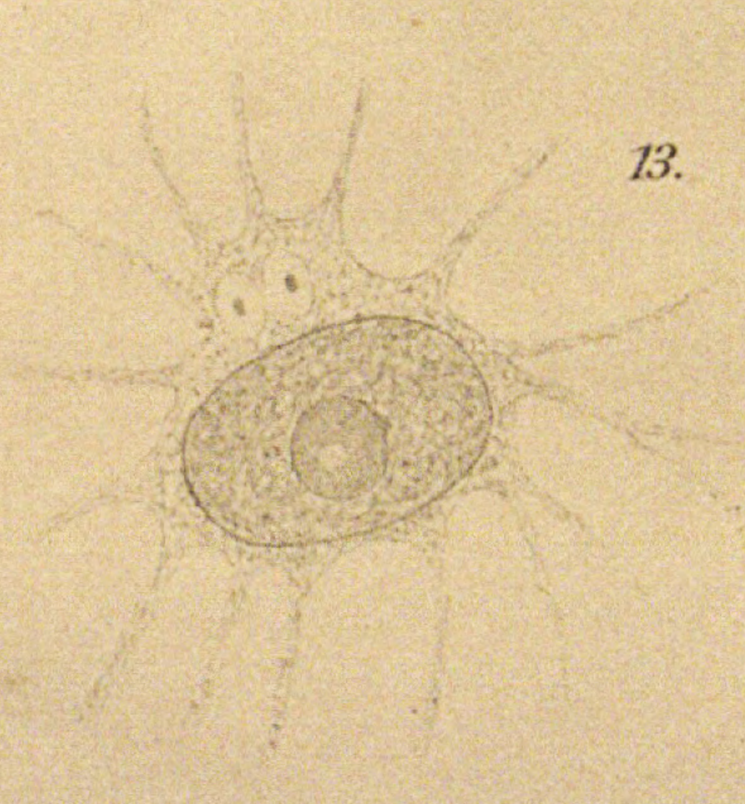


9.

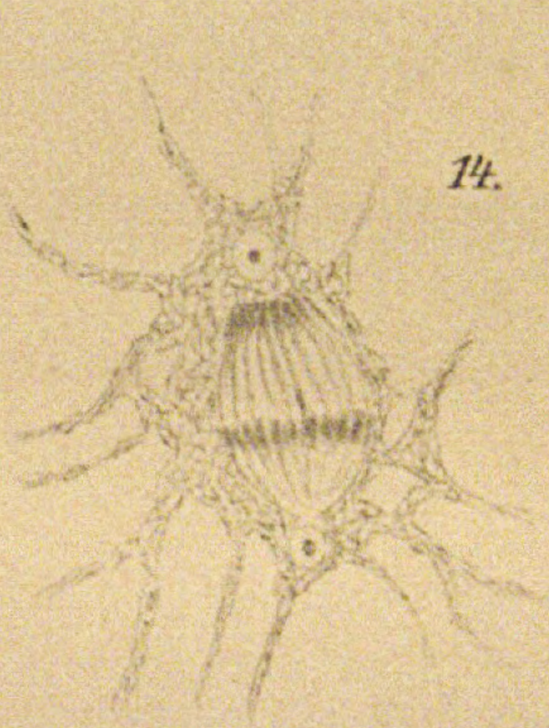


10.

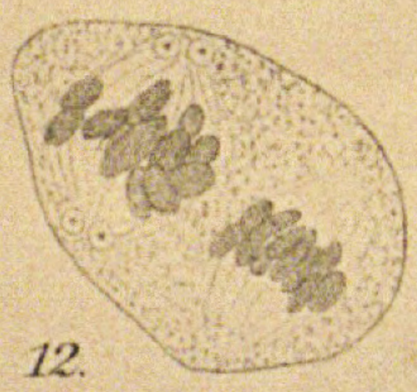
11.



13.



14.



12.

Humphrey 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): Humphrey J,E.

Artikel/Article: Nucleolen und Centrosomen. Humphrey, Dr. J. E., Professor der Botanik an der John Hopkins Universitat in Baltimore, Mad., U. S. A.108-117