

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparate, dem ZEISS'schen Objectiv DD Ocular 5 entworfen. Die Vergrößerung schwankt, da der Abstand der Zeichenebene verschieden war, zwischen 700—800.

- Fig. 1. *Closterium Leiblinii* var. *minima* n. var.
 „ 2. *Penium adelochondrum* Eliv. var. *punctata* n. var.
 „ 3. *Disphinctium verrucosum* n. sp.
 „ 4. *Cosmarium Meneghinii* forma *rotundata* Jakobs.
 „ 5. „ *laeve* var. *undulata* n. var.
 „ 6. „ *tetragonum* var. *Lundellii* Cooke forma.
 „ 7. „ *portianum* Lund. var. *orthostichum* var.
 „ 8. „ *portianum* forma.
 „ 9. „ *subcrenatum* var. *Nordstedtii* nob. forma.
 „ 10. „ *Boeckii* Wille: Punktirung des Tumors.
 „ 11. „ *undulatum* Corda var. *obtusatum* n. var.
 „ 12. „ *Botrytis* forma *lata* nob.
 „ 13. *Sphaerosoma neglectum* n. sp.
 „ 14. *Euastrum subanoenum* n. sp.
 „ 15. *Staurastrum subbrebissonii* n. sp.
 „ 16. „ *varians* Rac. var. *badense* n. var.
 „ 17. „ *margaritaceum* Ehrb. forma.
 „ 18. „ *hexacerum* var. *subdilatatum* n. var.
 „ 19. „ *senarium* var. *Nigrae silvae* n. var.
 „ 20. „ *muricatum* var. *subturgescens* n. var.
 „ 21. *Cosmarium vexatum* West var. *concauum* n. var.

64. G. Karsten: Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*.

Mit Tafel XXIX.

Eingegangen am 21. December 1893.

Bei einer Untersuchung verschiedener Entwicklungsstadien der bekannten Sporangien¹⁾ von *Psilotum* erregten die in jedem der grossen Zellkerne einzeln oder mehrfach vorhandenen Nucleolen meine Aufmerksamkeit. Sie treten in kugelig oder ovaler Form meist zu 2—3 in jedem Kern auf und zeigen sich bei Färbung mit Eosin-Hämatoxylin als homogene, zart rosa gefärbte Körperchen von 2—5 μ Durchmesser

1) Cf. Beiträge zur vergl. Entw.-Gesch. der Sporangien von K. GOEBEL. Bot. Ztg. 1880, pag. 688ff.; dort die ältere Litteratur.

in den 15—30 μ Durchmesser haltenden Kernen des von zwei Schichten Tapetenzellen umgebenen sporogenen Gewebes. Die Kerne der Tapetenzellen haben eine breitgedrückte, in Richtung des Sporangienumfangs langgestreckte Form, während die Kerne des sporogenen Gewebes mehr oder weniger kugelig gestaltet sind. Im ruhenden Zustande besitzen beide ein sehr fein vertheiltes, durchweg körniges Chromatingerüst, das von Hämatoxylin lebhaft blau gefärbt wird, während das gesammte Plasma, dem die Kerne des sporogenen Complexes eingelagert sind, bei der angewandten Färbung gleich den Nucleolen zart rosa erscheint. Zellwände fehlen hier noch.

Bei der andauernden Grössenzunahme der Sporangien finden sehr zahlreiche Kernteilungen im sporogenen Complexen statt, bis die definitive Anzahl der Sporen-Mutterzellen gebildet ist. Und zwar scheint die Theilung eines beliebigen Kernes stets die nächst benachbarten zu gleichem Verhalten zu veranlassen, da man die Theilungsstadien immer gruppenweise beisammen antrifft. Die auffallende Grösse der Kerne wie die Häufigkeit ihrer Theilungen machen daher das sporogene Gewebe von *Psilotum* zu einem günstigen Objecte für Beobachtungen von Einzelheiten des Theilungsvorganges¹⁾.

Die Beschaffenheit eines in völliger Ruhe befindlichen Kernes ist auf der Tafel nicht wiedergegeben, doch kommen die beiden in Fig. 2 über und unter dem sich zur Theilung anschickenden Kerne gezeichneten Zustände dem Aussehen eines ruhenden Kernes am nächsten. Ein feinkörniges, dichtes Chromatingerüst, vom Hämatoxylin tief blau gefärbt, erfüllt den ganzen Kern gleichmässig und lässt nur die in verschiedener Anzahl vorhandenen Nucleolen als nicht gekörnt, sondern völlig homogen und dem Plasma gleich vom Eosin roth tingirt hervortreten. In dem Stadium der erwähnten zwei Kerne ist nun bereits eine gewisse Contraction des ganzen Chromatingerüstes einem ruhenden

1) Mit Bezug auf die Technik sei kurz erwähnt, dass die Mikrotomschnitte nach einem an thierischen Objecten seit langem angewandten Verfahren auf einer Schicht destillirten Wassers auf dem Objectträger ausgebreitet werden. Nach einem im Minimum etwa vier- bis fünfstündigen, besser zwölfstündigen Erwärmen auf dem Wärmeschranke, bei einer dicht unter dem Schmelzpunkte des betreffenden Paraffins liegenden Temperatur, sind die Schnitte besser als durch irgend ein Klebemittel auf dem Glase befestigt. Das Verfahren bietet einerseits beim Auflegen der Schnitte den Vortheil einer leichten Verschiebbarkeit der Paraffinbänder gegeneinander, andererseits die Möglichkeit, die Schnitte jedem beliebigen Färbungs- oder Aufhellungsmittel aussetzen zu können, ohne ihr Loslösen befürchten zu müssen. — Behandlung mit Zinksulfat, Färbung mit Hämatoxylin-Eosin, Einschluss in Glycerin nach GUIGNARD. (Nouv. études sur la fécondation. Ann. sc. nat. 7 sér. XIV, pag. 166). Fixirt waren die frischen *Psilotum*-Sporangien meist mit kochendem Sublimatalkohol 2 pCt., seltener mit 6 bis 7 procentiger wässriger Sublimatlösung nach ALTMANN. Letztere Methode lässt zwar die Nucleolen stark hervortreten, ebenso wie die Linienfäden der Theilungsstadien, lieferte aber ungenügende Bilder des Chromatingerüstes.

gegenüber eingetreten, so dass dieser letztere ein weniger dichtes, minder scharf vom Plasma unterschiedenes Bild hervorrufen würde. Die Contraction, welche auch in der Abhebung des umgebenden Plasma theilweise zum Ausdruck kommt, leitet zum Beginne der Theilung hinüber. In den Folgestadien nimmt zunächst die Erscheinung, dass das Chromatingerüst langsam ein minder feinkörniges Aussehen erlangt, die Aufmerksamkeit in Anspruch. Fig. 1, der Mittelkern in Fig. 2 und Fig. 3 stellen solche auf einander folgende Abstufungen dar. Das bisher feingekörnte, dichte Chromatingerüst zeigt eine grobe, flockige, bald darauf eine immer ausgesprochener fadenförmige Beschaffenheit. Gleichzeitig beginnt der bis dahin scharf gegen das umgebende Plasma abgegrenzte Kern die deutlichen Umrisse zu verlieren, die Kernmembran ist geschwunden, die einzelnen Elemente des Kernes liegen in einer dichteren Plasmaansammlung, die allseitig continuirlich in das benachbarte Plasma übergeht.

Bei einer Durchsicht zahlreicher Kerne, die über das Stadium der Fig. 1 nicht hinausgehen, also noch eine allseitig scharfe Begrenzung besitzen, muss es auffallen, dass die nach meinen Beobachtungen niemals fehlenden Nucleolen stets dem Rande mehr oder weniger genähert sind, ja häufig unmittelbar an der Peripherie des Kernes liegen. Wenn dann die Vorbereitungen zur Kerntheilung soweit vorgeschritten sind, dass die Kerne und Plasma scheidende Membran schwindet, so treten die Nucleolen aus den sich zusammenordnenden Chromosomen hervor in's umgebende Plasma und lassen sich hier in Form scharf umschriebener, homogener, roth gelärbter Kügelchen nachweisen. Sie werden trotz der nur sehr wenig intensiveren Färbung in dem körnigen Plasma durch ihr homogenes Aussehen und die stärkere Lichtbrechung deutlich hervorgehoben. Die Figuren 2—4 können wohl alle verschiedenen Stadien der aus den Kernen entweichenden Nucleolen zur Genüge veranschaulichen. In Fig. 4 ist der links unten gezeichnete Nucleolus aus dem benachbarten Schnitte herübergenommen, doch sind die Chromosomen nur dem einen Schnitte selbst entnommen; es würde sonst ein grösserer Zusammenhang der Fäden, eine minder scharfe Sonderung in zwei Reihen hervortreten.

Wie die Abbildungen zeigen, handelt es sich meist um zwei, an entgegengesetzten Seiten aus dem Kerne austretende Nucleolen. Die beiden rechts gelegenen Theilungsstadien in Fig. 4 besitzen nur je einen auf der einander zugekehrten Seite, doch liess sich auf der Aussenseite in den benachbarten Schnitten auch hier je ein weiterer Nucleolus nachweisen. Da vor dem Auseinanderrücken der Kernelemente hin und wieder nur ein Nucleolus, oder häufig auch mehr als zwei in den Kernen vorhanden waren, so musste man unter anderen auch Bilder mit nur einem oder mit mehr als zwei austretenden Nucleolen erwarten. Der erste Fall würde bei der Möglichkeit, dass die leicht übersehbaren

Gebilde von einem Chromosomenstückchen verdeckt sein können, nicht so viel Gewicht besitzen wie der zweite.

Obschon es mir nun nicht immer mit Sicherheit gelang, gerade zwei austretende Nucleolen zu entdecken, so konnte ich doch in keinem Falle mehr als zwei auffinden, und wenn ich auch nicht bestreiten will, dass sich bei weiteren Untersuchungen ein Austreten von mehr als zwei Nucleolen finden kann, so wird in der Regel doch entweder eine Reduction der überschüssigen Zahl durch Verschmelzung stattfinden müssen, oder es vollzieht sich eine Auflösung der übrigen Nucleolen bei der Kerntheilung, wie sie ja bisher allgemein angenommen ward.

Halten wir uns aber an die Thatsachen, so sehen wir an einander gegenüberliegenden Seiten je einen Nucleolus aus dem sich auflösenden Kerne austreten und damit zugleich die Richtung der Theilung kenntlich werden. In Fig. 2 erscheint es vielleicht unsicher, ob schon an eine deutliche Zweitheilung des Chromatingerüsts gedacht werden kann, aber in Fig. 4 ist ein Zweifel darüber nicht mehr möglich. Die hier in einiger Entfernung von den Chromosomen frei im Plasma liegenden Nucleolen scheinen geradezu die Stützpunkte für die sich sondernden Kernelemente zu bilden. Das Gleiche lässt sich von Fig. 5 und 6 sagen, welche die weiteren Fortschritte der Theilung wiedergeben. In der letztgenannten Figur ist die Spaltung der einzelnen Chromosomen schon angedeutet, sie bleiben aber noch durch eine minder dicht erscheinende Zwischensubstanz mit einander verbunden. In Fig. 7 ist die Längsspaltung der Chromosomen dagegen schon zur Ausführung gelangt, sie liegen in überaus grosser¹⁾ Anzahl immer paarweise der Länge nach nebeneinander geordnet. Gleichzeitig finden wir aber auch eine doppelte Zahl von den Gebilden vor, deren Entstehung aus den Nucleolen wir verfolgt hatten. Auf jeder Seite der in breiter Linie angeordneten Chromosomen findet man zwei homogene Körperchen von geringer Plasmanhäufung umgeben. Die Verbindungslinie der auf jeder Seite liegenden Gebilde läuft annähernd der Theilungsebene parallel. Eine geringfügige Hofbildung ist um jedes dieser Kügelchen, wie auch in den früheren Stadien wahrnehmbar. Bei einer Vergleichung der Fig. 5 sieht man nun das auf der oberen Seite gelegene Körperchen etwas in zur Theilungsebene fast paralleler Richtung verlängert und durch eine dunklere Linie in zwei in der Längsrichtung neben einander liegende Gebilde getheilt. Es wird kaum einem Zweifel unterliegen dürfen,

1) Eine exacte Zählung der Chromosomen ist mir nicht gelungen, Theilungsstadien ziehen sich bei der Grösse des Kernes durch zwei, oft durch drei benachbarte Schnitte hindurch und erschweren die Zählung auch dadurch noch. Schon STRASBURGER erwähnt die auffallend grosse Zahl der Chromosomen. Cf. Theilungsvorgänge der Zellkerne, Bonn 1882, pag. 29.

dass die in doppelter Anzahl in Fig. 7 vorhandenen, entsprechenden Körperchen von geringerer Grösse auf Theilung der beiden primären „Nucleolen“ zurückzuführen sind.

Diese Erscheinung wiederholte sich in den Präparaten stets. Die bei dem Auseinanderfallen des Kernes in's Plasma austretenden, dort deutlich nachweisbaren Nucleolen rücken je einer an jeden Pol der Kernspindel. Die „Polkörperchen“ verdoppeln sich mehr oder weniger gleichzeitig mit dem Zerfall der Chromosomen in je zwei Längshälften.

Vom Augenblicke ihres Austrittes in's Plasma verhalten sich also mit einem Worte die geschilderten „Nucleolen“ völlig so, wie die von GUIGNARD¹⁾ für die Pflanzenzellen zuerst nachgewiesenen Centrosomen. Sie lassen sich nach Behandlung mit Zinksulfat durch Eosin-Hämatoxylin mit rothem-rosa Ton färben, sie bestehen aus einem homogenen, plasmatischen Körperchen von einer derjenigen des Plasma überlegenen Lichtbrechung. Dieses Centralkörperchen ist von einem lichterem Hofe umgeben, dessen Abgrenzung gegen das übrige Plasma mir freilich niemals so scharf entgegentrat, wie GUIGNARD sie zeichnet. Die mit der Längstheilung der Chromosomen zeitlich mehr oder weniger zusammenfallende Theilung der Polkörperchen findet sich hier genau so wie bei den Centrosomen. Nur eine wirkliche Strahlung des Plasma wollte sich zunächst nicht zeigen. Als ich jedoch versuchsweise das mit Sublimatwasser fixirte Material daraufhin untersuchte, trat auch eine deutliche Strahlung hervor, die von den Chromosomen auslaufend gegen das Polkörperchen hin gerichtet war. Es kann also durchaus keinem Zweifel unterliegen, dass unsere von den in's Plasma ausgetretenen Nucleolen sich herleitenden Gebilde mit den Centrosomen GUIGNARD's übereinstimmen.

Die nächstfolgenden Entwicklungsstadien, den Beginn des Auseinanderrückens der beiden noch in Chromosomen aufgelösten Tochterkerne zeigend, lagen mir nur in sehr geringer Anzahl und in ungünstiger Weise vom Schnitt getroffen vor, so dass ich über das Verhalten der Centrosomen hier nichts auszusagen vermag. Dagegen stellt Fig. 8 den Zustand dar, in welchem die beiden Tochterkerne durch eine deutliche Zellplatte getrennt eine fadenförmige Anordnung ihrer Elemente noch hinreichend erkennen lassen. Die äussersten Flanken der langgestreckten Kerne krümmen sich von der Zellplatte fort nach hinten zusammen. In der auf der Rückseite jedes Kernes auf diese Weise entstehenden Einbuchtung sind die beiden Centrosomen in unveränderter Gestalt nachzuweisen. Bei der bedeutenden Ansammlung von Plasma in den Kerneinbuchtungen und bei der Nähe der Kerntheilchen selbst ist freilich ein sehr günstiges Zusammenfallen der Schnittrichtung mit der durch beide Tochterkerne gelegten Medianebene nothwendig, um

1) L. GUIGNARD, *Nouv. études sur la fécondation*. Ann. sc. nat. 7. sér. XIV, 1891.

die Centrosomen hier zu Gesicht zu bekommen. Der unterste Kern in Fig. 8 ist nicht in der richtigen Ebene getroffen, lässt daher die Centrosomen nicht erkennen, für den links daneben im Plasma liegenden, einem noch ungetheilten „Nucleo - Centrosomen“ ähnelnden Körper konnte eine Zugehörigkeit zu irgend einem Kerne nicht nachgewiesen werden. Es muss ungewiss bleiben, ob hier ein ausgestossener überzähliger Nucleolus vorliegt, von denen vorher die Rede war.

Das weitere, in Fig. 9 nicht sehr günstig getroffene Entwicklungsstadium lässt die fortschreitende Abrundung des Kernes wahrnehmen. Zwischen den zangenartig zusammengreifenden Zipfeln ist ein einzelnes Centrosom noch deutlich, das andere ist nicht sichtbar. Daran reiht sich dann der untere Kern in Fig. 10, der ein gleiches Körperchen in einem nur noch auf winzige Ausdehnung hin geöffneten Grübchen enthält, im Uebrigen aber in seiner Beschaffenheit dem Verhalten ruhender Kerne sehr nahe kommt. Fig. 9 stellt in der Körnelung der Kernsubstanz ein Mittelstadium zwischen Fig 8 und 10 dar.

Der zweite Kern in Fig. 10 kann zu einigem Zweifel Veranlassung geben. Das obere der beiden ihm seitlich anliegenden Körperchen freilich rührt von einem benachbarten, leicht angeschnittenen Kern her, es ist ja auch von winzigen Kernpartikeln umgeben. Das daneben liegende untere Körperchen aber müsste aus der benachbarten Lücke des Kernes entfallen sein, wozu ich eine Veranlassung nicht aufzufinden vermag. Es ist in dem Kerne noch ein weiterer Nucleolus sichtbar.

Die Entwicklungsreihe ist hiermit geschlossen, wir haben die Centrosomen, deren Ausgang aus dem Kerne beobachtet war, wieder bis zu ihrer Einschliessung in den Kern als Nucleolus verfolgen können.

Eine festere Begründung könnte die hier nach der Combination verschiedener Entwicklungsstadien aus Schnittserien vorgetragene Deutung natürlich nur durch continuirliche Beobachtung der Entwicklung am lebenden Object gewinnen. Bei dem in Frage stehenden Material ist eine solche Beobachtung natürlich ausgeschlossen, sie scheint aber sehr wohl durchführbar zu sein bei Diatomeen. Hier ist in neuester Zeit von LAUTERBORN¹⁾ die Kerntheilung in ihren Einzelheiten am lebenden Object verfolgt worden. Er fand ein einziges an einer Einbuchtung des ruhenden Kernes im Plasma liegendes Centrosom, „beim Beginn der Theilung aber zwischen Kern und Centrosom noch ein anderes Gebilde —, welches im späteren Verlauf der Karyokinese eine sehr bedeutsame Rolle spielt, nämlich die Anlage der Centralspindel. Es hat mir bis jetzt noch nicht gelingen wollen, mit aller Sicherheit die Herkunft dieses Körpers klarzulegen, doch kann derselbe nur aus dem Kern oder — vom Centrosom stammen, da im ruhenden

1) ROBERT LAUTERBORN, Ueber Bau und Kerntheilung der Diatomeen. (Vorl. Mitth. aus d. zoolog. Institut zu Heidelberg). Verh. d. Naturhist. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. V, 2.

Zustande sich nichts dergleichen wahrnehmen lässt¹⁾.“ Es muss die ausführliche Arbeit des Verfassers abgewartet werden, um Klarheit über dieses merkwürdige Gebilde zu gewinnen.

Uebrigens ist es hier nicht das erste Mal, dass aus den Kernen bei der Theilung austretende Nucleolen zur Beobachtung gelangt sind. STRASBURGER²⁾ erwähnt bereits im Jahre 1882 ähnliche Gebilde, die er anders auffasst und als Secretkörperchen bezeichnet. Es heisst dort pag. 6: „Bei genauer Betrachtung der Fig. 3 wird man noch bemerken, dass eine homogene, stark lichtbrechende Substanz sich an einer, seltener an mehreren Stellen der Kernoberfläche angesammelt hat. Sie geht nicht unmittelbar aus dem Kernkörperchen hervor, die ja schon auf vorausgehenden Stadien verschwunden waren, vielmehr repräsentirt sie, allem Anschein nach, ein Secret, das sich mit Safranin zunächst ziemlich intensiv tingiren lässt. Diese ausgesonderte, anfangs linsenförmige Masse, setzt sich immer schärfer gegen das Netzwerk des Nucleoplasma ab und zeigt von Anfang an eine periphere Lage: sie berührt die Kernwandung. Nicht selten haben Präparate dieser Entwicklungszustände in Alkohol gelitten; das Nucleoplasma hat sich ganz einseitig in der Kernhöhle zusammengezogen, und die ausgesonderte Substanz trat in mehreren Tröpfchen in das umgebende Cytoplasma.“ pag. 7: „Wäre die Entwicklungsgeschichte dieses Körperchens nicht bekannt, es müsste als Kernkörperchen ausgesprochen werden. So geschah es denn auch von TANGL, der dieses Körperchen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocallis* gesehen hat³⁾. Wir wollen dasselbe fortan als Secretkörperchen bezeichnen.“

Einen weiteren Beweis für die Secretnatur dieses zunächst für *Fritillaria persica* nachgewiesenen Körperchens habe ich nicht gefunden. Bei weiterer Ausdehnung der Untersuchungen konnte STRASBURGER es bei zahlreichen Dicotylen und Monocotylen, bei *Pinus*, *Equisetum* und *Psilotum* nachweisen. Er sagt dann pag. 30: „TANGL betrachtet die Ausstossung eines solchen Körperchens aus dem sich zur Theilung anschickenden Zellkern bei *Hemerocallis* als einen abnormen Vorgang, der sich doch nur selten einstelle; wir fanden hingegen, dass es eine constante Erscheinung nicht nur in allen Pollenmutterzellen von *Hemerocallis*, sondern auch in allen anderen von uns bisher untersuchten Pollenmutterzellen von Angiospermen und Gymnospermen, ja selbst den Sporenmutterzellen ist.“ Obschon ich kaum annehmen möchte, dass

1) l. c. pag. 14 d. S. A.

2) E. STRASBURGER, Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne etc. Bonn 1882. Herr Professor A. FISCHER hatte die Freundlichkeit, mich auf diese Angaben von STRASBURGER aufmerksam zu machen.

3) Der Kern und die Zelltheilung bei der Bildung des Pollens von *Hemerocallis fulva* L. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. zu Wien 1882. Sep.-Abdr. pag. 2, citirt nach STRASBURGER.

es sich in allen hier angeführten Fällen wirklich um übereinstimmende Verhältnisse handelt, zeigen doch einzelne der Figuren STRASBURGER's eine gewisse Aehnlichkeit mit meinen Befunden. Zum Theil scheint mir freilich auch die Bemerkung STRASBURGER's zuzutreffen, dass einige der Präparate bei der Behandlung gelitten haben dürften.

Sollte aber, wie mir nach den vorgeführten Untersuchungen STRASBURGER's nicht zweifelhaft scheint, ein ähnliches Verhalten von Nucleolen, wie es hier für *Psilotum* festgestellt werden konnte, weiter verbreitet sein¹⁾, und sollten sich für sie ähnliche Beziehungen zu den Centrosomen fernerhin ergeben, so wäre damit nachgewiesen, dass die Polkörperchen auch bei höheren Pflanzen nicht auf die schematische Regelmässigkeit beschränkt sind, die ihnen nach den Zeichnungen in der bekannten, grundlegenden Arbeit GUIGNARD's zuzukommen schien.

Von allgemeinerem Interesse ist eine andere Frage, die hier anzuknüpfen hat und die jüngst von O. HERTWIG²⁾ folgendermassen formulirt worden ist: „Sind die Polkörperchen als permanente Zellorgane zum Protoplasma hinzuzurechnen, sind sie während der Ruhe dauernd in dasselbe eingeschlossen und treten sie nur während der Theilung zum Kern in eine Wechselbeziehung, oder lassen sich die Polkörperchen als besondere Elementartheile des Kernes betrachten, wie die Kernsegmente, Spindelfasern, Nucleolen u. s. w. In letzterem Falle müssten sie während der Ruhe in dem Kern selbst eingeschlossen sein und nur während der Theilung sich zum Protoplasma in Beziehung setzen.“

Die Beantwortung der Frage ist hier in diesem Aufsätze eine der allgemein angenommenen und schon zu weittragenden Theorien verwertheten entgegengesetzte. Es wird sich darum handeln, jetzt die Umwandlung der in den jungen Kern eingeschlossenen Centrosomen weiter zu verfolgen, das Auftreten zahlreicher „Nucleolen“, das Austreten von nur zwei „Polkörperchen“ bei erneuerter Theilung zu erklären.

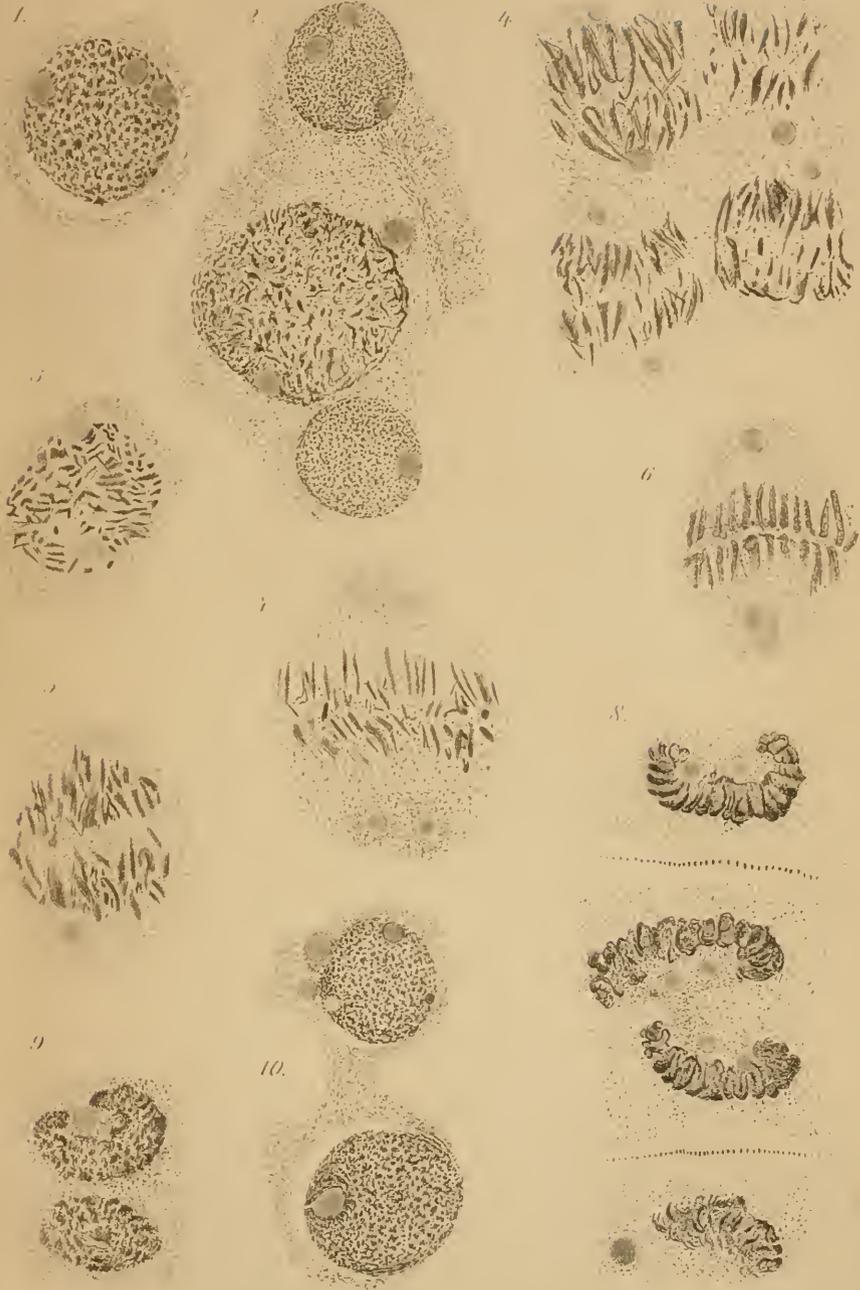
Erklärung der Abbildungen.

Kerne aus dem sporogenen Gewebe von *Psilotum*.

- Fig. 1—3. Uebergang aus der Ruhe in den Theilungszustand. Nucleolen am Rande. Vergr. 1500.
 „ 4—6. Beginn der Chromosomenbildung. Vergr. 1000.
 „ 7. Spaltung der Chromosomen. Verdoppelung der „Nucleo-Centrosomen“. Vergr. 1500.
 „ 8—10. Einschliessung der „Nucleo-Centrosomen“ in die jungen Tochterkerne. Fig. 8 Vergr. 1500. Fig. 9 und 10 Vergr. 1000.

1) Nachtr. Anm. cf. hierzu die inzwischen erschienene Arbeit von A. ZIMMERMANN, Ueber das Verhalten der Nucleolen während der Karyokinese. Beitr. zur Morph. u. Phys. d. Pflanzenzelle II, 1. Tübingen 1893.

2) Die Zelle und die Gewebe. Jena 1893, pag. 164.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Karsten George

Artikel/Article: [Ueber Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei *Psilotum triquetrum*. 555-562](#)