

37. William C. Stevens: Ueber Chromosomentheilung bei der Sporenbildung der Farne.

Mit Tafel XV.

Eingegangen am 23. October 1898.

Die neueren Untersuchungen über Chromosomentheilung haben erwiesen, dass eine Längsspaltung bei dem ersten und zweiten Theilungsschritt der Pollenmutterzellen und im Embryosack stattfindet, und dass keine Reductionstheilung vorhanden ist. Die Ergebnisse von SARGANT¹⁾ und von STRASBURGER und MOTTIER²⁾ lauten hierin übereinstimmend.

SCHAFFNER³⁾ aber giebt an, dass eine Reductionstheilung während des ersten Theilungsschrittes im Embryosack stattfindet, und BELAJEFF⁴⁾ ist der Meinung, dass eine transversale Trennung der Chromosomen während des zweiten Theilungsschrittes der Pollenmutterzellen geschieht. Bei den Farnen soll nach GARY N. CALKINS⁵⁾ eine Längsspaltung der Chromosomen sich bei der ersten Theilung, hingegen nur eine transversale Trennung bei der zweiten Theilung der Sporenmutterzellen vollziehen.

Wegen der abweichenden Angaben für Phanerogamen und Farne betreffs der Chromosomentheilung habe ich, auf Veranlassung von Professor STRASBURGER, die Vorgänge bei den Farnen untersucht.

Das Material zu dieser Untersuchung haben mir *Scolopendrium vulgare*, *Cystopteris fragilis* und *Pteris aquilina* geliefert; es wurde während der ersten warmen Stunden des Tages oder gleich nach einem Regen gesammelt, da Theilungsstadien sich zu solchen Zeiten erwarten liessen. Das Material wurde jedesmal in möglichst kleine Stücke zertheilt, eben noch gross genug, um noch unverletzte Sporangien tragen zu können, und alsbald in die Fixirungsflüssigkeiten gelegt.

1) ETHEL SARGANT, The formation of the Sexual Nuclei in *Lilium Martagon*. Ann. of Bot., X, p. 453, 1896, und XI, p. 187, 1897.

2) EDUARD STRASBURGER und DAVID M. MOTTIER, Ueber den zweiten Theilungsschritt in Pollenmutterzellen. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XV, S. 327, 1897. Und DAVID M. MOTTIER, Ueber das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks, und die Vorgänge bei der Befruchtung. Insugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde. Bonn, 1897.

3) JOHN H. SCHAFFNER, The Division of the Macrospore Nucleus. The Botanical Gazette, Vol. XXIII, No. 6, 1897.

4) WL. BELAJEFF, Ueber die Reductionstheilung des Pflanzenkernes. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XVI, Heft 2, 1898.

5) GARY N. CALKINS, Chromatin-reduction and Tetrad-formation in Pteridophytes, Bulletin of the Torrey Botanical Club, Vol. 24, Nr. 3, 1897.

Als Fixierungsmittel diente die FLEMMING'sche Flüssigkeit, wie sie Dr. MOTTIER¹⁾ angewandt hat, mit einer gleichen Menge destillirten Wassers verdünnt, dann das HERMANN'sche Gemisch, und auch das Alkohol-Sublimat-Chloroform-Gemisch, welches CARNOY und LEBRUN²⁾ empfohlen haben.

Die besten Erfolge wurden mit dem kalten verdünnten, sowie auch mit dem zum Sieden gebrachten FLEMMING'schen Gemisch erzielt. Ich füllte dieses Gemisch bis auf 4 *cm* Höhe in ein langes Reagirglas, brachte das Material hinein und verschloss dicht den Tubus. Dann versenkte ich den Tubus in einen Becher mit siedendem Wasser. Nach drei Minuten begann das Gemisch zu kochen und wurde sogleich aus dem Wasser herausgehoben. Da der obere Theil des Tubus aus dem kochenden Wasser herausragte blieb er etwas kühler, so dass der Dampf des Gemisches sich in ihm verdichtete und die Concentration des Gemisches sich somit nicht veränderte. Ich tauchte den Tubus hierauf in kaltes Wasser ein; das Material sank unter, sobald ich den Pfropfen entfernte.

Das im kalten FLEMMING'schen Gemisch zu fixirende Material, wurde zuerst in 0,5 procentige Chromsäure gebracht, der ich durch eine Wasserstrahlluftpumpe die Luft entzog. Dann wurde die Chromsäure durch das FLEMMING'sche Fixierungsmittel rasch ersetzt. Der leichten Flüchtigkeit der Osmiumsäure wegen durfte das FLEMMING'sche Gemisch nicht ausgepumpt werden.

Nach beendeter Fixirung wusch ich das Material aus, entwässerte es und trug es in gewohnter Weise in Chloroform-Paraffin über.

Die in reinem Paraffin von 52° Schmelzpunkt eingebetteten Objecte wurden in 5 μ dicke Schnitte zerlegt, und die auf dem Objectträger aufgeklebten Schnitte mittelst der FLEMMING'schen dreifachen Methode, wie sie im Bonner botanischen Institut üblich ist und durch zahlreiche Arbeiter dort in mannigfaltiger Anwendung erprobt wurde, gefärbt.

Eisenalaun-Hämatoxylin wurde auch angewandt, aber die besten Erfolge lieferte die Dreifarbenmethode.

Die Vorgänge, die, meinen Präparaten nach, bei der ersten und zweiten Theilung der Sporenmutterzellen sich vollziehen, will ich jetzt zu schildern versuchen.

Aus dem ursprünglichen Archesporium gehen 16 Sporenmutterzellen hervor, deren eine in Fig. 1 (Taf. XV) dargestellt ist. Der Chromatinknäuel der Sporenmutterzelle wird dicker (Fig. 2), und zu der Zeit, wo

1) DAVID M. MOTTIER, Beiträge zur Kenntniss der Kerntheilung in den Pollenmutterzellen einiger Dicotylen und Monocotylen, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXX, Heft 2.

2) CARNOY et LEBRUN, Fécondation chez l'*Ascaris megaloccephala*, 1897.

er durch Quertheilung in die einzelnen Chromosomen zerfällt, erfolgt seine Längsspaltung (Fig. 3).

Die Chromosomen des ersten Theilungsschrittes sind kurz und dick (Fig. 5—6) und unterscheiden sich in dieser Beziehung von denjenigen der vegetativen Theilung, wie ein Vergleich mit den Chromosomen der Kernplatte der Archesporzelle (Fig. 7) beweist.

In Polansicht der Mutterzellkernplatte, wenn man alle Schnitte einer Mutterzelle durchmustert, kann man feststellen, dass die Zahl der Chromosomen mit grosser Wahrscheinlichkeit 32 beträgt, während die Zählung in vegetativen Kernplatten in der gleichen Polansicht 64 Chromosomen zu ergeben pflegt. Es kann also kein Zweifel bestehen, dass eine numerische Reduction der Chromosomen während der Prophasen der ersten Theilung der Mutterzelle erfolgt.

In dem nunmehr folgenden Vorgang der Trennung der Tochterchromosomen lassen sich zwei Typen unterscheiden, je nachdem diese Trennung in der Mitte oder an den Enden beginnt (Fig. 4).

Zu der Zeit, wo die Chromosomen sich in der Aequatorialebene anordnen, nimmt das kinoplasmatische Fadensystem vielfach fast die ganze Zelle ein (Fig. 6), während das Trophoplasma sehr reducirt ist.

Die ringförmigen Chromosomen, die man beobachtet, stellen nur eine schon im Knäuelstadium begonnene Trennung der Tochterchromosomen dar. Mit Vierergruppen im Sinne v. RATH's¹⁾ haben sie nichts zu thun, denn eine Quertheilung der Chromosomen findet nicht statt.

Während die Tochterchromosomen an den Polen anlangen, drängen sie sich zu einem Ballen zusammen, in dem man die einzelnen Chromosomen nicht mehr unterscheiden kann (Fig. 8). Dann bildet sich ein lockerer Knäuel aus, in welchem die Chromosomen zu einem langen, dicken, zusammengelegten Faden vereinigt erscheinen (Fig. 9 und 10).

Aus CALKINS' Angaben hingegen würde hervorgehen, dass die Tochterchromosomen des ersten Theilungsschrittes in den Tochterkernen nicht verschmelzen, sondern dass sie ohne zu verschmelzen eine Quertheilung erfahren, dass also eine Reductionstheilung vorliegt. Nach meinen Präparaten scheint es aber, dass eine Längsspaltung der verschmolzenen Chromosomen schon vor ihrer weiteren Theilung in einzelne Chromosomen erfolgt.

Während der zweiten Prophasen erkennt man, was die Figuren 9 und 10 zeigen, dass eine Längsspaltung stattgefunden hat, die aber nicht ununterbrochen durch den ganzen Faden verläuft.

In späteren Stadien ist zu sehen, dass der Tochterknäuel sich in

1) v. RATH, Zur Kenntniss der Spermatogenese von *Grylotalpa vulgaris* Latr., Archiv für wissenschaft. Anatomie, Bd. 40, S. 102, 1892.

Chromosomen zerlegt, die aus zwei Segmenten bestehen (Fig. 11 und 12). Die Annahme, dass eine Längsspaltung wirklich vorliegt, wird durch einen Vergleich mit den Figuren 13 und 14 gestützt, welche die zweite Anaphase darstellen. Da sind die Chromosomen nur halb so dick wie der dicke Faden, den sie zuvor zusammen in Fig. 9 und 10 bildeten.

U-förmige Chromosomen, wie Fig. 11 ein solches zeigt, stellen, aller Wahrscheinlichkeit nach, zwei an einander liegende dar, die bei der Quertheilung des Kernfadens auf einander folgten.

Dass die Chromosomen der zweiten Anaphase stäbchenförmig sind, geht aus Figur 11—13 hervor. Man muss stets sehr viele Präparate durchmustern, um die zweiten Anaphasen zu finden, und es scheint daraus hervorzugehen, dass der zweite Theilungsschritt sehr rasch verläuft.

Wenn die Chromosomen des zweiten Theilungsschrittes an den Polen angelangt sind, gehen sie alsbald in das Chromatingerüst der ruhenden Enkelkerne über; die Verbindungsfäden aber bleiben eine Zeit lang, nachdem die Zellplatte gebildet ist, noch bestehen.

Kurz zusammengefasst spielen sich die Vorgänge der ersten und zweiten Theilungsschritte in den Sporenmutterzellen der Farne folgenderweise ab: Der Kernfaden der Sporenmutterzelle theilt sich der Länge nach und segmentirt sich in eine reducirte Zahl von Chromosomen. Die Tochterchromosomen sind kurz und dick und liefern durch Umbiegung Bilder, die an Vierergruppen erinnern, ohne dass in ihnen aber eine Quertheilung erfolgt. Die Tochterchromosomen beginnen sich bald an den Enden, bald in der Mitte zu trennen und so Doppelstäbchen oder ringförmige Chromosomen zu bilden. Nach vollendeter Trennung sammeln sich die Tochterchromosomen an den Polen und verschmelzen dort zu einem einzigen Kernfaden. Dann erfährt dieser Faden eine Längsspaltung und Quertheilung, wie bei dem ersten Theilungsschritte.

Es folgt daraus, dass beide Theilungsschritte in der Sporenmutterzelle Aequationstheilungen sind und dass eine Reductionstheilung nicht stattfindet.

CALKINS (l. c.) giebt hingegen an, dass der zweite Theilungsschritt in den Sporenmutterzellen der Farne auf einer Quertheilung beruhe. Es scheint mir aber diese Vorstellung nicht einmal aus seinen Abbildungen zu folgen. Die CALKINS'schen Figuren weisen die Prophase des zweiten Theilungsschrittes überhaupt nicht auf. CALKINS schliesst aber aus der langgestreckten Form der Chromosomen in der zweiten Anaphase auf eine Längsstreckung und eine Quertheilung der durch Längstheilung des ersten Theilungsschrittes entstandenen Tochterchromosomen. Aus meinen Präparaten geht hingegen sicher hervor, nicht nur, dass die Tochterchromosomen des ersten Theilungsschrittes zu einem continuirlichen Faden verschmelzen, sondern

dass auch in diesem, bevor er sich wieder in einzelne Chromosomen trennt, eine Längsspaltung erfolgt.

Freilich muss zugegeben werden, dass wegen der Kleinheit und des complicirten Aufbaues dieses Objectes nur ein relativer Grad von Sicherheit in den Einzelheiten sich erlangen lässt. Die Hauptthatsache scheint mir aber sicher, dass nämlich weder während des ersten, noch des zweiten Theilungsschrittes in den Farnsporenmutterzellen eine Reductionstheilung erfolgt.

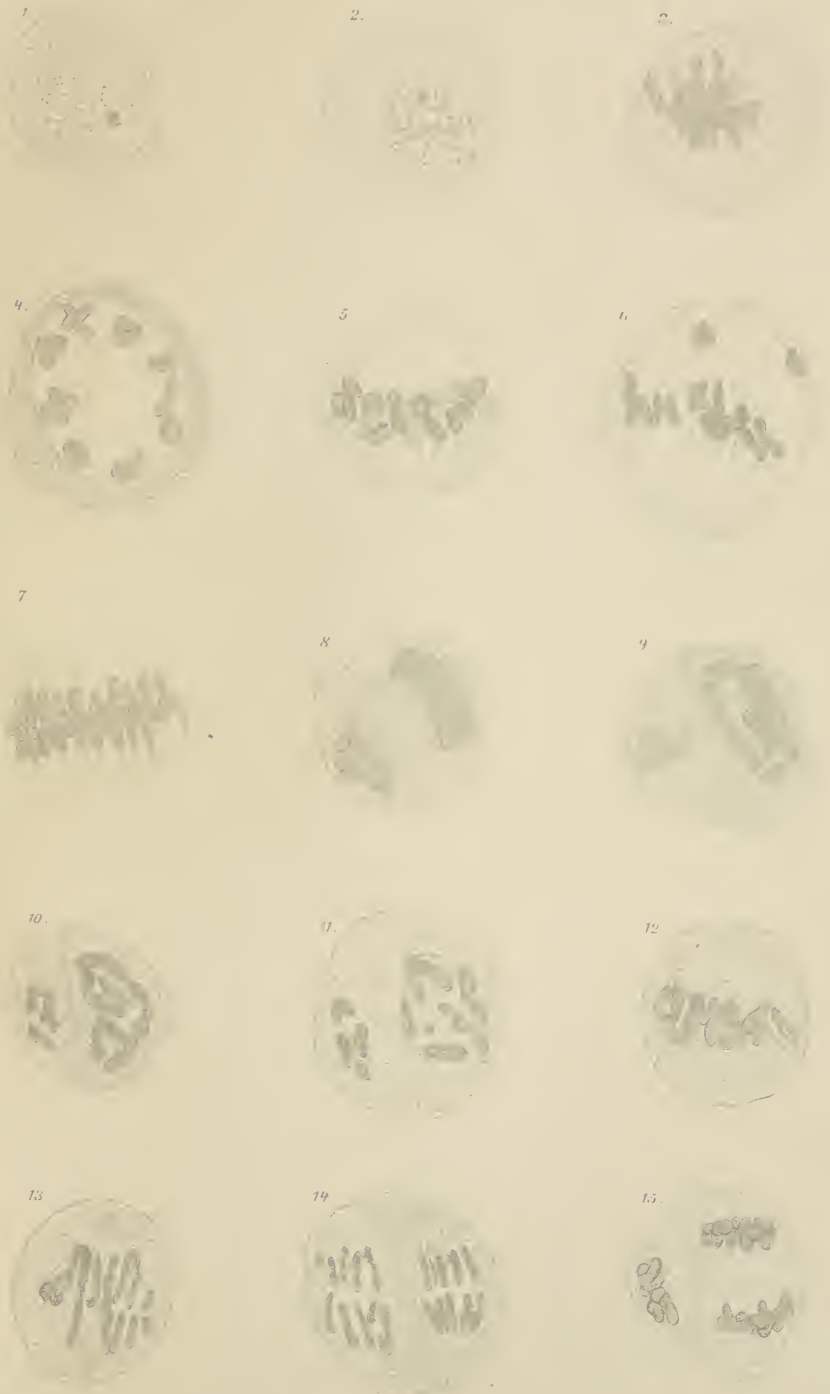
Ich habe mir alle Mühe gegeben Centrosomen zu finden, habe mich aber von ihrem Vorhandensein nicht überzeugen können. Auch multipolare Spindelanlagen lagen in meinem Object nicht vor.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit Hilfe der ABBÉ'schen Camera lucida und mit dem ZEISS'schen Apochromat-Objectiv 2 mm und dem Ocular 12 gezeichnet.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Scolopendrium vulgare* und sind 1750 mal vergrößert.

- Fig. 1. Sporenmutterzelle, ruhend.
 „ 2. Ein etwas späteres Stadium wie Fig. 1.
 „ 3. Ein noch späteres Entwicklungsstadium wie Fig. 2. An einigen Stellen kann man sehen, dass der dicke Kernfaden der Länge nach gespalten ist.
 „ 4. Kernplatte der Sporenmutterzelle in Polansicht.
 „ 5 und 6. Kernplatte der Sporenmutterzelle in Aequatorialansicht.
 „ 7. Kernplatte der Archesporzelle. Vegetative Theilung.
 „ 8. Die erste Theilung der Sporenmutterzelle ist fast fertig. Chromosomen an den Polen angelangt.
 „ 9 und 10. Die Chromosomen sind zum Knäuel der Tochterkernanlage verschmolzen. Eine Längsspaltung des dicken Fadens ist schon vollzogen.
 „ 11. Der Tochterknäuel ist in Chromosomen zerlegt. Man kann sehen, dass einige aus zwei Segmenten bestehen.
 „ 12. Kernplatte des zweiten Theilungsschrittes in Aequatorialansicht.
 „ 13 und 14. Anaphasen des zweiten Theilungsschrittes.
 „ 15. Die Chromosomen des zweiten Theilungsschrittes an den Polen angelangt. Einige Verbindungsfäden sind noch erhalten.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Stevens William C.

Artikel/Article: [Ueber Chromosomentheilung bei der Sporenbildung der Farne. 261-265](#)