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

die durch innere oder äussere ungünstige Verhältnisse schwächer gerathene Pflanze diesen Mangel im Kampf um's Dasein dadurch zu compensiren sucht, dass sie der Vernichtung durch Thiere weniger ausgesetzt ist. Die kieselsäurereichen Pflanzen werden weniger gern gefressen und schlechter verdaut, wie fette Exemplare.

Worauf die Differenzen der übrigen unverbrennlichen Bestandtheile beruhen, dafür lassen sich um so weniger Anhaltspunkte angeben, als die Funktionen derselben noch viel zu wenig bekannt sind. Im Ganzen genommen stellt sich die Analyse der Körner, noch mehr diejenigen der Spindel entgrannter Aehren dar als eine solche von Pflanzen, welche eine etwas weniger kräftige Entwicklung erfahren haben, als die Pflanze derselben Art mit normalen Aehren.

(Fortsetzung folgt.)

Histologische Studien an Vegetationspunkten.

Von
A. C. Hof.

Mit 2 Tafeln.*)

(Schluss.)

Nachdem der Dyaster vollständig ausgebildet ist, bemerkt man auf den die Tochterchromosomen verbindenden Spindelfasern eine im successiven Vordringen begriffene, mit Gentiana-Violett sich intensiv blau färbende, körnige Substanz, welche in Gestalt zweier im Durchschnitt bandförmiger, dunkler, als das übrige Kinoplasma sich tingirender Streifen von den Polen her nach dem Aequator der Spindel vorrückt und hier, wie ich annehmen möchte, das Material zur Anlage der Zellplatte liefert.

Mit fortschreitendem Wachsthum der Zellplatte verschwinden die centralgelagerten Kinoplasmafäden mehr und mehr, hingegen verstärken sich die peripherisch liegenden Spindelfasern beträchtlich: die Zellplatte wächst nun an ihren Rändern allein. Hat die Zellplatte allseitig die Wandung der Mutterzelle erreicht, so werden die noch spärlich vorhandenen Verbindungsfäden gänzlich eingezogen; an ihrer Stelle entwickelt sich ein dem übrigen Plasma völlig gleiches alveolenreiches Cytoplasma.

Unterdessen haben sich aus den Chromosomen des Dyasters beiderseits die Tochterknäuelstadien gebildet; dieser Vorgang schreitet fort und führt schliesslich zur Ausbildung zweier mit dem netzartigen Chromatingerüst ruhender Kerne versehener Tochterkerne. (Fig. 10, Taf. II.)

Die sich schon sehr früh im Inneren der neugebildeten Kerne ansammelnde Nukleolarsubstanz ist meist an derjenigen

*) Die Tafeln liegen einer der nächsten Nummern bei.

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

Seite des Kerns eingelagert, an welcher vorher die Verbindungsfäden angesetzt hatten.

Es sei hierbei noch einer, im Stadium des Dispirems häufigen Erscheinung gedacht. Es zeigen nämlich solche Tochterkerne, welche eben fertig gebildet sind, häufig im Faden die Andeutung einer Längsspaltung. Die Tochterkerne bieten alsdann ein ähnliches Bild dar, wie es in Fig. 5, Taf. II für den längsgespaltenen Kernfaden der Prophase vorliegt, nur mit dem Unterschied, dass die neugebildeten Tochterkerne noch nicht den Umfang des ausgewachsenen Kernes aufweisen, sowie, dass der Verlauf des Chromatinfadens in beiden Fällen ein anderer ist. (Fig. 9, Taf. II.)

Welche Bedeutung dieser Erscheinung zukommt, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben; es ist jedoch wahrscheinlich, dass — bei der raschen Aufeinanderfolge der Theilungen im meristematischen Gewebe — diese im Dispirem andeutungsweise auftretende Längsspaltung nicht eine secundäre, der Anaphase angehörige, sondern die schon sehr früh sich geltend machende Neigung zur Längsspaltung der Prophase der nächstfolgenden Kerntheilung ist.

Vicia Faba.

Die Kern- und Zelltheilungsphasen in der wachsenden Wurzelspitze dieser Pflanze verlaufen, selbst bis auf die Einzelheiten, in ganz derselben Weise, wie es eben ausführlich für die entsprechenden Vorgänge in der Wurzel von *Ephedra major* geschildert wurde. Was im Besonderen die Ausbildung der vegetativen Spindel bei *Vicia Faba* anlangt, so verläuft auch dieser Vorgang in vollständiger Uebereinstimmung mit den Befunden bei *Ephedra*. Nur kommen hier neben scharf bipolaren, beiderseits gleichgestalteten Spindel-Anlagen (Fig. 12, Taf. II), monaxial-multipolare, als primäre Erscheinung, vor (Fig. 14, Taf. II); sowie auch solche Pol-Kappen, die nach beiden Seiten ungleich entwickelt sind. (Fig. 13, Taf. II.)

Pteris sp.

Die Karyokinese im vegetativen Gewebe der untersuchten *Pteridophyten* zeigt in ihrem ganzen Verlaufe volle Uebereinstimmung mit den oben geschilderten Objecten.

Bei den *Pteris*-Arten kommen neben scharf bipolaren, auch monaxial-multipolare Spindel-Anlagen vor. Fig. 15, Taf. II stellt die monaxial-multipolare Pol-Kappen-Anlage von *Pteris flabellata* dar; die bipolare Spindel-Anlage dieser Pflanze gleicht ganz den entsprechenden Bildern bei *Ephedra*.

Bei allen von mir untersuchten Wurzelmeristemen gelang auf keiner Phase der Kerntheilung, weder bei Anwendung der Flemming'schen Safranin-Gentiana-Violett-Orange-Tinktions-Methode, noch mit Hilfe des für diesen Zweck ausdrücklich ganz neuerdings empfohlenen Biondi-Guignard'schen Farbgemisches der Nachweis individualisirter Centrosomen.

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

Bemerkungen zu Belajeff's Angaben über die vegetative Theilung.[1])

In dem angeführten Aufsatze versucht Belajeff — entgegen den Angaben Strasburger-Mottier's[2]) — die Begründung einer morphologisch nachweisbaren Reductionstheilung in den Pollenmutterzellen.

Er stützt seine Auffassung auch durch die Vorstellung, welche er sich über den Theilungs-Typus vegetativer Kerne gebildet hat und macht den Autoren, welche eine Reductionstheilung nicht nachweisen konnten, den Vorwurf, „sie hätten ihre Beobachtungsergebnisse nicht erschöpfend ausnützen können, in Folge der bisherigen ungenauen Vorstellungen über die Form der Chromosomen bei der vegetativen Kerntheilung."

Was die Beobachtungen Strasburger's, die vegetative Theilung im protoplasmatischen Wandbeleg des Embryosacks bei *Lilium*, *Fritillaria*, *Galanthus* etc. betreffend anlangt, so vermuthet Belajeff, dass derselbe, infolge der für diese Zwecke wenig günstigen Objecte, sich in seinen Angaben getäuscht haben müsste.

„Dies — so fährt Belajeff fort — ist auch die Veranlassung, dass Strasburger irrthümlicher Weise fortwährend angiebt, dass die Chromosomen zwei ungleich lange Schenkel haben; die längeren Schenkel der Chromosomen strecken sich im Stadium des Muttersterns in der Richtung der Pole, die kürzeren liegen in der Aequatorialebene der Kernspindel."

Belajeff giebt nun auf Grund seiner Beobachtungen, die er bei *Picea* (sich theilender Kern der befruchteten Eizelle), *Fritillaria* (Kerne des Embryosack-Wandbelegs), sowie bei den Kernen der Wurzelspitzen von *Lilium*, *Pisum*, *Faba*, *Ephedra* etc. angestellt hat, an, dass der vegetative Kerntheilungs-Vorgang folgendermassen verlaufe:

„Die Chromosomen bilden im Stadium des Muttersterns zwei Reihen, wobei entweder die beiden Chromosomenzweige in einer Reihe liegen, oder aber ein Zweig liegt in der einen, und der andere in der anderen Reihe, oder endlich ein Zweig befindet sich in einer Reihe, während der andere in der Aequatorialebene der Spindel liegt.

Vor den ersten Stadien des Auseinandergehens der Chromosomen hat es den Anschein, als wenn der achromatische Faden an der Befestigungsstelle der Chromosomen zerreisst. Seine beiden Hälften ziehen, sich verkürzend, die beiden Hälften der schon im Knäuelstadium gespaltenen Chromosomen nach den Polen der Spindel. Die Trennung dieser beiden Tochterchromosomen beginnt an der Stelle, wo sie am Achromatinfaden befestigt sind und setzt sich allmählich zu den freien Enden der Mutterchromo-

---

[1]) Vergl. hierzu: Belajeff, Wl., Ueber die Reductionstheilung des Pflanzenkernes (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. XVI. Heft 2. 1898.)

[2]) Strasburger, E., Mottier, D., Ueber den zweiten Theilungsschritt in Pollenmutterzellen. (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Band XV. Heft 6. 1897.)

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

somen fort. Schliesslich bildet sich eine rhombenförmige Figur in dem Augenblicke, in welchem die Tochterchromosomen in ihren äquatorialen Enden noch mit einander verbunden sind. Bald darauf gehen die U-förmigen Tochtersegmente auseinander und bilden an den beiden Polen der Kernspindel Tochtersterne."

So weit die Ausführungen Belajeff's.

Meine diesbezüglichen Beobachtungen haben mich zu einer abweichenden Auffassung über den vegetativen Theilungsvorgang geführt, dieselbe steht mit den Belajeff'schen Angaben nicht völlig im Einklang.

Der Zufall fügte es, dass ich die Belajeff'schen Angaben — so weit sie die vegetative Karyokinese betreffen — z. T. sogar an denselben von ihm studirten Objecten, an den Wurzelspitzen von *Faba* und *Ephedra* nachprüfen konnte.

Nach meinen Beobachtungen ist der Verlauf des vegetativen Theilungsvorgangs dieser:

Die Chromosomen, im Stadium des Muttersterns, haben meist die Gestalt J-förmiger Fäden, besitzen somit nicht gleich lange, sondern ungleich lange Schenkel. Doch sind auch U-förmige Chromosomen, mit annähernd gliech langen Schenkeln nicht ganz ausgeschlossen. Dass die Schenkel gleich lang sein müssen und in der Mitte ihrer Länge inserirt, trifft hingegen sicher nicht zu. Das Gegentheil ist weit häufiger.

Die Mutterchromosomen zeigen meist meridionale Anordnung des längeren, äquatoriale des kürzeren Schenkels.

Die J- bezw. U-förmigen Segmente sind stets an der Umbiegungsstelle an den Zugfasern befestigt; manche setzen fast an ihren Enden an die Zugfasern an. Nachdem die Längsspaltung vollzogen ist, erfolgt das Auseinanderweichen der Tochterchromosomen, und zwar findet — wie allgemein bekannt — die Trennung der Tochtersegmente zuerst an der Stelle statt, wo sie an den Zugfasern befestigt sind; diese Trennung setzt sich dann bis zu den freien Enden fort.

Schlussbetrachtungen.

Zum Schlusse seien mir noch einige vergleichend-cytologischen Bemerkungen, die Spindelbildung im Pflanzenreich betreffend, so weit zum wenigsten als unsere jetzige Kenntniss dieser Vorgänge reicht, gestattet.

Die Fragestellung auf diesem Gebiet hat sich ja gerade im letzten Jahre durch das in den Cytologischen Studien niedergelegte Material sehr wesentlich geändert; Mottier[1]) stellt dort den Satz auf, dass „wir im Pflanzenreich zwei wohlbegrenzte Typen von Spindelbildung haben, die wir vorläufig als Thallophyten- und Cormophyten-Typus bezeichnen wollen". Die Annahme zweier solcher Typen kann auch nach dem gegenwärtigen Stand der Frage zu Recht bestehen bleiben. Mottier will hierdurch kurz unterscheiden, einerseits die thallophyte, mit der Ausbildung

[1]) l. c. p. 29 und 30.

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

individualisirter kinetischer Centren (Centrosomen) im Connex stehende Spindelbildung, von der primär-multipolaren Spindelanlage, wie sie den generativen Zellen — soweit bis jetzt die Erfahrung reicht — allgemein zuzukommen scheint.

Die entsprechenden Vorgänge im vegetativen Gewebe waren damals nicht hinreichend bekannt, und ich hatte es daher unternommen, gerade diese Frage eingehender zu studiren.

Aehnliche Untersuchungen sind inzwischen auch von Němec veröffentlicht worden.

Ich hoffe, durch diese Untersuchungen einige weitere Thatsachen zur Förderung der Aufgaben geliefert zu haben.

Es ergiebt sich, so scheint mir, aus den bisherigen Untersuchungen, dass ein principieller Unterschied zwischen den multipolaren und bipolaren Anlagen der Kernspindel nicht gegeben ist, beide Vorgänge sind durch die monaxial-multipolaren mit einander vereint.

In diesem Sinne kann also die ohne Centrosomen sich vollziehende Bildung der Kernspindeln der Cormophyten, der mit Centrosomen — soweit solche nachgewiesen — sich vollziehenden bei den Thallophyten gegenüber gestellt werden.

Bonn, 25. Juli 1898.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind alle — mit Ausnahme der Fig. 2, Taf. I, welche vermittelst des einfachen Prismas gezeichnet worden ist — mit Hilfe des Abbé'schen Zeichenapparates gezeichnet. Sämmtliche Schnitte gehören der Wurzel an.

Tafel I.

Fig. 1—3.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch den Vegetationskegel der Wurzel von *Pteris gigantea*. — Vergr. Apochromat 4 mm von Seibert, Okular I von Leitz.

„ 2. Querschnitt durch den Scheitel der Wurzel von *Pteris gigantea*; die Vertheilung der Vakuolen in der Scheitelzelle und den ihr nächst angrenzenden Segmenten zeigend. Vergr. Homog. Immers. $\frac{1}{16}$: Okular I (Leitz).

„ 3. Zellenzüge aus dem Wurzelscheitel von *Ephedra major*. Längsschnitt. Die Entstehung der Vakuolen zeigend, die oberste Zellreihe gehört dem Urmeristem, alle übrigen dem Periblem an; in dem Cytoplasma der Urmeristem-Zellen sind zahlreiche extranukleare Nukleolen vorhanden. Vergr. $\frac{1}{16}$: III.

Tafel II.

Fig. 4. *Ephedra major*. Ruhender Kern aus dem Urmeristem. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 4a. *Ephedra major*. Ruhender Kern aus dem Vasalparenchym. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 5. *Ephedra major*. Längsspaltung des Kernfadens, die Kernwandung ist noch unverändert vorhanden. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 6. Bipolare Spindel-Anlage von *Ephedra major*. Die Kernwandung ist noch deutlich vorhanden, die Nukleolen sind nahe den Pol-Kappen angeordnet, der Kernfaden ist bereits segmentirt. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

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

„ 7. Kern der Wurzelhaube von *Ephedra major*. Bipolare Spindel-Anlage; die Kernwandung zeigt wellige Umrisse; die Spindelfasern dringen in die Kernhöhle vor, um sich an den Segmenten zu befestigen. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 8. *Ephedra major*. Kernplatte; die Chromosomen sind mit ihren längeren Schenkeln meridional, mit ihren kürzeren aequatorial angeordnet; monaxial-multipolare Spindel, in secundärer Ausbildung. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 9. *Ephedra major*. Dispirem; die neugebildeten Kerne haben noch nicht die Grösse ruhender Kerne erreicht. Sie zeigen die Neigung zur Längsspaltung des Chromatins, namentlich der untere Kern an den beiden ausgeführten Stellen. Die Nukleolen liegen derjenigen Seite der Kernwandung zugekehrt, wo vorher die Verbindungsfäden ausgespannt waren. Das Cytoplasma zeigt ausgeprägt wabigen Ban. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 10. *Ephedra major*. Neugebildete Tochterkerne; dieselben haben noch elliptische Gestalt: ihre Nukleolen liegen der neugebildeten Zellwand zugekehrt. Das Kerngerüst zeigt bereits das charakteristische netzartige Aussehen ruhender Kerne. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 11. *Vicia Faba*. Meristemzelle, nahe dem Vegetationspunkt; das Chromatin, im Stadium des Spirems, ist etwas schematisirt. Bipolare Spindel-Anlage; der Nukleolus ist gänzlich geschwunden. Vergrösserung $\frac{1}{16}$: IV.

„ 12. *Vicia Faba*. Spirem; Verschmelzungsbild des Chromatins. Bipolare Spindel. Einzelne Kinoplasmafäden laufen von den Polen nach dem Alveolar-Plasma aus. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 13. *Vicia Faba* Procambiumzelle; bipolare Spindel-Anlage, mit beiderseits verschieden ausgebildeten Pol-Kappen. Die Kernwandung ist noch vorhanden. Die Chromosomen sind nach dem Rabl'schen Schema angeordnet. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 14. *Vicia Faba*. Meristemzelle. Monaxial multipolare Spindel-Anlage; ihre Pol-Achse steht senkrecht zur Längsachse der Wurzel; die darüber befindliche Zelle hat sich bereits im selben Sinne getheilt. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

„ 15. *Pteris flabellata*. Monaxial-multipolare Spindel-Anlage. Die Kernwandung ist noch vorhanden. Die im Abschmelzen begriffenen Nukleolen sind in der Nähe der Pol-Kappen angeordnet; der Kernfaden ist bereits segmentirt. Vergr. $\frac{1}{16}$: IV.

Botanische Gärten und Institute.

Chalat, Le jardin d'essai de Victoria (Cameroun). (Belgique coloniale. 1898. No. 33.)

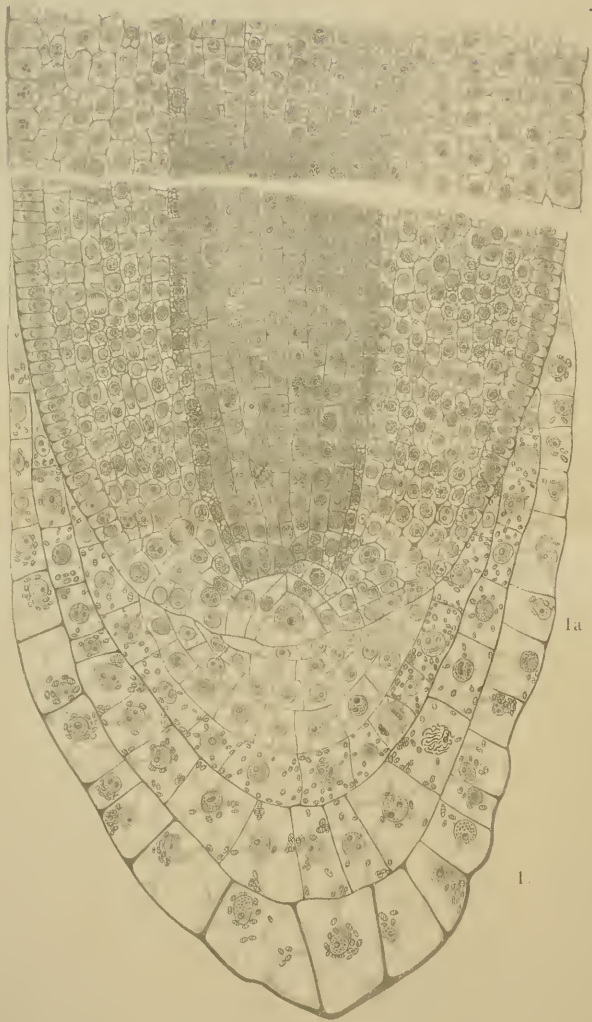
Gruner, Die Notwendigkeit einer tropischen Versuchsstation im Togoland. (Der Tropenpflanzer. Jahrg. II. 1898. No. 10. p. 297—301.)

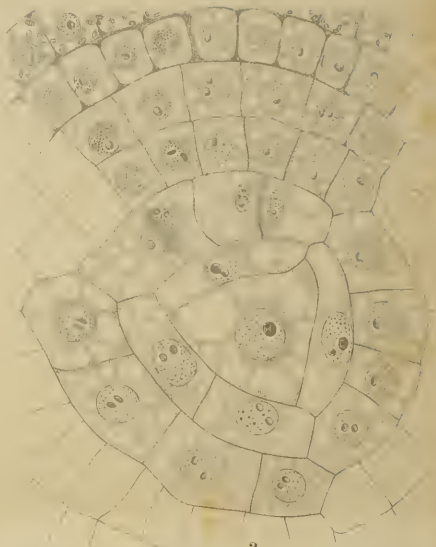
Hovey, Edmund Otis, Notes on some European Museums. (The American Naturalist. Vol. XXXII. 1898. No. 381. p. 697—716.)

Instrumente, Präparations- und Conservations-Methoden etc.

Duyk, M., De l'examen des huiles essentielles au polarimètre; de l'utilité de cet instrument. (Bulletin de la Société royale de pharmacie de Bruxelles. 1898. No. 8.)

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





A. Friot Verlag von Gebr. Gottl. H. Lüstenöder

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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 76

Autor(en)/Author(s): Hof A. C.

Artikel/Article: Histologische Studien an Vegetationspunkten. (Schluss.) 221-226