

hellen, aber CO₂ freien Raum zugleich die Wasserdampfabgabe sehr wesentlich einschränken müssen, da erfahrungsgemäss das Aufstellen von H₂SO₄ oder CaCl₂ die Ansammlung grösserer Feuchtigkeitsmengen nicht zu verhindern vermag. Der Einfluss totaler Verdunkelung der Aehre auf die Ausbildung der Körner wurde übrigens experimentell festgestellt. Die Aehre wurde in ein Zinkkästchen lichtdicht eingeschlossen, das letztere gegen zu grosse Erwärmung durch die Sonne mit einem Papierschirm geschützt. Es ist dabei freilich unvermeidlich, dass, besonders bei hochstehender Sonne, auch auch ein Theil des Halmes durch das Kästchen beschattet wird, und dass neben der völligen Ausschliessung der Assimilationsthätigkeit auch die Transpiration beschränkt wird. Diese Beschränkung wird übrigens durch die Erwärmung des Kästchens und die damit verbundene erhöhte Wasserdampfabgabe theilweise compensirt. Die genannte Verdunkelung der Aehre hatte bei der Gerste und dem Weizen eine nur kümmerliche Ausbildung der Körner zur Folge, sie waren klein, runzelig und von schlechtem Aussehen, etwa wie nothreife Frucht, auch die Keimfähigkeit war geringer. Es folgt daraus, dass zur normalen Ausbildung der Körner unserer Getreidearten die Mitwirkung der Aehre absolut nothwendig ist.

(Fortsetzung folgt.)

Histologische Studien an Vegetationspunkten.

Von

A. C. Hof.

Mit 2 Tafeln.**)

(Fortsetzung.)

Was zunächst die Rosen'sche Arbeit betrifft, so hat derselbe, soweit vegetative Gewebe in Betracht kommen, von Phanerogamen-Wurzelspitzen diejenigen von *Hyacinthus orientalis*, *Lilium lancifolium*, *Aspidistra elatior*, *Zea Mays*, *Phaseolus multiflorus* und *Vicia faba*; von Kryptogamen-Wurzelspitzen diejenigen von *Oleandra nodosa* und *Polypodium aureum* auf jene Vorgänge hin studirt.

Němec hat in seinen angeführten Untersuchungen den cytologischen Vorgängen an den Stamm- und Wurzelspitzen von *Equisetum palustre*, *Allium Cepa*, *Hemerocallis fulva* und *Roripa amphibia* besondere Aufmerksamkeit geschenkt; bei ersterem Object unter Vergleichung der entsprechenden Verhältnisse im generativen Gewebe.

Auch auf diese Arbeit werde ich gelegentlich im Folgenden Bezug zu nehmen haben.

***) Die Tafeln liegen einer der nächsten Nummern bei.

Meine vergleichend-cytologische Untersuchungen habe ich an den im Abschnitt „Zur Technik“ aufgeführten Wurzelspitzen angestellt.

Wie ich in den einleitenden Worten zu dieser Abhandlung bereits angedeutet habe, wurde die vorliegende Arbeit hauptsächlich im Hinblick auf die Frage der Spindelbildung und des Vorkommens individualisierter *Centrosomen* im vegetativen Gewebe unternommen.

Freilich ist ja bereits Rosen l. c. p. 249—252 entschieden für eine schon in der ersten Anlage sich geltend machende Bipolarität der Spindel eingetreten; auch giebt er dort, die *Centrosomen*-Frage betreffend, an, dass ihm der Nachweis individualisierter *Centrosomen* in der Mehrzahl der Fälle nicht gelungen sei; er schliesst seine Abhandlung mit den hierauf Bezug nehmenden Worten: „So viel ist sicher, dass die Angaben Guignard's, auch wenn ihre Korrektheit unangetastet aus der Controverse hervorgehen sollte, eine Verallgemeinerung nicht zulassen.“

Demgegenüber schienen die neueren Untersuchungen — die Spindelbildung betreffend¹⁾ — festzustellen, dass wir vorläufig nur zur Annahme von zwei verschiedenen Typen der Spindelbildung berechtigt seien, die Mottier²⁾ als den *Thallophyten*- und *Cormophyten*-Typus bezeichnet.

Dann ist neuerdings Guignard, entgegen den von den Verf. der cytologischen Studien aufgestellten Ansichten,³⁾ wonach den „*Pteridophyten* und Phanerogamen individualisierte *Centrosomen* abgehen“, für diese wieder eingetreten. Die vorläufige Mittheilung Guignard's⁴⁾ besagt, dass es ihm gelungen sei, mit Hilfe einer Dreifarben-Mischung (er benutzte eine nach ihrem Mischungsverhältnisse nicht näher ausgegebene Mischung von Methylgrün, Säurefuchsin und Orange G.) bei *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Limodorum abortivum*, und zwar in den Pollenmutterzellen dieser Pflanzen, *Centrosomen* in der Ein- und Mehrzahl nachzuweisen.

Mir kam es nun darauf an, die von neuem angeregten Fragen an dem Verhalten vegetativer Zellen höher differenzirter Pflanzen zu prüfen.

Als sehr günstige Objecte für diese Aufgabe erwiesen sich die meristematischen Zellen der Wurzelspitzen von *Ephedra major* und von *Vicia faba*, während die von *Pteris*-Arten erhaltenen Präparate den vorgenannten an Schärfe der Differenzirung nachstanden.

¹⁾ Siehe die Arbeiten von: Osterhout, Mottier in den Cytologischen Studien.

Strasburger, E., Ueber Kern- und Zelltheilung. Histolog. Beitr. 1888. Belajeff, Zur Kenntniss der Karyokinese bei den Pflanzen. (Flora. Ergänzungsband zum Jahrgang 1894.)

²⁾ l. c. p. 30.

³⁾ l. c. p. 239.

⁴⁾ Guignard, L., Les centrosomes chez les végétaux. (Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. T. CXXV. Séance du 27 déc. 1897. (Institut de France.)

Ephedra major.

Die meristematischen Zellen des Wurzelscheitels von *Ephedra* sind, wie die entsprechenden Zellen von *Vicia*, mit schaumartigem Cytoplasma erfüllt. Der von diesem Cytoplasma umschlossene Zellkern ist meist ellipsoidisch. Er schliesst in ruhendem Zustand gewöhnlich ein bis zwei Nukleolen ein, die Nukleolen zeigen sich fast stets von einem ziemlich breiten Hof umgeben, dessen Entstehung Debski¹⁾ bei *Chara fragilis* auf Schrumpfung zurückführt.

Eine deutlich wahrnehmbare Wand grenzt den Kern nach aussen gegen das Cytoplasma ab. Das Kerninnere wird erfüllt von einem netzartig entwickelten Fadengerüst, dem Linin, in welches Chromatinkörner von gleicher, häufig jedoch auch ungleicher Grösse eingelagert sind (Fig. 4. Taf. II.)

Mit Beginn der Prophasen differenziert sich aus dem netzartigen Gerüstwerk der knäuelartig aufgewundene Faden. Die Chromatinkörner nehmen, wohl durch Verschmelzung, wie sie auch Rosen²⁾ beschreibt, an Zahl ab und an Grösse zu. Auf diesem Stadium ist deutlich zu erkennen, dass der Kernfaden nicht etwa aus abwechselnden Chromatin- und Linin-Scheiben aufgebaut wird, sondern, dass er den Angaben Mottier's³⁾ entsprechend, aus einem ununterbrochenen Lininfaden besteht, in welchem die Chromatinscheiben in bestimmten Abständen eingelagert sind.

Beim weiteren Fortschreiten der Karyokinese verbreitert sich der Kernfaden bandartig, wobei die Kernwandung noch unverändert erhalten bleibt, ungeachtet der Kern an Volumen zugenommen hat. Dieses Stadium stellt unsere Fig. 3. Taf. I, vor; sie kann uns auch die Grössenzunahme des sich zur Theilung anschickenden Kerns im Vergleich mit den beiden ruhenden Meristem-Kernen vergegenwärtigen.

Der bandartig verbreiterte und zugleich verkürzte Kernfaden beginnt sich nun bald zu spalten. In seiner Mittellinie wird ein hellerer Streifen unterscheidbar; seine dichteren Ränder zeigen sich aus perlschnurartig auf einander folgenden, durch Lininbrücken getrennten Chromatin-Kugeln gebildet. (Fig. 5, Taf. II.)

Es hat die typische Längsspaltung der Chromatinkugeln innerhalb des Fadens sich damit vollzogen, während der Lininfaden als solcher noch allem Anschein nach ungespalten ist. Auf die Längsspaltung der chromatischen Elemente des Fadens folgt auch seine Segmentirung in Chromosomen. Diese treten auseinander und platten sich noch mehr ab, wobei aber die Chromatinspaltung wieder unkenntlich wird und der Faden sich gleichmässig tingirt. Die Kernwandung ist noch immer unverändert vorhanden. Im Gegensatz hierzu fand Mottier⁴⁾, dass „bei der

¹⁾ Cytologische Studien. p. 77.

²⁾ l. c. p. 254.

³⁾ Cytologische Studien. p. 18.

⁴⁾ Mottier, D. M., Ueber das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks u. s. w. (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXI. Heft 1. p. 153.)

vegetativen Theilung der *Liliaceen* der Chromatinfaden zur Zeit, wo die Kernwandung als solche verschwindet, und die Spindelfasern in die Kernhöhle eintreten, noch nicht in seine Segmente getheilt sei“. In sämmtlichen von mir untersuchten Objecten verhielt sich das, wie eben angeführt wurde, anders.

Bis in das geschilderte Stadium hinein, war an meinen Objecten, weder ausserhalb noch innerhalb die Andeutung einer Spindelanlage zu finden.

Hierauf erst werden gleichzeitig an zwei diametral-entgegenstehenden Punkten der Kernoberfläche, ihr kappenförmig aufsitzend, kinoplasmatische Ansammlungen kenntlich, welche durch ihre charakteristische Tinktion sich ausweisen und den Ausgangspunkt für die Anlage der Spindel bilden.

Diese beiden kinoplasmatischen Kappen sind stets polar, d. h. in der Richtung derjenigen Achse orientirt, in welcher das Auseinanderweichen der Tochterchromosomen späterhin stattfindet. Diese Achse verläuft in der bei weitem grössten Anzahl der Fälle gleichsinnig mit der Längsachse der Wurzel; doch kommen, sobald es die Theilungsvorgänge der Zellen verlangen, auch andere Orientirungen vor.

Diese kinoplasmatischen Kappen oder „Pol-Kappen“, wie wir sie in der Folge nennen wollen, sind es, die auch Rosen bei *Hyacinthus* (l. c. p. 429 ff.) bereits als Spindel-Anlage richtig erkannt hat, und die ganz neuerdings Némec in seinen bereits erwähnten Arbeiten in allen untersuchten Fällen für sich zur Theilung anschieckende vegetative Kerne festgestellt hat.

Die Pol-Kappen nehmen in den Meristemen der *Ephedra*-Wurzel (vergl. Fig. 6 und 7, Taf. II.) alsbald die Gestalt eines scharf zugespitzten Kegels an. Im Inneren dieses Kegels bilden sich gleichzeitig zarte Fasern aus, welche zunächst an die noch vorhandene Kernwandung ansetzen. Meist sind die beiderseitigen Kappen in Form und Grösse gleichartig entwickelt, doch kommen häufig Ausnahmen vor, dergestalt, dass diese Pol-Kappen verschiedenes Aussehen darbieten.

Die Fasern convergiren gewöhnlich alle nach einem Punkt, dem Pol der Kappe; die Spindel-Anlage ist alsdann wirklich bipolar.

Doeh kann die Spindel-Anlage auch monaxial-multipolar sein, d. h. die Spindelfasern nicht auf einen Punkt centirt sein, vielmehr zu mehreren zusammenneigen. Bei *Ephedra* trat mir freilich diese Art der Spindel-Anlage nicht entgegen, während sie in meinen übrigen Objecten recht häufig war.

Die Fig. 7, Taf. II, zeigt uns eine entsprechend fortgeschrittene Spindel-Anlage von *Ephedra major*. Die Fasern setzen an den noch von seiner Wandung umschlossenen Kern an, der in seinem Inneren den segmentirten Faden und auch noch ein etwas reducirtes Kernkörperchen zeigt.

Hierauf schwindet die Kernwandung, und Schritt für Schritt lässt sich dann verfolgen, wie mit der fortschreitenden Ausbildung

der Spindelfasern die Nukleolar-Substanz abnimmt¹⁾, derart, dass nach völliger Ausbildung der Spindel der Nukleolus gänzlich geschwunden ist.

Aehnliches beobachtete auch Rosen²⁾ in den Zellen der Wurzelspitze von *Hyacinthus*, und dasselbe bestätigen auch die Angaben bei Némec.

Wo zwei Nukleolen vorhanden sind, stellen sie sich häufig in die Nähe der sich ausbildenden Pol-Kappen auf. (Fig. 6, Taf. II.) Manchmal konnte eine die Pol-Kappen verbindende, dünne Kinetoplasmatische Schicht an den Seiten des Kerns beobachtet werden.

Die Kern-Membran schwindet zuerst an den Polen; die in die Kernhöhle vordringenden Spindelfasern treffen entweder aufeinander, um die Stützfaser zu bilden, und laufen dann von Pol zu Pol, oder sie setzen, was vorwiegend geschieht, als Zugfasern an die längsgespaltenen Kernsegmente an und ordnen sie zur Kernplatte. Während dem schwindet die Kernwandung auch an den Seiten.

Die Chromosomen haben vorwiegend J-förmige Gestalt, wobei ihr längerer Schenkel polwärts, der kürzere in der Aequatorialebene orientirt ist. Beide Schenkel können übrigens unter Umständen eine gleiche Länge zeigen und mehr oder weniger polwärts, nach demselben oder nach beiden Polen, oder auch, namentlich im Umkreis der Spindel, beide in der Aequatorialebene orientirt sein.

Die Einordnung der Chromosomen in die Aequatorialplatte wird begleitet von Umlagerungen innerhalb der Spindelfigur. Die vorher scharf bipolare Spindel spaltet sich nämlich alsdann an ihren Enden in mehrere Faserbündel, die somit eine garbenförmige Figur darstellen. (Fig. 8, Taf. II.) Es lässt sich diese multipolare Form einer in der Anlage bipolaren Spindel als ihre sekundäre Multipolarität bezeichnen, zum Unterschied von der im generativen Gewebe häufigen Erscheinung der primären Multipolarität. Ueber die Zahl der bei der sekundären Multipolarität zur Ausbildung gelangenden Pole ist es schwer, im Einzelfalle sich Rechenschaft abzulegen. Jedenfalls ist diese Zahl schwankend. Da die Chromosomen die Spindelfaserbündel an Länge übertreffen, so verdecken sie vielfach die Spindelpole. (Fig. 8, Taf. II.)

Nachdem mit vollzogener Längsspaltung die Prophasen der Kerntheilung beendet sind, beginnt die sekundäre Multipolarität zu schwinden, indem die einzelnen Spindelfaserbündel sich wiederum zu je einem Pol zusammenlegen — wie mir scheint, ein Umstand, der dafür spricht, dass die sekundäre Multipolarität nur durch die Umlagerungsvorgänge der Chromosomen und dem Raum, den sie zwischen den Spindelfasern beanspruchen, bedingt wird. Demgemäss findet man bei *Vicia faba* neben sekundär-

¹⁾ Vergl. Strasburger, E., Ueber Cytoplasmastructuren, Kern- und Zelltheilung; in: Cytologische Studien. p. 225.

²⁾ l. c. p. 251.

multipolaren Spindeln auf gleichem Entwicklungszustand auch solche, welche bipolar sind. Bei *Ephedra* kommt es vor, dass der bipolare Zustand an dem einen Ende der Spindel erreicht ist, während das andere Ende noch mehr oder weniger secundäre Multipolarität aufweist.

Ist die Bipolarität der Spindel von Neuem ganz oder annähernd erreicht, so beginnt das Auseinanderweichen der Tochterchromosomen nach den Polen.

Die Chromosomen, welche, wie erwähnt, meist J-förmige Gestalt besitzen, sind an ihrer Umbiegungsstelle an den Zugfasern befestigt.

Während der Metakinese gelangt die umgebogene Stelle der Chromosomen, an der die Zugfasern befestigt sind, nach dem Pol, die anderen Schenkel nach dem Aequator, wobei sie zunächst mehr oder weniger ungleich lang, durch nachträgliche Umbiegung nach Ankunft an den Polen, ihre Schenkellänge mehr oder weniger ausgleichen.

Die Chromosomen sind nun zum Dyaster angeordnet.

Bei dem Transport der Chromosomen polwärts werden sie naturgemäss einander mehr und mehr genähert; ist daher der Dyaster als solcher am Ende seiner Ausbildung angelangt, so liegen die Chromosomen dicht zusammen, und man trifft daher als eine häufige Erscheinung auf diesem Zustand Verschmelzungsbilder an, eben eine Folge der grossen Annäherung der Kernsegmente.

Auf diesem Zustand zeigte der Dyaster öfters schön ausgebildete kinoplasmatische Strahlen, die theils fächerartig von den Spindelpolen, theils von den Kernanlagen selbst in das umgebende Cytoplasma sich verbreiteten.

(Schluss folgt.)

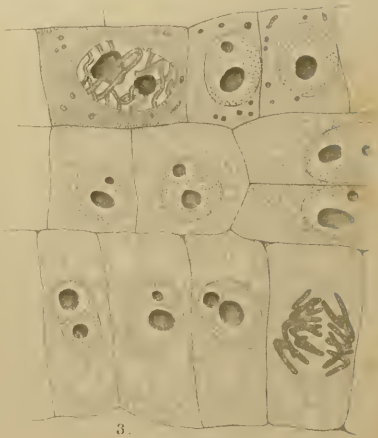
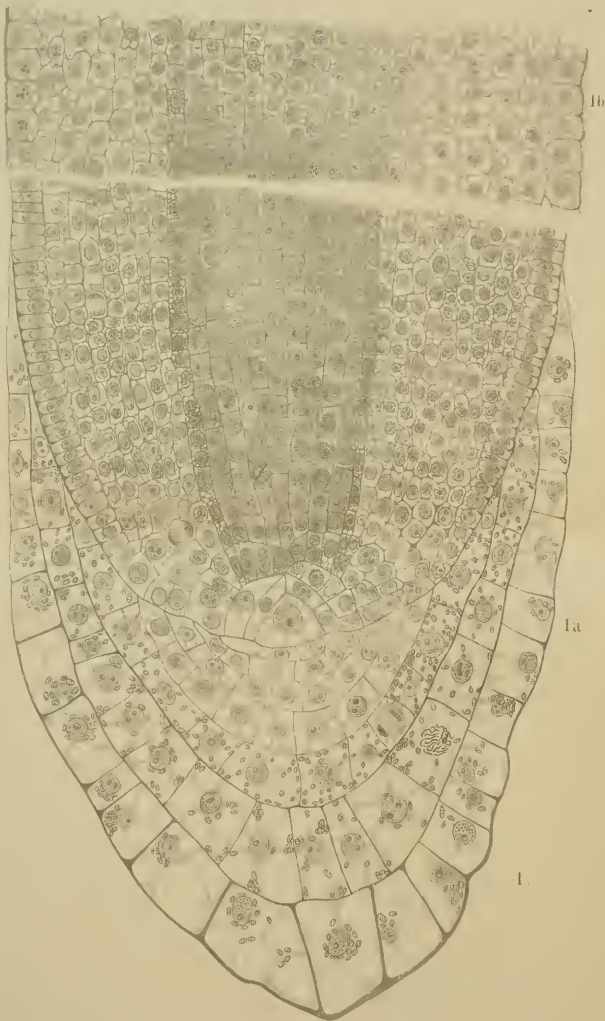
Kurze Bemerkungen zur Systematik der Kormophyten.

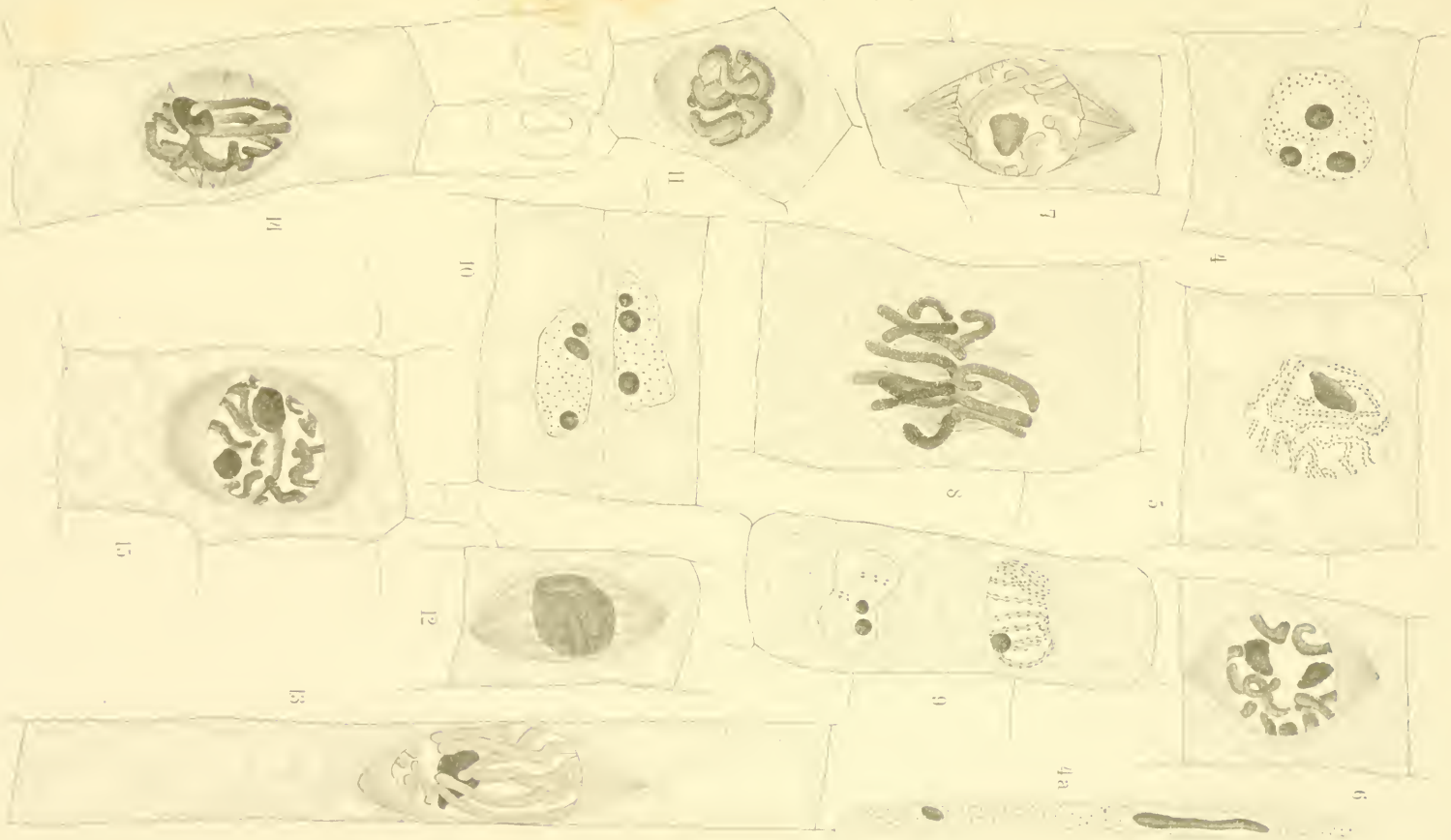
Von

F. Höck

in Luckenwalde.

E. H. L. Krause macht im Botanischen Centralblatt, Bd. LXXV, p. 378 f, einige Bemerkungen zum „System der *Phanerogamen*“, die in dem Vorschlag gipfeln, die *Gymnospermen* wieder, wie einst, den *Dicotylen* einzureihen. Gerade die neuesten Entdeckungen über die Befruchtungsverhältnisse bei *Ginkgo* und *Cycas* (vergl. Botanisches Centralblatt, Bd. LXIX, p. 33 ff.) weisen eher auf einen Anschluss dieser Pflanzen an die Gefässkryptogamen hin. Schon Eichler sagt (Natürliche Pflanzenfamilien II, 1, p. 20), dass die *Cycadeen* sich am nächsten an die Farne, die *Coniferen* aber an die *Lycopodiaceae* anschliessen. Thatsächlich sind beide gymnospermen Gruppen nicht nahe systematisch mit einander verwandt, sondern nur auf gleicher Entwicklungsstufe stehend.





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.
\(Fortsetzung.\) 166-171](#)