

Beiträge zur Kenntnis der Leitbündelanatomie.

Von FRITZ JUERGEN MEYER (Braunschweig).

III. DIE DIAPLEKTISCHEN ODER DURCHWOBBENEN
LEITBÜNDEL DER LYCOPODIEN ¹⁾.

In einer in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1924 (Heft 3) erschienenen Mitteilung über "Die *Lycopodium*-Leitbündel als Leitbündeltypus eigener Art" hat Verfasser an der Hand eines Beispiels, *Lycopodium Phlegmaria*, gezeigt, dass die Leitbündel der betreffenden *Lycopodium*-Spezies keineswegs mit den radialen Leitbündeln zu identifizieren seien und dass zwischen den *Lycopodium*-Leitbündeln und den radialen Wurzelelembündeln ausser den schon bisher bekannten, aber im allgemeinen zu wenig beachteten Unterschieden noch eine Reihe von anderen wesentlichen Unterscheidungsmerkmalen zu finden ist, sobald man nicht nur das einzelne Querschnittsbild betrachtet, sondern sich durch Serienschritte eine Vorstellung von den räumlichen Verhältnissen schafft. Für die Leitbündel der Lycopodien wurde dementsprechend der Name "diaplektische" oder "durchwobene Leitbündel" vorgeschlagen, eine Bezeichnung, welche die bei *Lycopodium Phlegmaria* vorliegende räumliche Struktur der Leitbündel wohl am besten charakterisiert. Des weiteren wurde a.s.O. auf Grund der schon damals vorliegenden Untersuchungen an *Lycopodium dichotomum*, die jedoch erst hier dargestellt werden sollen, sowie im Hinblick auf gelegentliche Beobachtungen an anderen Spezies und mit Rücksicht auf kurze Angaben HEGELMAIERS (Bot. Ztg. 1872) die Vermutung ausgesprochen, dass auch bei anderen Lycopodien der gleiche, vom radialen wesentlich verschiedene Typus der diaplektischen oder durchwobenen Leitbündel vorliege, wenn auch in mehreren differenten Formen der Ausgestaltung. Je nach der Verteilung der einzelnen Tracheen- und Siebstränge müssten durchwobene oder diaplektische Leitbündel mit unregelmässiger Anordnung, solche mit radialer Anordnung und solche mit plattenförmiger Anordnung unterschieden werden.

Aufgabe der folgenden Einzeldarstellungen soll es sein, zu zeigen, dass die zuvor angedeuteten Verhältnisse tatsächlich vorliegen, dass also die Betrachtung der *Lycopodium*-Leitbündel als Leitbündeltypus eigener Art auch mit Rücksicht auf andere Spezies zu Recht besteht, sogar auch bei Leitbündeln mit radialer Anordnung der trachealen Elemente, bei denen im Einzelquerschnitt die Ähnlichkeit mit dem radialen Leitbündel besonders gross ist.

Bezüglich der Untersuchungsmethoden sei vorausgeschickt, dass sowohl Mikrotomschnitt- wie auch Handschnittserien hergestellt und durchmustert wurden, insbesondere nach einem gründlichen Studium einer ersten Serie zum Vergleich stets mehrere auf lange Strecken ausgedehnte Handschnittserien herangezogen wurden. Bei diesen Objekten waren im Gegensatz zu anderen früher untersuchten mit Vorteil Handschnittserien anzuwenden, da die Verhältnisse infolge des Fehlens von Tracheenteilparenchym besonders übersichtlich sind.

EINZELUNTERSUCHUNGEN.

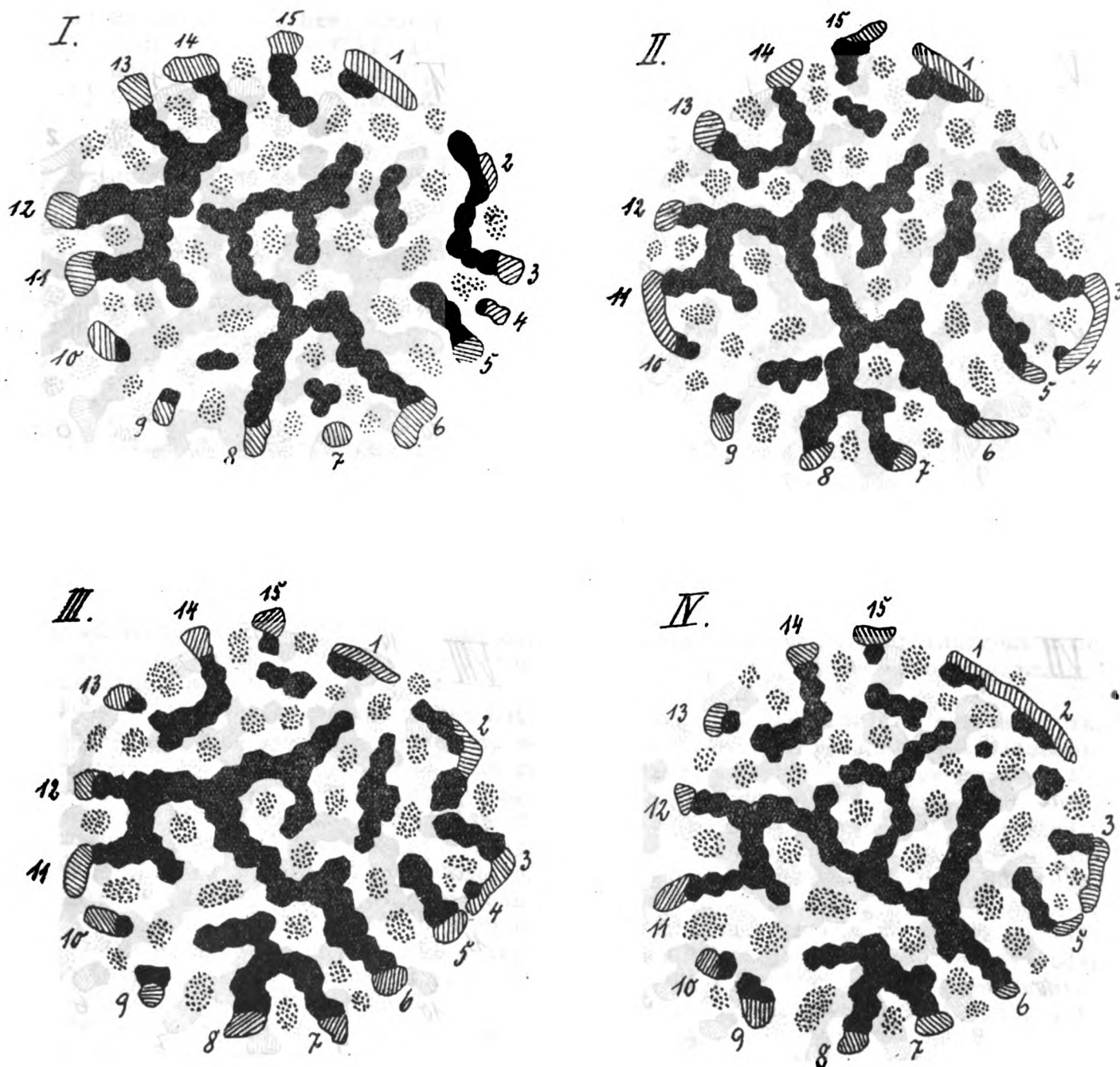
1. Der Phlegmaria-Typus der diaplektischen Leitbündel.

Diaplektische Leitbündel mit unregelmässiger Anordnung.

Lycopodium dichotomum. - Im wesentlichen liegen bei den Leitbündeln der Axe von *Lycopodium dichotomum* die gleichen Verhältnisse vor wie bei dem zuvor untersuchten *Lycopodium Phlegmaria*. nach dem dieser Typus benannt werden mag. Die Zahl

1) I. - II. Vergl. in Mez, Archiv II (1922) p. 235 - 237, 277 - 280.

der Erstlingsstränge des Leitbündels schwankt je nach der Dicke des Sprosses und der Entfernung von der Basis; insbesondere wird sie bei jeder Gabelung der Axe stark reduziert; jeder Gabelast enthält etwa halb soviel Erstlings-Stränge, wie der unter der Gabelung liegende Spornsabschnitt oder etwas mehr; überdies ist aber auch zwischen zwei Gabelungen die Zahl der Erstlingsstränge infolge der Verschmelzung oder Gabelung einiger Stränge nicht konstant.

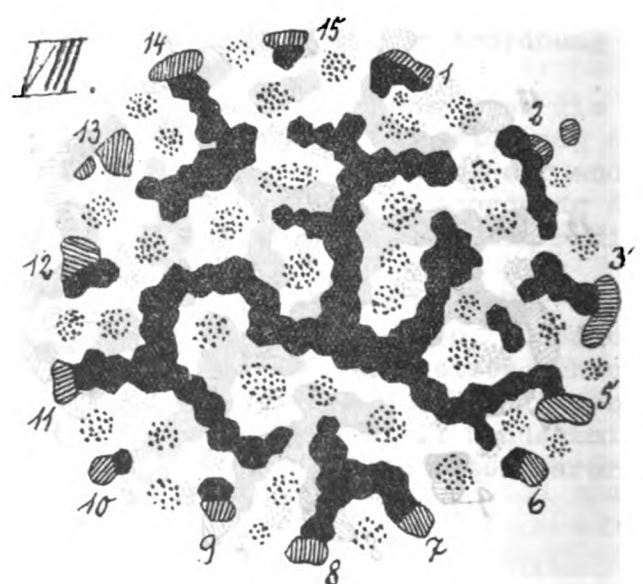
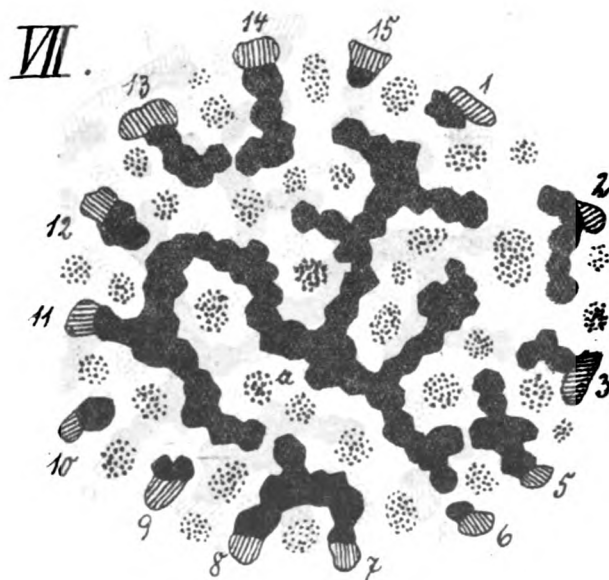
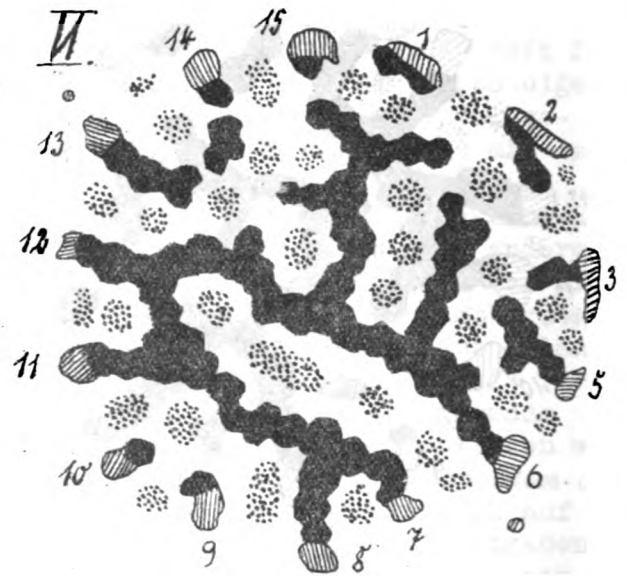
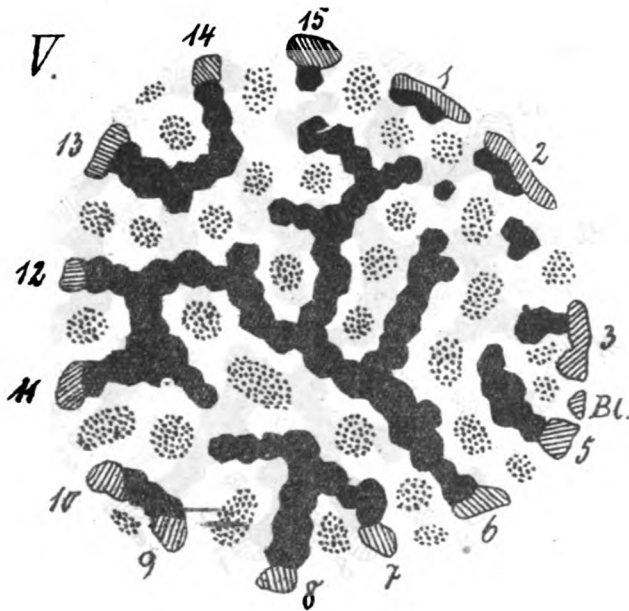


Über den Zusammenhang zwischen den einzelnen Tracheensträngen eines Leitbündels gibt uns die in I - VIII wiedergegebene Schnittserie Aufschluss. Die Schnitte II - VIII haben von I einen Abstand von 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 mm.

In den stark schematisierten Zeichnungen sind die Erstlingstracheiden schraffiert, die späteren weiten Tracheiden schwarz und die Siebstränge punktiert dargestellt.

stellt. Auf eine Ausführung, die Einzelelemente berücksichtigt, ist verzichtet, da es hier nur auf den seitlichen Zusammenhang der gleichwertigen Gewebe-Elemente ankommt und dieser in derartig schematisierten Bildern besser zutage tritt.

Der Vergleich der Serienschritte zeigt uns bezüglich des Verlaufs der Tracheiden- und Siebstränge dieselben Verhältnisse, wie sie bereits bei *Lycopodium Phlegmaria* gefunden wurden. Innerhalb des immerhin doch nur kurzen Ausschnittes I - VIII



der Schnittserie sind fast alle überhaupt vorliegenden Erscheinungen der Tracheenstrangverbindungs-Bildung zu finden:

1. Vollkommen isoliert verlaufende Erstlings- oder sonstige Tracheidenstränge fehlen; irgend ein Anschluss an andere Stränge ist stets vorhanden. (Bei *Lycopodium Phlegmaria* wurden dagegen einzelne isoliert verlaufende Erstlingsstränge in-

nerhalb einer gleich langen Serie gefunden, freilich in einem Leitbündel mit einer geringeren Anzahl von Tracheidensträngen.)

2. Zwischen den Erstlingssträngen unter sich liegt seitliche Berührung vor in IV zwischen 1 und 2, in II zwischen 10 und 11; dauernde Verschmelzung von 3 und 4 in II; Gabelung von Erstlingssträngen kommt gleichfalls vor, wenn auch zufällig nicht gerade in dem wiedergegebenen Serienabschnitt.

3. Überdies stehen benachbarte Erstlingsstränge mit Hilfe von den weiter innen liegenden jüngeren Tracheiden in Zusammenhang, und zwar sind festzustellen:

- a) Strangbrücken bzw. brückenartiger Zusammenschluss bei 2 und 3 in I - III, 7 und 8 in II - VIII, 11 und 12 in I - VI, 6 und 7 in II (sowie in VI, wenn auch wohl kaum wirksam), 9 und 10 in V, 12 und 13 in I, 13 und 14 in I - II;
- b) Strangstege von 6 nach 5 in VI - VIII, von 14 nach 13 in IV - VI, von 13 nach 14 in VI - VIII.

4. Es bestehen sehr zahlreiche Verbindungen mehr oder weniger komplizierter Art zwischen nicht benachbarten Erstlingssträngen. Unter die bisher üblichen Begriffe der Strangstege und Strangbrücken lassen sie sich zwar zum Teil nicht ohne weiteres einordnen, da manche von ihnen sehr stark zusammengesetzt sind; immerhin lassen sich aber auch hier Brücken und brückenartige Verbindungen, die im allgemeinen in beiden Richtungen für einen Wasserausgleich sorgen können, von Stegen und stegartigen Verbindungen, die nur in einer Richtung wegsam sind, unterscheiden:

- a) Strangbrücken und brückenartige Verbindungen: zwischen 5 und 11 in VIII, zwischen 6 und 10 in II, zwischen 6 und 11 in II - VI, zwischen 6 und 12 in II - VI, zwischen 8, 10, 11 und 12 in II, zwischen 11, 13 und 14 in I, zwischen 12 und 14 in I.
- b) Strangstege und stegartige Verbindungen: von 5 nach 3 in VII - VIII ff., von 7 nach 10, 11, 12 in II ff., von 7 nach 11 und 12 in V - VII, von 8 nach 11 und 12 in V - VII, von 13 und 14 nach 6, 7, 8, 10, 11, 12 in I - II, von 15 nach 6, 11, 12 in I - V und dazu nach 7 und 8 in (I -) VI.

Bestüglich der Betrachtungsweise, die sich scheinbar nur auf den seitlichen Zusammenhang der Erstlingsstränge erstreckt, sei hier, wie schon früher (Ber.d.D.Bot. Ges.1924), hervorgehoben, dass sie nur deshalb gewählt wurde, weil sie ein systematisches Suchen ermöglicht. Die oben gegebene Darstellung zeigt aber indirekt auch ohne weiteres, dass sämtliche Tracheidenstränge durch reichliche Verbindungen im Zusammenhang stehen.

Der Verlauf der Siebstränge ist bei *Lycopodium dichotomum* ebenso schwer zu verfolgen wie bei *Lycopodium Phlegmaria*, weil die Grenzen der Siebstränge stellenweise nur unscharf zu erkennen sind, und zweitens auch, weil Verbindungen nur wenig vorhanden sind und sich stets über lange Teile der Schnittserien erstrecken. Ausser Gabelungen und Vereinigungen, von denen man im allgemeinen noch nicht einmal wissen kann, ob sie nicht vor oder hinter der untersuchten Schnittserie zu Verbindungen führen, also nur deren Anfänge oder Enden sind, kommen Siebstrangstege vor. Innerhalb der gezeichneten Serie jedoch ist kein solcher Steg zu verfolgen, sondern es liegen nur Gabelungen vor, so in dem Siebstrang zwischen 13 und 14 in III - IV, zwischen 11 und 12 in V - VI, zwischen 8 und 9 in VI - VII, bei a in VII, oder vorübergehende Gabelungen wie z.B. bei b in II, worauf in VIII die Wiedervereinigung der Teilstränge erfolgt, und Vereinigungen, z.B. zwischen 14 und 15 in I - II, zwischen 11 und 10 in I - II, zwischen 6 und 7 in VII.

Irgend welche Beziehungen zwischen dem Strangverlauf und der Blattanordnung war bei *Lycopodium dichotomum* ebenso wenig vorhanden wie bei dem mit grösseren Blättern ausgestatteten *Lycopodium Phlegmaria*.

Besonderer Erwähnung bedarf noch das Verhalten des Leitbündels an den Verzweigungsstellen. Die Gabelung des Leitbündels vollzog sich in einer daraufhin genauer untersuchten Axe, beginnend 22 mm unterhalb und endigend 12 mm unterhalb der äusserlich sichtbaren Gabelung des Sprosses. Innerhalb dieses Abschnittes wurde die Teilung eingeleitet durch Auflösung der Tracheidenstränge in zahlreiche kleinere; dabei fanden auf verhältnismässig kurzer Strecke starke Umgruppierungen statt. Sodann bildeten die mittelsten Tracheiden ausgiebige Verbindungen, während die den Erstlingstracheiden am nächsten liegenden sich zum grössten Teil in radialen Plat-

ten an die Erstlinge anlegten; auch zwischen diesen Strängen fanden sich Verbindungen jedesmal auf der Innenseite. Die mittleren Tracheiden blieben noch in seitlicher Berührung, während der nunmehr ovale Ring der Erstlinge sich bereits auf den Längsseiten schwach nach innen einzubuchten beginnt. Schliesslich trennen sich auch die mittleren Tracheiden, sodass die Bildung der neuen Tracheenteile vollzogen ist; Der Zwischenraum wird durch Siebstränge und Parenchym ausgefüllt, jedoch nur auf kurzer Strecke, da die Erstlingselemente rasch einbiegen und überdies Parenchym (Grundgewebe) zwischengelagert wird. Die beiden Leitbündel weichen dann langsam auseinander.

2. Der Selago-Typus der diaplektischen Leitbündel.

Diaplektische Leitbündel mit radialer Anordnung.

Lycopodium Selago. - Die untersuchten Pflanzen besaßen ausnahmslos nur 4 - 5 Gruppen von Erstlingstracheen, die weiten Tracheen des Metaxylems bildeten zumeist mit den Erstlingen zusammen einen im Querschnittsbilde sternförmigen Strang, und die Siebröhren verliefen in den Buchten dieses Tracheenstranges. Infolge dieser Anordnung der Gewebe hat das Leitbündel von *Lycopodium Selago* häufig eine gewisse

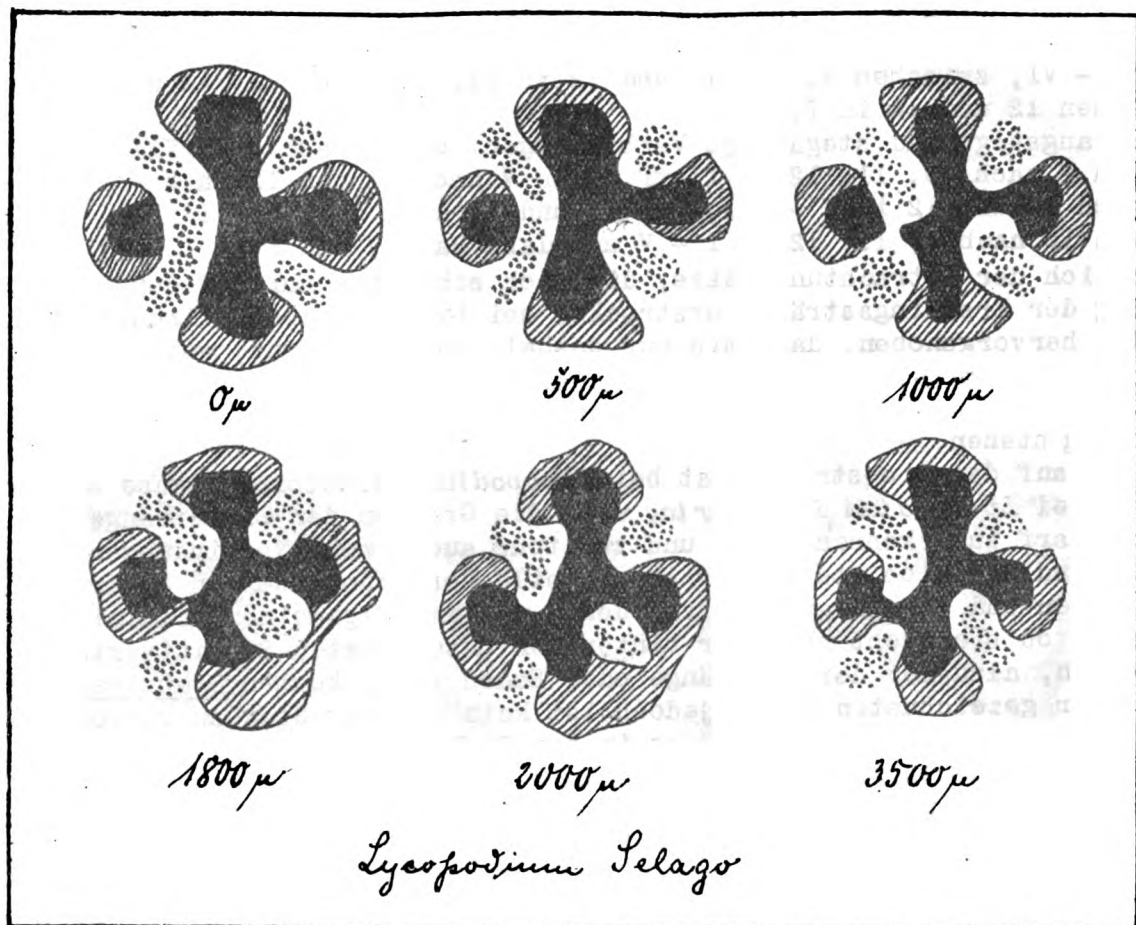
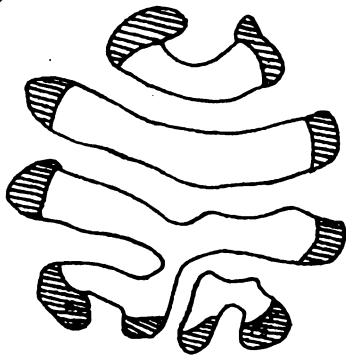


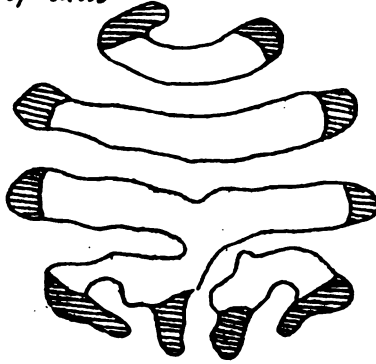
Fig. 9.

Ähnlichkeit mit einem tetrarchen oder pentarchen Wurzeleitbündel; jedoch ist auffällig, dass die einzelnen Strahlen des Tracheenteils sich nach aussen hin verbreitern und die Erstlingsgruppen peripher gestreckt sind. Das Studium vollständiger Schnittserien über längere Strecken zeigte aber überdies, dass sich die Anordnung der verschiedenen Gewebselemente in der für die diaplektischen Leitbündel charak-

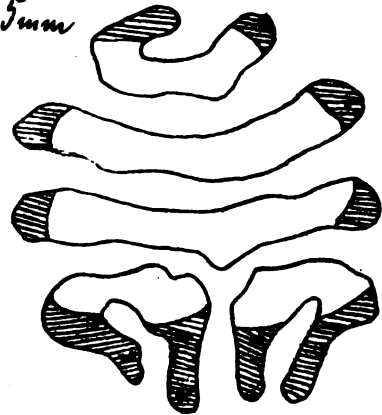
0,0 mm



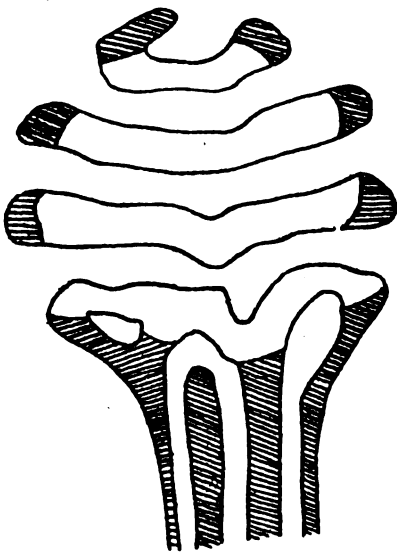
2,0 mm



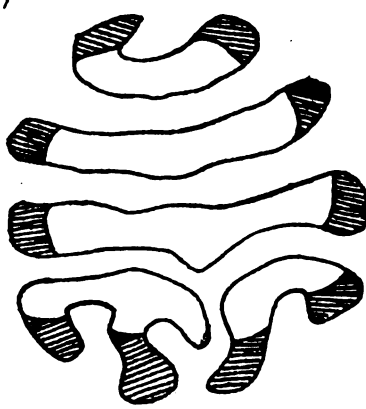
2,5 mm



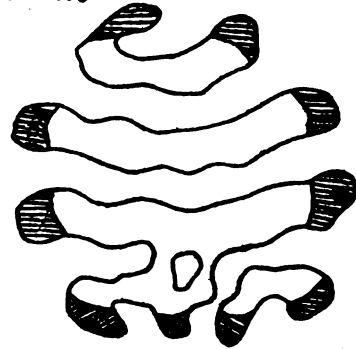
3,0 mm



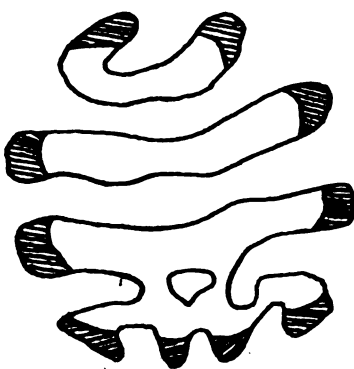
3,5 mm



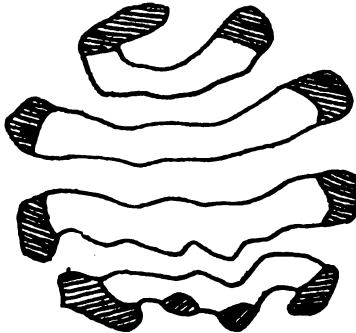
4,5 mm



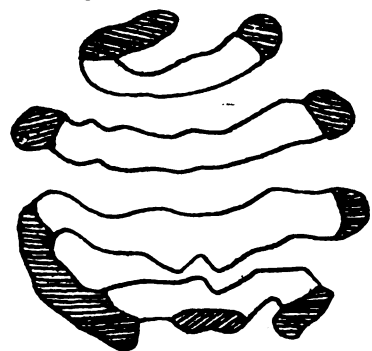
6,0 mm



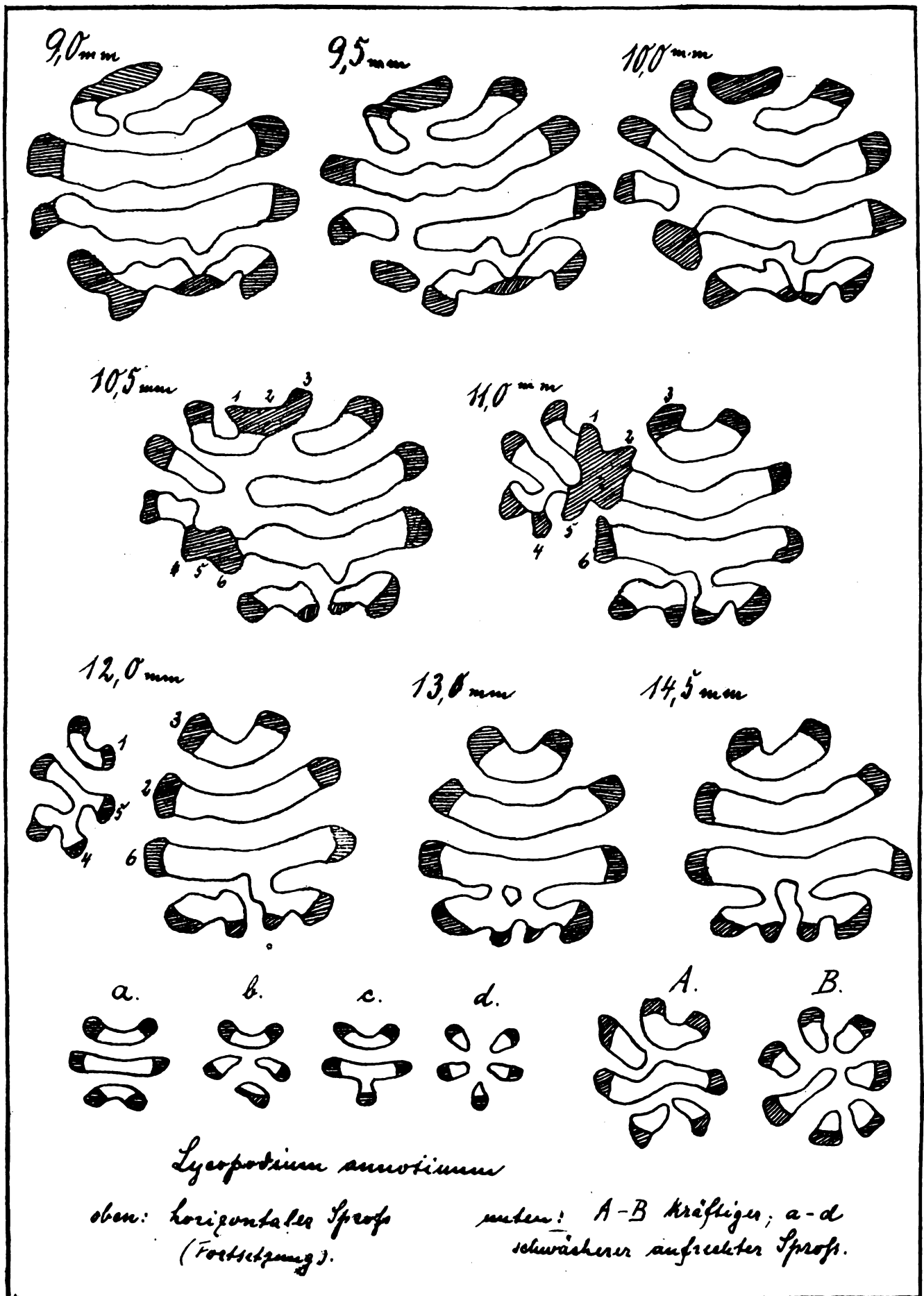
6,5 mm



7,5 mm



Lycopodium annotinum
horizontaler Spross



teristischen Weise im Verlaufe mannigfach ändert. Der in Fig. 9 wiedergegebene Ausschnitt aus einer Mikrotomschnittserie weist die wesentlichen Erscheinungen dieser Art auf: Gabelung und Wiedervereinigung des Tracheenteils in den Schnitten von 0 μ - 1800 μ , vorübergehende Verschmelzung benachbarter Erstlingstracheenstränge bei 1800 μ - 2000 μ , eine Verbindung zwischen zwei Siebsträngen in dem ersten Schnitt, vollständige Umschliessung eines Siebstranges durch die Tracheen in dem Schnitt 2000 μ .

Wird die Zahl der Erstlingstracheenstränge grösser (6 - 7), so scheint nach den Einzelbildern und Beschreibungen anderer Autoren die Aufspaltung des Tracheenteils in mehrere Stränge häufiger oder sogar dauernd vorzuliegen (z.B. JONES 1905), die Einzelstränge behalten aber auch dann ihre radiale Streckung bei.

3. Der Annotinum-Typus der diaplektischen Leitbündel.

Diaplektische Leitbündel mit plattenförmiger Anordnung.

Lycopodium annotinum. - In den horizontal kriechenden Sprossen dieser Spezies ist die plattenförmige Struktur in typischer Form zu finden. Tafel I und II geben eine Serie von Handschnitten, die die Beziehungen zwischen den einzelnen Strängen, die Abgabe eines Wurzelelektbündels und den Ansatz eines aufrechten Sprosses erkennen lassen. Auf die Einzeichnung der Siebstränge wurde hier verzichtet, um die Übersichtlichkeit der Serie zu erleichtern; die Erstlingstracheen sind schraffiert gezeichnet, das Metaxylem wurde weiss gelassen.

Im einzelnen können innerhalb der wiedergegebenen Serie festgestellt werden:

a) Strangverbindungen bzw. Verschmelzungen zwischen den Erstlingstracheen in den Schnitten 3,0 mm, 7,5 mm bis 10,0 mm, in 11,0 mm zwischen den mit 1, 2, 3 und mit 4, 5, 6 bezeichneten Gruppen, die sich im Schnitt 12,0 mm in sechs einzelne Stränge auflösen;

b) Strangverbindungen zwischen Strängen des Metaxylems in den Schnitten 0,0 mm bis 2,0 mm, 3,0 mm, 4,5 mm, 6,0 mm, 11,0 mm, 13,0 mm;

c) Strangverbindungen zwischen den Siebsträngen in den Schnitten 0,0 mm bis 2,5 mm, 3,5 mm, 9,0 mm u. ff.;

d) Umschliessung einzelner Siebstränge durch Tracheen in den Schnitten 3,0 mm, 4,5 mm, 6,0 mm, 13,0 mm.

Auffällig ist, dass die meisten Verbindungen in nächster Nähe der Wurzelansatz-Stelle (3,0 mm) und der sich von 10,0 mm bis 12,0 mm vollziehenden Verzweigung finden.

In den aufrechten Sprossen sind die Leitbündel kleiner, die Zahl der Erstlingsstränge ist geringer, und die Anordnung der Stränge ist mehr eine radiale, wenngleich auch hier noch eine gewisse Tendenz zur Plattenbildung vorliegt, wie die Schnitte A, a und c in Tafel II zeigen. Besondere Erscheinungen des Zusammenhangs wurden nicht beobachtet; nach der Spitze der Sprosse zu nimmt die Zahl der Protoxyleme (und gleichzeitig auch der Protophloems) ab, etwa in der durch die Schnitte a und b veranschaulichten Weise, in dem zwei Protoxyleme verschmelzen und das dazwischen liegende Phloem sich an ein seitlich benachbartes anlegt. (Neigung zur Plattenbildung wurde übrigens in allen untersuchten Exemplaren aufrechter Sprosse festgestellt.)

Lycopodium Chamaecyparissus. - Das Leitbündel ist in den aufrechten Sprossen, abgesehen von den feinsten Spitzen, die den *Selago*-Typus (tetrarch oder triarch) aufweisen, nach dem Platten-Typus gebaut, und es weist alle für *Lycopodium annotinum* angegebenen Einzelheiten des Strangverlaufes auf, sodass auf eine besondere Beschreibung und die Wiedergabe von Zeichnungen verzichtet werden kann. In dem unteren (chlorophyllfreien) Teile des Sprosses sind durchschnittlich 5 Tracheenplatten mit durchschnittlich 15 Erstlingsgruppen vorhanden, nach oben zu geht die Zahl der Erstlingsgruppen und gleichzeitig die der Tracheenplatten zurück.

4. Cernuum-Typus der diaplektischen Leitbündel.
 Diaplektische Leitbündel mit stark ausgebildetem,
 eng in sich zusammenhängenden Tracheenteil und
 isolierten Siebsträngen.

Lycopodium cernuum. - Das untersuchte Material verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Professor KOERNICKE, der es 1907 in Tjibodas auf Java sammelte und mir zwei vollständige Exemplare mit Wurzeln und den feinsten Endigungen des Hauptsprosses in liebenswürdiger Weise überliess: für die nachträgliche Bestimmung der Spezies bin ich Herrn Professor DIELS zu Dank verpflichtet.

In den unteren Teilen der aufrechten Hauptsprosse, vom Erdboden bis zu einer Höhe von mehr als 25 cm, zeigte das Leitbündel den Bau, der hier als *Cernuum*-Typus bezeichnet werden soll. Die Zahl der Erstlingsstränge schwankt zwischen 18 und 21, alle oder fast alle Erstlingsstränge stehen auf ihrer Innenseite mit den Tracheen des Metaxylems in Berührung, und ebenso stehen auch die meisten Tracheen des Metaxylems unter sich in Zusammenhang, sodass die Siebstränge einzeln oder zu zweien, selten zu mehreren rings von trachealen Elementen umschlossen sind. Im Verlauf liessen sich Anastomosen der Erstlingsstränge und Strangverbindungen im Innern des Leitbündels - sowohl zwischen Tracheensträngen wie zwischen den Gruppen von Siebröhren - feststellen. Der Zusammenhang im Tracheenteil des Leitbündels ist so gross, dass meist $\frac{3}{4}$ aller Tracheen zu einem einzigen Strang vereinigt sind; in einem der beiden zur Verfügung stehenden Hauptsprosse waren in 20 cm Höhe über dem Boden die gesamten Tracheen zu 9 Gruppen vereinigt; dicht über dem Boden bestanden freilich mehr Tracheengruppen, bei $\frac{1}{2}$ cm 16, bei 1 cm 10, bei 2 cm 15, bei 3 cm sogar 20; diese verhältnismässig hohe Zahl der Gruppen kam hier aber nur dadurch zustande, dass mehrere kleine Gruppen aus wenigen Tracheen namentlich in den peripheren Teilen des Leitbündels vorhanden waren, und trotzdem waren auch in dieser Region $\frac{3}{4}$ aller Tracheen vereinigt.

Nach unten geht die Axe in ein kurzes, schräg liegendes rhizomartiges Stück über, das sich in mehrere kräftige, dichotom und lateral verzweigte Wurzeln fortsetzt. Deren Leitbündel sind im Prinzip denen der Axe gleich, nur kleiner und infolgedessen einfacher; der seitliche Zusammenhang der Tracheen ist sehr stark, mindestens $\frac{3}{4}$, oft aber auch alle Tracheen sind verbunden; die Zahl der Erstlingsstränge beträgt zunächst durchschnittlich 10, nimmt ab in den dünneren Wurzelzweigen bis zu 5, wobei gleichzeitig der Zusammenhang des Tracheenteils gelockert wird, sodass das Metaxylem nicht mehr alle Erstlinge verbindet.

Im Sprosse selbst geht das Leitbündel nach oben zu in den *Phlegmaria*-Typus über unter dauernder Abnahme der Zahl der Erstlingsstränge; in der Sprossspitze sowie in den dünnsten Seitenzweigen scheint bei sehr geringer Strangzahl überhaupt jede Regelmässigkeit im Bau des Leitbündels zu fehlen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die diaplektischen Leitbündel in allen Typen ausgezeichnet sind durch Inkonstanz der Zahl der Erstlingsstränge, Strangverbindungen zwischen Tracheen und zwischen Siebröhren in reichlicher Masse; diese Eigenschaften kommen dem radialen Leitbündel entweder nie oder nur in schwacher Masse zu ¹⁾. Es wird also durch die neuen Untersuchungs-Ergebnisse des Verfassers Vorschlag, die Leitbündel der Lycopodiaceen als Leitbündeltypus eigener Art zu betrachten, gerechtfertigt, desgleichen der Name "durchwobene" oder "diaplektische Leitbündel".

¹⁾ Anmerkung: Die an den radialen Wurzelleitbündeln vom Verfasser ausgeführten Untersuchungen über den Strangverlauf und die Strangverbindungen erscheinen in einer der nächsten Hefte von Pringheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik..

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Fritz Jürgen

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Leitbündelanatomie 380-388](#)