©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dünne Wand getrennten Räumen können oft grosse Druckunterschiede auftreten. Wenn auf der einen Seite eine starke Zugspannung herrscht, an der anderen Seite der Wand, wo die Cohäsion unterbrochen wurde, keine, muss die Wand ziemlich starr sein, um nicht durchzubiegen.

Was die Holzreactionen betrifft, so werden diese z. Th. auch auf die inneren Bauverhältnisse zurückzuführen sein, so besonders das Verhalten gegenüber wassereinlagernden Mitteln und einzelnen Farbstoffen.

Dass aber einzelne Farbenreactionen auch wohl bestimmte Atomgruppen anzeigen können und so auch oft Schlüsse auf die chemische Zusammensetzung Gültigkeit haben werden, ist einleuchtend.

Dass aber im Allgemeinen, wie auch Fischer für Plasmastructuren betont, viele mikrochemische Reactionen nicht durch chemische, sondern durch physikalische Eigenschaften, Dichtigkeitsverhältnisse, Oberflächenanziehung u. s. w. bedingt werden und dass man in dieser Hinsicht sehr vorsichtig sein soll, ist meiner Ansicht nach nicht zweifelhaft.

Dass in dieser vorläufigen Mittheilung nicht die ganze mehr oder weniger einschlagende Litteratur für jede Einzelfrage erwähnt werden konnte, liegt auf der Hand.

Die einleitenden experimentellen Untersuchungen auf diesem Gebiete wurden im botanischen Institut der hiesigen Universität ausgeführt.

Für freundliche Ueberlassung von Material und vielfache Anregung bin ich Herrn Professor Stahl zu grossem Dank verpflichtet.

Jena, 15. August 1897.

Der morphologische Werth des Centralcylinders der Wurzel.

Von

Albert Kattein

aus Gaarden.

Mit 4 Tafeln.*)

(Fortsetzung.)

Anthurium dominicense.

(Luftwurzel.)

Die Endodermis ist nur an den Querwänden schwach verdickt. Ausserhalb derselben befindet sich vor jeder Phloemgruppe eine aus drei bis vier Reihen bestehende Gruppe von kurzen Sklerenchymelementen; sie erscheinen wesentlich als specifisch

*) Die Tafeln liegen einer der nächsten Nummern bei.

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

mechanische Elemente. Hier ist die Endodermis bei der älteren Wurzel stark verholzt, so dass sie schwer von diesem Sklerenchym zu unterscheiden ist. Im jungen Stadium sind die grossen Gefässe am weitesten nach der Mitte noch unverholzt, die äusseren Gefässe, die eine mehr oder weniger zusammenhängende Platte bilden, sind verholzt. Von den letzten sind die grösseren umgeben von einer Schicht ebenfalls verholzter Zellen. Im älteren Stadium sind sämmtliche Gefässe verholzt. Im sehr kleinzelligen Phloem sind Siebröhren vorhanden. Das Grundgewebe ist bei der jungen Wurzel zunächst sehr zart. Von der Mitte aus beginnt dann später die Verholzung desselben in centrifugaler Richtung, bis sie sich bei der alten Wurzel über das gesammte Grundgewebe erstreckt. Nur um die äussersten kleinen Gefässe sind zwei bis drei Zellschichten unverdickt geblieben. Schläuche, wie sie den *Aroideen* sonst eigen sind, entbehren die *Anthurium*-Arten.*)

Um den Centralcylinder, jedoch ausserhalb der oben erwähnten Sklerenchymelemente, läuft eine continuirliche Reihe Zellen, die mit oxalsaurem Kalk angefüllt sind.

Pandanus Veitschi.

In der mit grossen Intercellularräumen versehenen Rinde liegen zahlreiche Sklerenchymfasersträge zerstreut, deren einzelne Elemente bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind. Ebensolche befinden sich innerhalb des Grundgewebes im Centralcylinder. Die Endodermis ist an der Innenseite stärker verdickt als an den Quer- und Aussenwänden. Die Gefässplatten erstrecken sich weit in das Innere des Grundgewebes hinein. Bei der jungen Wurzel sind nur die äussersten kleinen Gefässe verholzt, bei der älteren sämmtliche Gefässe. Die Phloemgruppen sind sehr kleinzellig und erscheinen auf dem Querschnitt radialgestreckt keilförmig. Im älteren Stadium treten dann mehr nach der Mitte hin kleine, zumeist nur aus zwei grossen Elementen bestehende Phloemgruppen auf, von denen es nach de Bary**) zweifelhaft erscheinen kann, ob man sie Theile eines grossen zerklüfteten Stranges oder ebenso viele Einzelstränge nennen soll. Meines Erachtens ist der ersteren Auffassung der Vorzug zu geben, indem die kleinen Gruppen ähnlich wie bei der oben beschriebenen *Philodendron*-Wurzel durch Abschnürung von der ursprünglich zusammenhängenden Phloemgruppe entstanden sind. Das im jungen Stadium zarte Mark verholzt später vollkommen.

Dracaena congesta.

Die bei der jungen Wurzel unverholzte Endodermis verholzt im älteren Stadium vollständig, so zwar, dass an der Innenseite die Verdickung in stärkerem Maasse stattfindet, wie an der Aussenseite.***) Das Pericambium besteht aus zwei bis drei Zellschichten.

---

*) A. de Bary, l. c. p. 451.
**) A. de Bary, l. c. p. 243.
***) A. de Bary, l. c. p. 132.

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

In der jungen Wurzel sind nur die äussersten Gefässe verdickt; bei der älteren erstreckt sich die Verdickung auf sämmtliche Gefässe. Dabei ist bemerkenswerth, dass, während bei Wurzeln anderer *Monocotylen* die äussersten Gefässe stets getüpfelt sind, diese Tüpfelung sich bei *Dracaena* nicht vorfindet, weder im jungen noch im alten Stadium. Das Phloem ist sehr beschränkt und kleinzellig. Das grosse Mark, zunächst sehr zart, verdickt sich später in centripetaler Richtung. Secundärer Dickenzuwachs, wie er bei anderen *Dracaena*-Arten*) in der Wurzel gefunden wurde, war hier auch bei der untersuchten alten Wurzel nicht vorhanden.

Carludovica atrovirens.

Es wurde nur eine ältere Wurzel untersucht, da junges Material z. Zt. nicht vorhanden. Die Endodermis ist nur an den Querwänden, an der Basis derselben Wurzel auch an den Innenwänden verholzt. Von den Gefässen sind an der Spitze nur die äusseren, weiter abwärts bis auf einige wenige sämmtliche verholzt.

Das sehr kleinzellige Phloem erscheint auch hier wie bei *Philodendron* in drei Kreise geordnet. Doch wird es auch bei dieser Wurzel wohl ursprünglich eine radial gestreckte, zusammenhängende Platte gebildet haben, und seine Theilung erst später vor sich gegangen sein. Das Grundgewebe ist nur im innersten Theil unverholzt und führt hier geringe Mengen Stärke.

Chamaerops excelsa.

a) Alte Beiwurzel.

Die Rinde besteht im äussersten und innersten Theil aus verholzten, lückenlos aneinanderschliessenden Zellen. Der mittlere Theil ist zusammengesetzt aus mehr oder weniger runden Zellen und führt grosse durch Zerreissen entstandene Lücken.

Die Endodermis ist bis zum Schwinden des Lumens der Zellen verdickt. Das Pericambium besteht aus zwei bis drei Zellschichten. Es sind zahlreiche Gefäss- und Phloemgruppen vorhanden. Die Gefässe sind sämmtlich verholzt und zeigen Thyllenbildung. Bei der von mir untersuchten Wurzel verliefen im innersten, noch unverholzten Theil des mächtigen Markes von der Wurzelbasis an zwei Gefässe rings umgeben von einem mehrschichtigen Sklerenchymmantel. Es ist nicht genau anzugeben, welcher Gefässgruppe dieselben zuzurechnen sind. Nach der Spitze hin verläuft erst das eine, eine Strecke weiter auch das andere Gefäss blind. Das Phloem ist sehr kleinzellig.

b) Seitenwurzel derselben Beiwurzel.

Die Rinde ist ebenfalls am äussersten Theil und an der Endodermis verholzt, in der Mitte unverholzt und hat hier grosse Lücken. Die Endodermis ist schwach verdickt. Von den

*) A. de Bary, l. c. p. 641.
P. Falkenberg, l. c. p. 8.

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

Gefässen sind nur die äussersten kleinen verholzt. Die Grundgewebezellen sind von zartwandiger Beschaffenheit; schwache Verholzung beginnt in der Mitte in centrifugaler Richtung. Gefässe innerhalb des Markes, wie bei der älteren Wurzel, treten hier nicht auf. Das Phloem ist sehr beschränkt und kleinzellig.

Zea Mais.

Die Endodermis ist nur an den Innenwänden verdickt. Das Pericambium läuft nicht, wie in der Regel als geschlossene Zellreihe um den Centralcylinder, sondern wird, wie bei allen *Gramineen*-Wurzeln*), durch die Gefässstränge unterbrochen; diese grenzen folglich direct an die Endodermis. 13 Gefäss- und Phloemgruppen wechseln mit einander ab. An vier der vorhandenen Gefässgruppen schliesst sich, durch vier bis fünf Grundgewebezellen getrennt, nach der Mitte hin ein grösseres, Anfangs unverholztes Gefäss an, das später getüpfelte Wände zeigt.

Das Phloem ist grosszellig und weist viele leicht zu erkennende Siebröhren auf. Das grosse Mark besteht aus abgerundeten, stärkeführenden Zellen von zarter Wandbeschaffenheit und enthält Intercellularräume.

Valisneria spiralis.

Die aus zartem, parenchymatischem Gewebe bestehende Rinde weist grosse Intercellularräume auf. Die unverdickte Endodermis umschliesst eine Schicht radial gestreckter Zellen, die einen einzigen, axilen Gang umgiebt. Ob dieser Gang ursprünglich als Gefäss angelegt war, habe ich nicht nachweisen können.

Trianea bogotensis.

Die Rinde besteht aus grossen, abgerundeten Zellen, zwischen denen sich Intercellularräume befinden. Die Endodermis ist an den Radialwänden durch wellenförmige Biegung ausgezeichnet. Innerhalb derselben sind drei Gefäss- und mit ihnen alternirend ebenso viele Phloemgruppen. Erstere bestehen aus je einem grossen, unverholzten Gefäss mit schwachen, spiraligen Verdickungsleisten; dieses wird von einer Schicht parenchymatischen Gewebes umgeben.

Das Phloem ist vom Grundgewebe schwer zu unterscheiden; erst nach Behandeln mit Jod hebt es sich deutlicher von diesem ab.

II.

Beobachtungen an *Dicotylen* und *Coniferen*.

*Lupinus luteus.***)

(Fig. 4.)

Es treten aus jedem Kotyledon zwei Gefässbündel in das Hypocotyl (a). Ihre Phloemtheile bilden vier breite, bogige

*) A. de Bary, l. c. p. 374.

**) Die untersuchten *Lupinus mutabilis* und *hirsutus* verhielten sich ebenso.

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

Streifen, an deren Innenseite die Gefässe in zunächst centrifugaler Anordnung liegen. Zwischen den beiden ungleichnamigen Kotyledonarbündeln liegt je eine kleine Gruppe von Gefässen, die sich in das Epicotyl hinaufziehen und als Blattspuren der mit den Kotyledonen gekreuzten Erstlingsblätter anzusehen sind (a—d, a). Auf tieferen Querschnitten wenden die einzelnen Gefässplatten der Kotyledonarspuren durch Drehung ihre Primordialgefässe diesen Gruppen zu, während die zuletzt angelegten Gefässe der demselben Kotyledon entstammenden Bündel einander zugekehrt sind (b). Ist somit die tangentiale Gefässanordnung erreicht, verschmelzen auf tieferen Querschnitten die beiden einem Kotyledon zugehörigen Phloemtheile mit einander zu einem fast die Hälfte der Peripherie des Centralcylinders einnehmenden, breiten, bogigen Streifen (e); dabei wenden sich die zugehörigen Gefässe immer mehr nach aussen (d), bis sie mit den kleinen Gruppen aus dem Epicotyl zusammentreffen (e) und schliesslich mit diesen und untereinander zu je einer jetzt centripetal orientirten Wurzelgefässplatte verschmelzen, die dann mit den beiden Phloemtheilen alternirt (f).

Es entsteht somit eine diarche Wurzel aus vier Kotyledonarbündeln, deren beide Gefässplatten noch Gefässe aufnehmen, die als letzte Ausläufer der Blattspuren der untersten Blätter des Epicotyls anzusehen sind.

Phaseolus multiflorus.

(Fig. 5.)

Bereits Dodel*) hat den Uebergang des Stengels in die Pfahlwurzel bei *Phaseolus*-Arten (*Phaseolus vulgaris, erectus* und *multiflorus*) eingehend untersucht. Seine Darstellung der anatomischen Verhältnisse, die ich zunächst in Kürze folgen lasse, bezieht sich auf *Phaseolus erectus.*

Im wesentlichen verhalten sich die verschiedenen Arten hinsichtlich ihres Gefässverlaufes gleich; es finden nur geringe, die Hauptzüge nicht wesentlich verändernde Abweichungen statt.

Jedes epicotyle Erstlingsblatt besitzt einen Medianstrang, der sich durch das ganze Indernodium herabzieht und sich in der Höhe der Kotyledonen theilt; jede Hälfte legt sich an den benachbarten Gefässstrang des Hypocotyls. Ausserdem treten aus jedem Erstlingsblatt zweimal zwei Lateralstränge in das Epicotyl, um hier zu zwei vereintläufigen Strängen zusammenzutreten. Zwischen den genannten Strängen verlaufen im Epicotyl diejenigen aus der Region über den Primordialblättern stammenden. Sie setzen sich in Höhe der Kotyledonen meist an jene an.

Im Hypocotyl verlaufen zwei Medianstrangpaare, von denen aus jedem Kotyledon eins stammt, und mit ihnen alternirend zwei Paare von Lateralsträngen. Von den letzteren setzt sich jedes aus zwei seitlichen Gefässsträngen verschiedener Kotyledonen zusammen;

---

*) A. Dodel, Uebergang des *Dicotyledonen*-Stengels in die Pfahlwurzel (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. VIII. Leipzig 1872.)

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

sie bleiben sich durch das ganze Hypocotyl genähert. Die Gefässstränge des Epicotyls lehnen sich in der Höhe der Kotyledonen an die Kotyledonarspuren an. Das Hypocotyl zeigt somit vier primordiale Gefässstrangpaare. Jedes dieser vereinigt sich beim Uebergang in die Wurzel zu einem einzigen Strang.

Die von mir gewonnenen und im folgenden wiedergegebenen Resultate von *Phaseolus multiflorus* decken sich im wesentlichen mit denen Dodel's.

Im Gegensatz zu anderen *Phaseolus*-Arten besitzt *Phaseolus multiflorus* ein sehr verkürztes Hypocotyl und war deshalb für den vorliegenden Zweck ein besonders günstiges Object. Bevor ich zum Verlauf der Gefässbündel übergehe, schicke ich einige Bemerkungen über beobachtete anatomische Verhältnisse voraus, die für *Phaseolus* charakteristisch sind, aber auch theilweise bei anderen *Papilionaceen* vorkommen.

Die Endodermis ist im Hypocotyl als Stärkeschicht ausgebildet. In dem Phloemtheil (a, s) der primären Gefässbündel des Stengels befinden sich einzelne oder in kleinen Gruppen stehende, senkrechte Reihen von Schläuchen (a—c, ge), deren Inhalt Sachs untersucht und als Gerbstoff nachgewiesen hat.*) Diese Schläuche setzen sich jedoch nicht in die Wurzel fort, verlaufen vielmehr an der Basis des Hypocotyls blind. Ueber jedem Gefässbündel liegt ein im Querschnitt etwa halbmondförmiges Bündel von Sklerenchymfasern; da diese bereits in der Keimpflanze auftreten, nennt Dodel sie richtig primären, dickwandigen Bast (a, b, d, e, D. B.). Mit den Gerbstoffschläuchen verschwinden auch diese an der Basis des Hypocotyls für eine kurze Strecke (c), um jedoch in der Wurzel wieder aufzutreten. Hier liegen sie innerhalb des Pericambiums über jeder Phloemgruppe. Nach de Bary**) kommen diese Sklerenchymfasern nur bei triarchen und tetrarchen *Papilionaceen*-Wurzeln (*Pisum*, *Phaseolus*) vor. Der Stengel der ausgewachsenen Pflanze ist hohl, indem das grosszellige, parenchymatische Gewebe des mächtigen Markcylinders reisst. Bei der jungen Pflanze verjüngt sich das Mark nach der Spitze der Wurzel hin kegelförmig.

Gehen wir nun zum Verlauf der Gefässbündel vom Epicotyl in die Wurzel über. Im Epicotyl (a) sind sechs Blattspurstränge mit streng centrifugaler Gefässanordnung vorhanden; dazwischen liegen schwächer entwickelte Blattspurstränge (a, bl), die aus dem zweiten Internodium stammen und sich in der Höhe der Kotyledonen an die der Primordialblätter anlehnen. Von den sechs Blattspursträngen sind die beiden Medianstränge (a, m) eigenläufig; aus jedem Primordialblatt tritt einer in den Stengel. Die vier anderen sind Lateralstränge (a, l); diese sind vereintläufig, indem sich jeder aus zwei seitlichen Strängen desselben Primordialblattes zusammensetzt, was man auf dem Querschnitt ohne weiteres deutlich erkennen kann. Die Lateralstränge sind mächtiger entwickelt

*) Sachs, Ueber die Keimung der Schminkbohne. Wien 1859.
**) A. de Bary, l. c. p. 369.

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

und ragen weiter in das Mark hinein, wie die Medianstränge. Von den letzteren theilt sich in Höhe der Kotyledonen (b) jeder in zwei Hälften; jede dieser legt sich an den benachbarten Strang des Hypocotyls an.

Die den Gefässtheilen zugehörigen Phloemtheile bilden einen geschlossenen Ring (a, s), in dem die obenerwähnten Gerbstoffschläuche liegen.

Im Hypocotyl (b) sind acht Gefässplatten vorhanden, und zwar zu vier Paaren angeordnet. Aus jedem Kotyledon kommen vier Stränge, zwei Median- und zwei Lateralstränge, an welche sich die vom Epicotyl herabkommenden anlehnen. Beim Eintritt in das Hypocotyl treten die zwei gleichnamigen Medianstränge (b, m) einerseits und je zwei ungleichnamige Lateralstränge (b, l) andererseits zu einem Paare zusammen und bleiben auch durch das ganze Glied genähert, so dass wir also im Längsverlauf des Hypocotyls vier Hauptstrangpaare haben.

Zwischen diesen finden wir auch hier Zwischenstränge (b, z), die ebenfalls aus den Kotyledonen stammen und vor dem Uebergang in die Wurzel blind verlaufen. Nach dem Austritt aus den Kotyledonen orientiren sich die Gefässe der einzelnen Bündelpaare so, dass sie in eine tangentiale Reihe zu stehen kommen, und zwar kehren sie hierbei ihre Primordialgefässe einander zu (b und c). Das vorher zum geschlossenen Kreise vereinigte Phloem tritt bald über den Bündeln eines jeden Paares auseinander, so dass wir jetzt also vier breite, bogige Phloemtheile haben (b). Beim Uebergang in die Wurzel (c) drehen sich nun die Gefässplatten um ihre Erstlingsgefässe, dass diese zu äusserst zu stehen kommen, um so allmählich in die centripetale Anordnung überzugehen, wobei die zwei zusammengehörigen Stränge sich einander nähern (d) und allmählich zu einem einzigen Wurzelstrang verschmelzen (e). Die vier mit den Gefässsträngen alternirenden Phloemgruppen der Wurzel sind die directe Fortsetzung derjenigen des Hypocotyls.

So geht also aus dem acht Gefässstränge führenden Hypocotyl eine tetrarche Wurzel hervor (e).

(Fortsetzung folgt.)

Original-Berichte gelehrter Gesellschaften.

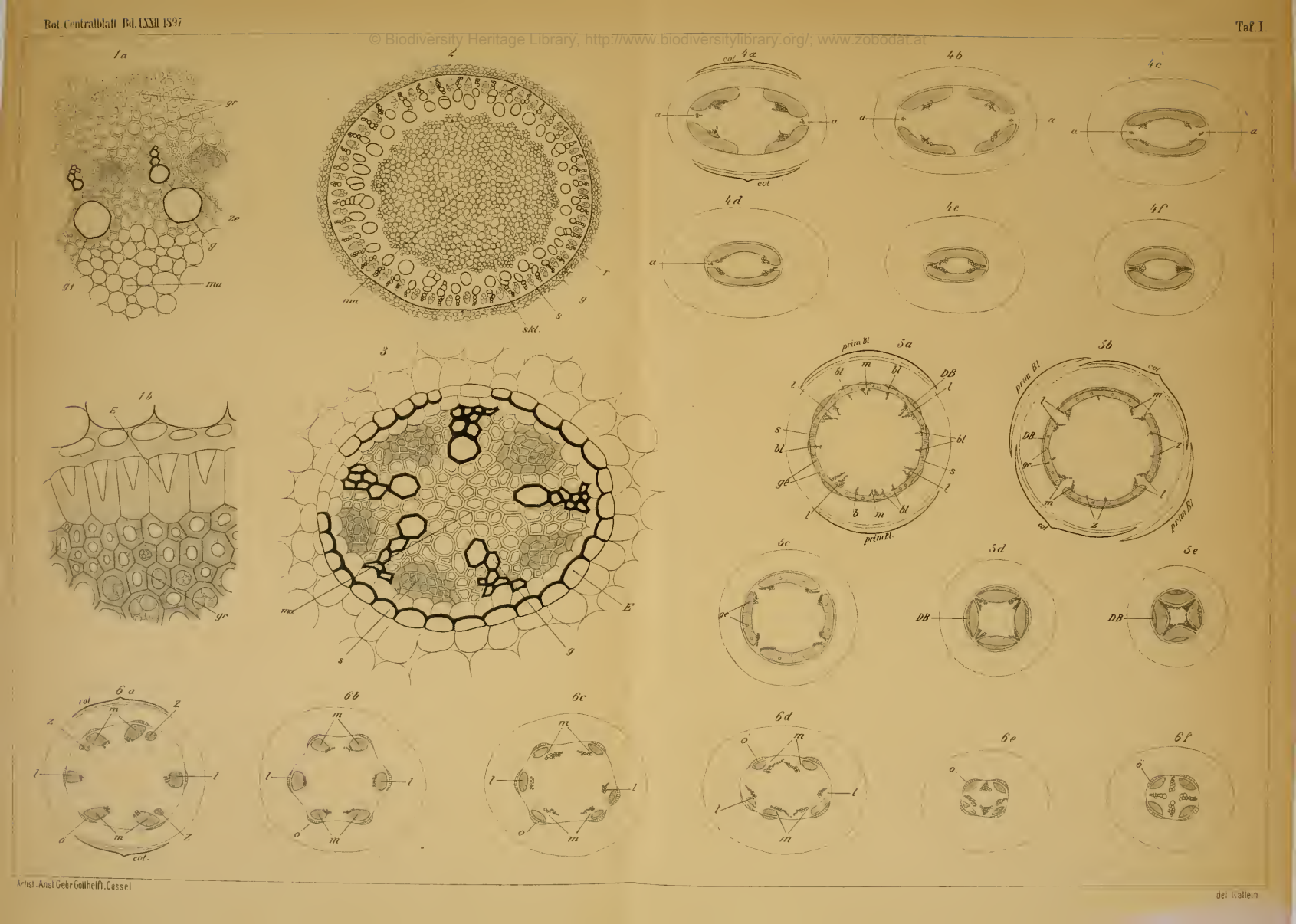
K. K. zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.

VII. Bericht der Section für Botanik.

9. Februar 1897.

Herr **Dr. C. v. Keissler** demonstrirt ein aus dem botanischen Universitätsgarten stammendes Exemplar der Ameisenpflanze *Cecropia cinerea*, deren Eigenthümlichkeiten er dabei zur Sprache bringt.

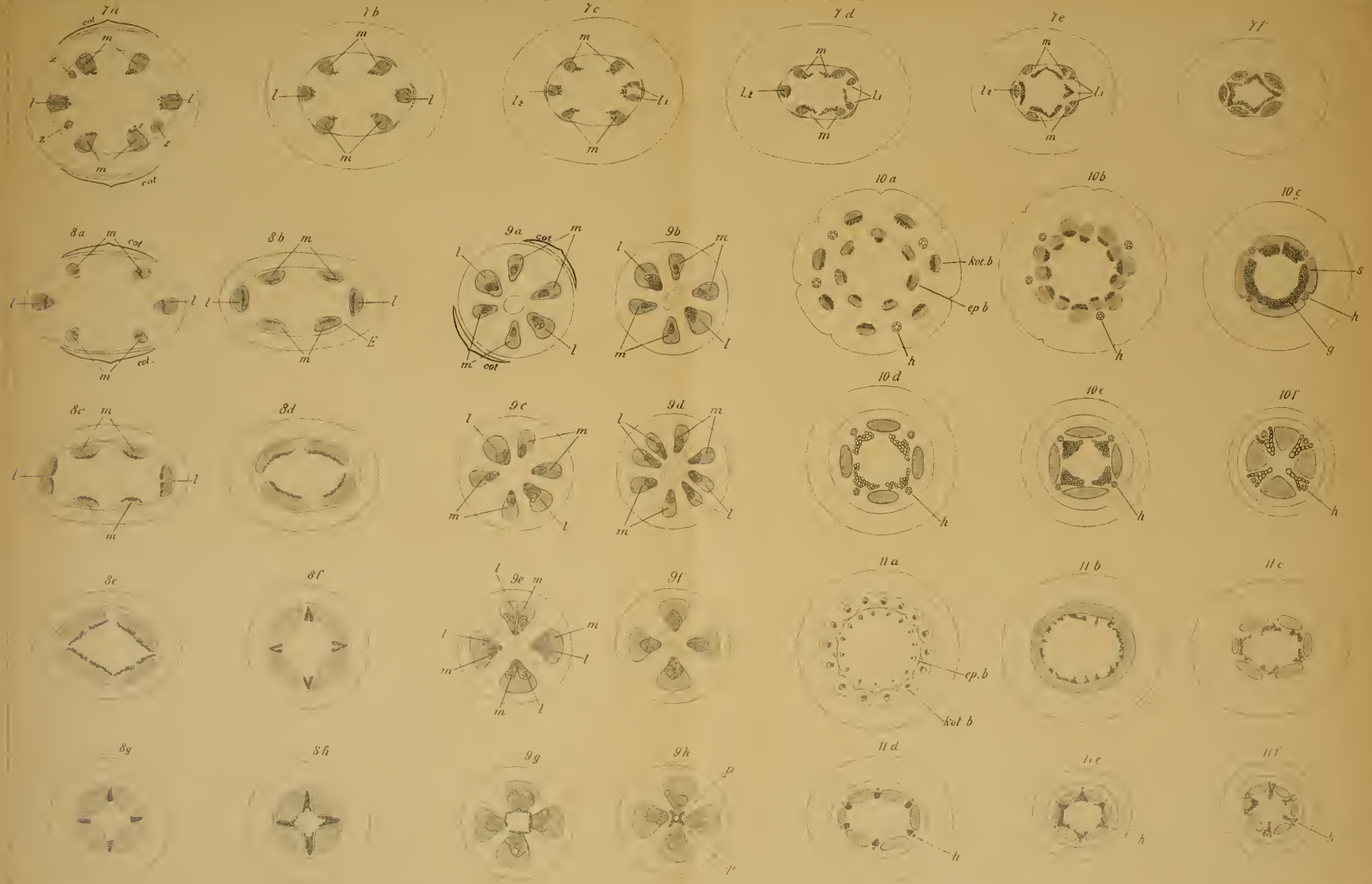
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Artist. Anst. Gebr. Gotthelf, Cassel

del. Kallein

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



Artist. Anst. Gebr. Gotthelf Cassel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Kattein Albert

Artikel/Article: Der morphologische Werth des Centralcylinders der Wurzel. (Fortsetzung.) 91-97