

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und Dr. F. G. Kohl

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 43.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1897.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen.
Die Redaction.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.*)

Der morphologische Werth des Centralcyinders der Wurzel.

Von

Albert Kattein

aus Gaarden.

Mit 2 Doppel-Tafeln.**)

(Fortsetzung und Schluss.)

Helianthus annuus.

a) Tetrarche Wurzel.

(Taf. I. Fig. 6.)

Ausserhalb der Endodermis, deren Zellen im Hypokotyl mit Stärke angefüllt sind, liegt vor jeder Phloemgruppe eine ein-

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich.

Red.

***) Die Tafeln liegen nächster Nummer bei.

fache Bogenreihe ölführender Gänge (a—f, ö). Jede derselben enthält fünf bis acht solcher Gänge. Die beiden seitlichen einer jeden Reihe erscheinen auf dem Querschnitt dreikantig, die übrigen vierkantig. Die einzelnen Bogenreihen, zu einem Kreise um den Centralcyylinder angeordnet, sind in der Wurzel vor den Gefässen nur durch eine bis zwei Rindenzellen von einander getrennt.*) Im Hypokotyl sind diese Gänge zunächst von demselben Bau und derselben Anordnung, doch liegen die einzelnen Bogenreihen dem grösseren Durchmesser des Centralcyinders entsprechend weiter auseinander. Oberhalb des Kotyledonarknotens kommen in der Peripherie des Markes stehende Gänge dazu.

Aus jedem Kotyledon treten vier Gefässbündel in das Hypocotyl. Die beiden Medianbündel (a, m) eines jeden Kotyledon liegen sich einander genähert, zusammen ein Paar bildend. Von den Lateralbündeln (a, l) verschmilzt sofort nach Eintritt in das Hypocotyl das des einen mit dem des anderen Kotyledon. So haben wir also sechs Gefässbündel im ganzen Verlauf des hypocotylen Gliedes, nämlich vier eigenläufige und zwei vereintläufige (a). Zwischen diesen Hauptbündeln treten dann noch kleine Zwischenstränge (a, z) auf, die aus dem Epikotyl stammen, nur aus Phloem bestehen und allmählich blind verlaufen. Die Gefässplatten der benachbarten Medianbündel liegen bereits im obersten Theil auf einer Tangente (b, m) und haben ihre Primordialgefässe einander zugekehrt. Sie zeigen bereits gewissermassen den Uebergang von der centrifugalen Gefässanordnung des Stengels zur centripetalen der Wurzel. Anders verhalten sich die vereintläufigen Lateralbündel (b, l). Sie behalten zunächst noch bis zur Mitte des Hypocotyls ihre Gefässe in centrifugaler Anordnung.

Hier beginnen die Gefässe in allen Bündeln sich zu drehen (c). Erst beginnt diese Drehung in den paaren Mediansträngen; indem sich beide, um ihren Phloemtheil schwenkend, einander nähern, drehen sie sich gleichzeitig um ihre Primordialgefässe nach innen, bis zuerst diese in der Peripherie des Siebtheils aufeinanderstossen, und allmählich beide Gefässplatten vollends verschmelzen (d). Die Lateralstränge vollziehen jetzt ebenfalls die Drehung um ihren Phloemtheil in der Weise, dass auch hier die Gefässe beim Eintritt in die Wurzel in die centripetale Lage gelangt sind. Die Phloemtheile dieser legen sich an den benachbarten Phloemtheil der Medianstränge, so dass wir jetzt vier Gefäss- und ebenso viele mit ihnen alternirende Phloemgruppen haben (e). Die beiden durch Verschmelzung von je zwei Mediansträngen entstandenen Gefässplatten entsprechen der Stellung der Kotyledonen. Das Mark nimmt von der Basis der Wurzel nach deren Spitze hin an Mächtigkeit ab.

*) Nach v. Tieghem kommen diese Oelgänge oft zu Stande zwischen zwei aus tangentialer Theilung der ursprünglichen einfachen und vor den Gefässplatten einfach bleibenden Endodermissschicht hervorgehenden concentrischen Zelllagen, von denen dann die innere die Eigenschaften der Endodermis behält.

Aus dem sechs Gefässbündel führenden Hypokotyl resp. aus den acht von den Kotyledonen in das Hypokotyl tretenden Bündeln geht also eine tetrarche Wurzel hervor (f). Dies ist die Regel bei *Helianthus*; doch fand ich zwischen den verschiedenen untersuchten, jüngeren und älteren Keimlingen eine pentarche Wurzel, die ebenfalls aus sechs Bündeln des Hypokotyls entsteht (s. u.).

Es ist dies ein Gegenbeweis für die von S. Goldsmith*) aufgestellte Behauptung, wonach die von v. Tieghem behauptete Unregelmässigkeit in der Zahl der Stränge des hypokotylen Stengels und der Hauptwurzel bei einer und derselben Species nicht stattfindet, sondern vielmehr in der Anzahl und dem Verlaufe der Kotyledonar Spuren völlige Gesetzmässigkeit herrscht.**)

b) Pentarche Wurzel.

(Taf. II. Fig. 7.)

Auch hier haben wir genau wie bei der Keimpflanze mit tetrarcher Wurzel im obersten Theil des Hypokotyls zunächst sechs Gefässbündel, die alle ihren Ursprung in den Kotyledonen haben, indem von den vier Spuren eines jeden Kotyledon die beiden Medianbündel eigenläufig sind und zusammen ein Paar bilden, die ungleichnamigen Lateralbündel dagegen verschmelzen. — Ich betone dies ausdrücklich, weil S. Goldsmith***) annimmt, dass eine pentarche Wurzel dadurch zu Stande kommt, dass einer der fünf Stränge aus dem Epikotyl stammt, und nur die vier anderen Kotyledonarbündel sind, was einer Divergenz der Kotyledonen von $\frac{2}{5}$ entspräche. Sie glaubt dies aus dem Zustandekommen triarcher Wurzeln (*Vicia*, *Pisum*) schliessen zu dürfen, in welchen allerdings die Divergenz der Kotyledonen $\frac{1}{3}$ beträgt, und einer der Stränge die Blattspur des ersten Blattes ist.

Die Gefässanordnung in den einzelnen Bündeln ist zunächst dieselbe, wie ich sie oben bei der tetrarchen Wurzel gezeigt habe; auch finden wir hier kleine, wurzelwärts blind verlaufende, nur aus Phloem bestehende Zwischenstränge (a, z). Der Unterschied zwischen beiden Wurzeln liegt eben nur in dem Verhalten der sechs Bündel beim Uebergang in die Wurzel. Die Gefässstränge der Medianbündelpaare orientiren sich ebenfalls so, wie bei der vorigen Pflanze, indem auch sie zu einer Gefässplatte der Wurzel verschmelzen (e u. f). Anders die vereintläufigen Lateralstränge; dort wurde aus jedem eine Gefässplatte der Wurzel; der zugehörige Phloemtheil legte sich in seiner Gesamtheit an einen benachbarten der Medianbündel. Hier dagegen verhalten sich beide sowohl untereinander als auch von denen der vorigen Pflanze verschieden. Bei dieser theilt sich der Phloemtheil des einen Lateralbündels in zwei Hälften (c und d, h); jede legt sich

*) S. Goldsmith, Strangverlauf im hypokotylen Stengel und in der Hauptwurzel der *Dicotyledonen*.

**) Dem Referate im Botanischen Jahresbericht. 1877. p. 329. entlehnt.

***) l. c.

nach rechts bzw. links an den benachbarten der Medianbündel (e, l₁). In dem zugehörigen Gefässtheil orientiren sich die Primordialgefässe so, dass sie in der Mitte zu stehen kommen (d); von diesen aus folgen nach rechts und links die weiteren Gefässe, sich um die ersteren nach innen allmählich einander zudrehend, bis beide Schenkel mit einander verschmelzen. Gleichzeitig rücken die Gefässe nach aussen, bis die Primordialgefässe in die Peripherie der Phloemstränge gelangt sind.

Bei dem anderen Lateralbündel dagegen setzt sich der Phloemtheil direct in die Wurzel fort, wird also zu einem der fünf Phloemstränge der Wurzel.

Der Gefässtheil ordnet sich so, dass die Primordialgefässe an den beiden Seiten zu stehen kommen, die jüngeren Gefässe zwischen diesen liegen (d und e, l₂). Dann rücken die ersteren in die Peripherie der Phloemtheile; dabei theilt sich die Gefässplatte in der Mitte in zwei Schenkel. Beide drehen sich um die Primordialgefässe rechts bzw. links nach innen, bis sie die centripetale Gefässanordnung erreicht haben, und jede Hälfte einen Gefässstrang der Wurzel (f) bildet.

So kommt also die pentarche Wurzel dadurch zu Stande, dass der Phloemtheil des einen vereintläufigen Lateralbündels sich als selbstständiger Phloemstrang in die Wurzel fortsetzt, der zugehörige, vereintläufige Gefässstrang sich theilt, und jede Hälfte einen solchen in der Wurzel ausmacht.

Cucurbita Pepo.

(Taf. II. Fig. 8.)

Die Endodermis tritt im Hypocotyl als Stärkeschicht auf, ist jedoch erst einige Querschnitte unterhalb des Kotyledonarknoten vorhanden (b, E). Die Gefässbündel sind wie bei allen *Cucurbitaceen* im epicotylen Theil in zwei Kreise geordnet; die des äusseren stehen vor den Kanten des Stengels, die des inneren alterniren mit diesen.

Eine solche anormale Anordnung findet sich im Hypocotyl nicht, sondern hier liegen sämtliche Bündel in nur einem Kreise. Den für die *Cucurbitaceen* typischen, bikollateralen Bau der Gefässbündel treffen wir jedoch im oberen Theil des Hypokotyls noch an, weiter abwärts geht er allmählich durch Schwinden des nach innen gekehrten Phloemtheils in die monocollaterale über.

Aus jedem Kotyledon treten vier bicollaterale Gefässbündel in das Hypokotyl ein (a). Die beiden Medianbündel (a—c, m) verlaufen getrennt; von den Lateralbündeln (a—e, l) dagegen vereinigen sich sofort nach dem Eintritt die beiden ungleichnamigen. So haben wir zunächst sechs Gefässbündel, vier eigenläufige und zwei vereintläufige; letztere erscheinen auf dem Querschnitt auch bedeutend umfangreicher als die ersteren. Dann gehen die Bündel aus ihrer radial gestreckten, eiförmigen Gestalt in die mehr weniger breite, elliptische über (b), und in diesem Augenblick haben wir es streng genommen mit concentrischen Bündeln zu

thun, indem auch seitwärts der Gefässstränge einige Phloemzellen auftreten, und so die ersteren vollständig vom Phloem eingeschlossen sind. Allmählich geht dann die bicollaterale bzw. concentrische Anordnung in die monocollaterale über (c). Sobald sie wenig unter der Mitte des Hypokotyls erreicht ist, trennen sich die vereintläufigen Lateralbündel wieder in ihre zwei Schenkel (c, l); jeder legt sich an das zunächstliegende Medianbündel desselben Kotyledon. Jetzt sind also die ursprünglichen acht Bündel zu vier verschmolzen (d).

Die Phloemtheile bilden vier breite, bogige Streifen, an deren Innenseite die Gefässstränge liegen, so geordnet, dass die Primordialgefässe an den beiden Seiten, die späteren, grösseren nach der Mitte hin stehen. Sämmtliche Gefässe eines Bündels liegen folglich auf einer nahezu geraden Linie (e). Bald nun rücken die Gefässplatten in der Mitte auseinander (e). Die Gefässe jeder Hälfte schwenken in Richtung der Primordialgefässe um ihren Phloemtheil nach aussen (f), bis beim Eintritt in die Wurzel die Stranghälfte des einen mit der des anderen Bündels zusammentrifft (g) und vollständig mit ihr zu einer Gefässplatte verschmilzt (h). Diese haben die centripetale Gefässanordnung und alterniren mit den Phloemgruppen, die die directe Fortsetzung derjenigen des Hypocotyls bilden.

Es entsteht mithin die tetrarche Wurzel aus acht ursprünglich vorhandenen Kotyledonarbüdeln.

Cucumis profetarius.

(Taf. II. Fig. 9.)

Als Untersuchungsmaterial diente eine junge Pflanze mit bereits eingetretenem, secundärem Dickenwachsthum der Uebergangsregion vom hypocotylen Glied in die Pfahlwurzel.*)

Es treten aus jedem Kotyledon vier Gefässbüdnel in das Hypocotyl. Von diesen verschmelzen die seitlichen, ungleichnamigen zu einem durch grössere Mächtigkeit ausgezeichneten Bündel (a, l); die Medianbüdnel dagegen bleiben zunächst eigenläufig (a, m). So sind anfangs im Hypocotyl sechs Gefässbüdnel vorhanden, die zunächst sämmtlich bicollateral sind. Basisabwärts gehen erst die vereintläufigen (b), und hierauf auch die eigenläufigen (c) in die monocollaterale Form über. Ist diese überall erreicht, spalten sich die vereintläufigen Lateralbüdnel in ihre beiden ursprünglichen Hälften (d). Jede dieser legt sich an ein Medianbüdnel desselben Kotyledon (e u. f), so dass wir jetzt eine Strecke lang vier Gefässbüdnel von annähernd gleichem Umfang haben. In ihnen liegen die primären, centrifugal angeordneten Gefässe, wie immer in Büdneln mit secundärem Zuwachs, am weitesten nach der Mitte. Beim Uebergang in die Wurzel orientiren sich diese zu zwei eine

*) Diese Art scheint sich ganz in der Weise zu verhalten, welche A. de Bary, l. c. p. 470, für die secundäre Holzbildung in den Gefässbüdneln der Wurzeln von *Cucurbita* angiebt. Vergl. auch p. 488.

Tangente des Markcyinders ausmachenden Schenkeln (g). Die Enden der Schenkel bilden die Primordialgefäße, während nach dem Scheitelpunkt des durch die Schenkel gebildeten Winkels hin die weiteren Gefäße liegen. Erstere schwenken um die secundären Gefäße nach aussen, und um sie drehen sich einwärts die weiteren, primären Gefäße. Indem die benachbarten Schenkel von je zwei verschiedenen Bündeln immer mehr, nachdem ihre Primordialgefäße bereits aufeinander gestossen sind, convergiren, verschmelzen sie schliesslich zu einer Gefässplatte mit centripetaler Gefässanordnung, die dann jedesmal mit dem ein gemeinsames Ganzes bildenden, secundären Holz- und dem primären und secundären Phloemtheil alterniren (h). Der secundäre Holztheil setzt sich also, wie in der Regel auch der Phloemtheil, ohne Drehung und Verschiebung direct aus dem Hypocotyl in die Wurzel fort. Die vier primären Gefässstränge sind in der Mitte durch ein grosses Tüpfelgefäss verbunden.

Zwischen den einzelnen secundären Gefäss- und Phloemgruppen verlaufen Parenchymplatten (h, p), die man nicht gut Markstrahlen nennen kann, weil die im Querschnitt kreuzförmige Gruppe der primären Gefäße an die Stelle des axilen Markkörpers getreten ist.

Pinus laricio.

(Taf. II. Fig. 10.)

Als Material diente eine junge Keimpflanze mit sieben Kotyledonen.

Vom obersten Theil des Hypokotyls laufen bis zur Spitze der Wurzel vier Harzgänge (a—f, h). Sie liegen in der Peripherie der Phloemtheile, und zwar vor dem Zusammentritt der Kotyledonarspuren mit denen des Epicotyls in der Peripherie der Kotyledonarspuren. Die Wand dieser Gänge wird durch die angrenzenden Zellen gebildet; diese schliessen lückenlos aneinander*) und unterscheiden sich von den Nachbarzellen dadurch, dass sie auf dem Querschnitt eine im Verhältniss zu ihrer Länge geringe Breite besitzen.

Das Pericambium ist in der Wurzel, wie bei allen *Pinus*-Arten, mehrschichtig, etwa fünf bis sieben Zelllagen stark.

Im obersten Theil des Hypokotyls haben wir zwei Kreise von je sieben Gefässbündeln. Der äussere besteht aus den Kotyledonarbüdeln (a, kot. b), während der innere von den Bündeln, die aus dem Epicotyl stammen (a, ep. b), gebildet wird. Diese beiden Kreise verlaufen jedoch nur für eine sehr kurze Strecke concentrisch; denn wenige Querschnitte weiter abwärts schieben sich die beiden, bis dahin getrennten Kreise zu einem einzigen in einander (b), so dass die Kotyledonarbüdnel mit den Spursträngen der epicotylen Blätter alterniren. Wieder einige Schnitte tiefer haben sich die letzteren bereits an die Kotyledonarspuren angelegt, um bald mit ihnen vollends zu verschmelzen. Es entstehen so

*) A. de Bary, l. c. p. 211.

für eine kurze Strecke zwei fast vollständig geschlossene Ringe (c). Der äussere (c, s) setzt sich aus den gesammten Phloemtheilen zusammen und ist nur an den vier Stellen, an welchen die oben erwähnten Harzgänge liegen, unterbrochen.

Den inneren Ring (c, g), der ebenfalls nur kleine Lücken aufweist, machen die gesammten Gefässtheile aus. Weiter abwärts sehen wir die Ringe sich spalten (d). Die mit den Harzgängen alternirenden Phloemgruppen verkürzen sich in tangentialer Richtung. Der Gefässring spaltet sich gleichfalls in vier Gruppen, welche vor die Harzgänge treten und dadurch mit den vier Phloemgruppen alterniren. Und zwar orientiren sich die engeren Primordialgefässe in der Weise, dass sie vor den Harzgängen zu stehen kommen, während die späteren, weiteren Gefässe seitliche Stellung einnehmen.

Diese Anordnung findet sich bereits wenig unter der Mitte des Hypocotyls. Dann schwenken die beiden Schenkel einer jeden Gefässplatte um die Primordialgefässe nach innen, bis sie beim Eintritt in die Wurzel zusammenstossen (e). Nachdem so die centripetale Anordnung erreicht ist, nimmt jede Gefässplatte die Form eines Y an (f). Diese Form ist charakteristisch für die Wurzel der Gattung *Pinus*; hierdurch unterscheidet sich die letztere von den *Abietineen*.*) Jede Gefässplatte beginnt aussen mit zwei von einander getrennten Schenkeln, die aus drei bis vier engen Tracheiden bestehen und nach innen convergirend aneinanderstossen. Von ihrem Vereinigungspunkte aus setzt sich in centripetaler Richtung eine ein- bis zweifache, radiale Reihe Gefässe fort, die nach der Mitte hin weiter werden. In dem Winkel des Y verläuft der Harzgang. Die Stränge stossen nicht in der Mitte zusammen; diese wird vielmehr von einem zarten Mark eingenommen.

Die tetrarche Wurzel entsteht hier also aus den sieben Kotyledonarbüdeln, die mit den aus dem Epicotyl stammenden Büdeln zu einem einheitlichen Ringe zusammengetreten waren.

Pinus Torreyana.

(Taf. II. Fig. 11.)

Zur Verfügung stand mir eine junge Keimpflanze mit fünfzehn Kotyledonen.

Aus jedem dieser tritt, wie bei *Pinus laricio*, auch hier ein Gefässbüdel in das Hypokotyl. Ebenso viele, jedoch an Umfang geringere Büdel treten aus dem Epikotyl in dasselbe. Zunächst sind diese Gefässbüdel noch in zwei Kreise geordnet, von denen der äussere durch die Kotyledonarbüdel (a, kot. b), der innere durch die aus dem Epikotyl (a, ep. b) gebildet wird. Letztere stehen jedesmal auf der Lücke zwischen zwei Kotyledonarbüdeln. Diese Anordnung findet sich jedoch nur eine ganz kurze Strecke unterhalb des Kotyledonarknoten; denn bald schieben sich die

*) A. de Bary, l. c. p. 371.

beiden verschiedenartigen Bündel zwischen einander (b). Die gesammten Phloemtheile verschmelzen zu einem vollständig geschlossenen Ring. Die Harzgänge, durch die bei *Pinus laricio* der vereinigte Siebtheil im Hypokotyl unterbrochen wurde, treten bei dieser *Pinus*-Art erst in der Wurzel auf; hier sind sie noch nicht vorhanden. Die Gefässe liegen in ca. 20 verschiedenen, theils kleineren, theils grösseren Gruppen an der Innenseite des Phloemringes. Letzterer tritt etwa in der Mitte des Hypokotyls an sechs Stellen auseinander (c); auch die Gefässe vereinigen sich zu sechs Gruppen. Jede von ihnen besteht aus zwei Schenkeln, die zusammen einen stumpfen Winkel bilden; der Scheitelpunkt, an welchem sich die Primordialgefässe befinden, liegt vor den entstandenen Lücken innerhalb des Phloemtheils (c u. d). Wir haben also jetzt sechs Phloemtheile und an ihrer Innenseite liegend, mit ihnen alternirend ebenso viele Gefässstränge. In diesem Augenblick treten auch die bei *Pinus laricio* näher beschriebenen Harzgänge (d—f, h) zwischen den Phloemtheilen auf. Die beiden Schenkel der einzelnen Gefässstränge convergiren immer mehr, bis sie schliesslich an der Basis des Hypokotyls zusammentreffen (d) und vollends verschmelzen (e). Später gehen auch diese in die typische Y-Form über (f), deren nach aussen divergirende Schenkel aus fünf bis sechs Tracheiden bestehen; in dem Winkel verläuft der Harzgang.

Die 15 Kotyledonarbüdel, denen sich ebenso viele aus dem Epicotyl stammende Bündel angelegt haben, ordnen sich also derart an einander, dass eine hexarche Wurzel resultirt.

III.

Ergebnisse.

Die entscheidende Frage, auf welche durch die im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen die Antwort gefunden werden sollte, ist diese: Ist der ganze Centralcylinder der Wurzel einem einzigen Gefässbündel des *Dicotylen*-Stengels gleich zu achten,*) oder besteht derselbe aus einzelnen mit einander alternirenden Gefäss- und Phloemgruppen nebst Grundgewebe und ist somit dem ganzen Gefässbündelcylinder nebst Mark des *Dicotylen*-Stengels gleichwerthig?**)

Ein normales Gefässbündel des Stengels setzt sich zusammen aus Xylem und Phloem; zwischen beiden liegt bei Pflanzen, die eines secundären Dickenwachsthums fähig sind, das Cambium. Das Xylem besteht aus Gefässen, um die in stärkerer oder geringerer Ausdehnung Parenchym- und Prosenchymzellen gelagert sind. Das Phloem wird gebildet aus Siebröhren, die ebenfalls von parenchymatischen und prosenchymatischen Zellen umgeben sein können. Zwar grenzen sich nicht immer die Bündel gegen das Grundgewebe so scharf ab, dass man mit Bestimmtheit angeben könnte, diese Zelle gehört dem Gefässbündel, jene dem

*) Russow und de Bary.

**) van Tieghem, Reinke und Falkenberg.

Grundgewebe an. Doch ist es selbst dem weniger geübten Auge ohne Weiteres möglich, auf dem Querschnitt die Gefässbündel annähernd genau zu umschreiben, indem sie sich in ihrer geschlossenen Ganzheit vom Grundgewebe deutlich abheben. Insbesondere sind auch die Cambiumbündel, aus denen die Gefässbündel hervorgehen, gegen das umgebende Grundgewebe scharf abgegrenzt. Es besteht also das Innere des Stengels aus Grundgewebe, dem die Gefässbündel bezw. Cambiumbündel eingelagert sind.

Ein ebenso abgeschlossenes Ganzes, wie ein einzelnes Stengelgefässbündel, bildet nun nach Ansicht einiger Botaniker der Centralcyinder der Wurzel. Ich gebe zu, dass nach Verholzung des sämmtlichen Grundgewebes und des Xylems — besonders bei älteren *Monocotyledonen*-Wurzeln — der gesammte Centralcyinder ein einheitliches Ganzes zu bilden scheint. Betrachten wir jedoch eine junge Wurzel derselben Pflanze, so sehen wir hier deutlich die abwechselnd neben einander liegenden Gefäss- und Phloemgruppen, umgeben von einem deutlich von diesen sich unterscheidenden, zarten Grundgewebe. Dieses setzt sich auch nach der Mitte hin fort; und so haben wir hier auch ein Mark, das bei einigen Wurzeln sogar bedeutende Mächtigkeit annimmt (cf. *Smilax caduca*, *Smilax papyracea*, *Zea Mais* etc.). Hiergegen wird nun geltend gemacht, dass wir es in dem sog. Wurzelmark garnicht mit einem dem Stengelmark homologen Gewebe zu thun haben.*) Das Stengelmark sei immer zart und führe grosse Intercellularräume. Aber hat nicht im jüngeren Stadium das Mark aller Wurzeln die verlangte, zarte Beschaffenheit der Zellwände, die bei *Smilax* und *Zea* in der alten Wurzel erhalten bleibt? Haben wir nicht bei diesen letzteren Wurzeln auch die geforderten Intercellularräume? Darum kann ich auch Russow durchaus nicht beipflichten, wenn er selbst das Mark der *Smilax*-Wurzel, wie wohl es doch deutlich als solches charakterisirt ist, nicht als eigentliches Mark gelten lässt, weil, wie er sagt, auch in collateralen Bündeln des Stengels manchmal Intercellularräume in der Umgebung der Gefässe auftreten.***) Ich halte diese durch nichts bewiesene Auffassung zum mindesten für sehr künstlich. Dass das Wurzelmark im älteren Stadium fast immer verholzt, und allerdings bei den meisten untersuchten Wurzeln die Intercellularräume fehlen, dürfte auf die Thatsache zurückzuführen sein, dass der Wurzel in mechanisch-physiologischer Hinsicht eine andere Bedeutung wie dem Stengel zufällt, die für sie einen zugfesten Bau bedingt. Deshalb erscheinen ja auch in der Wurzel die Stereome nach der Mitte hin zusammengedrängt, während sie im Stengel, der biegungsfesten Bau haben muss, peripherisch angeordnet sind.

Indessen mag immerhin zugegeben werden, dass in Bezug auf die *Monocotylen*-Wurzel eine Meinungsverschiedenheit möglich

*) E. Russow, l. c. p. 49.

**) E. Russow, l. c. p. 49.

ist; in Bezug auf die Pfahlwurzel der *Dicotylen* und *Coniferen*, wo wir genau die Fortsetzung der einzelnen Gewebe vom Stengel in die Wurzel verfolgt haben, scheint mir dieselbe ausgeschlossen. Bei den zuletzt genannten Pflanzen treten beim Eintritt in die Wurzel die Gefässbündel des hypocotylen Stengels auseinander, und die Gefäss- und Phloemgruppen liegen abwechselnd nebeneinander. Das Mark des Hypokotyls setzt sich direct in die Wurzel als Wurzelmark fort. Verschwindet es nach der Spitze hin mehr und mehr, so ist dies wohl aus physiologischen Umständen zu erklären. Immerhin beweist die durch die successiv gemachten Querschnitte nachgewiesene Continuität der Gewebeübergänge, dass auch der Centralcylinder an der Spitze der Wurzeln, wo das Mark fast vollständig verschwunden sein kann, denselben morphologischen Werth hat, wie an der Wurzelbasis, und folglich wie das ganze Innere des *Dicotylen*-Stengels. Unzweifelhaft sind auch die Seitenwurzeln in morphologischer Hinsicht den Pfahlwurzeln gleichwerthig.

Sehr deutlich tritt uns bei Wurzeln nach eingetretenem, secundärem Dickenwachsthum (*Cucumis profetarius*) die Unhaltbarkeit der Auffassung, den Centralcylinder einem einzelnen Gefässbündel gleich zu achten, entgegen. Hier setzt sich das gesammte Phloem, Cambium und secundäre Xylem direct aus dem Hypokotyl, ohne aus seiner radialen Lage herausgekommen zu sein, in die Wurzel fort und tritt uns hier als ebenso geschlossenes Ganzes, durch Parenchymplatten an den Seiten begrenzt, entgegen, wie die Gefässbündel im untersten Theil des Hypokotyls, nachdem die Theilung und Wiedervereinigung zweier benachbarter Bündel vor sich gegangen ist. Nur die primären Gefässe vollziehen die Schwänkung und setzen sich in derselben Weise, wie bei der jungen Wurzel, zu beiden Seiten dazwischen.

Es kann nicht daran gezweifelt werden, dass die *Monocotylen*-Wurzel denselben morphologischen Werth hat, wie die *Dicotylen*- und *Coniferen*-Wurzel. Daher ist zu folgern, dass auch der Centralcylinder der *Monocotylen*-Wurzel ebenso, wie der der *Dicotylen*- und *Coniferen*-Wurzel, aus einzelnen Gefäss- und Phloemsträngen nebst Grundgewebe zusammengesetzt ist.

So komme ich zum Schluss und sage, wie im Embryo die beiden Pleromkegel des Stengels und der Wurzel, die mit ihrer Basis aufeinander stossen, vollkommen gleichwerthig sind, ebenso haben auch der ganze innere Theil des Stengels (Gefässbündel nebst Grundgewebe) und der Centralcylinder der Wurzel, die beide aus den Pleromkegeln hervorgehen, denselben morphologischen Werth. Im Stengel entwickelt sich je ein Phloemtheil zusammen mit einem Gefässstheil zu einem geschlossenen Gefässbündel, wobei beide Theile auf einem Radius liegen; in der Wurzel findet die Vereinigung nicht statt. Gefäss- und Phloemtheile liegen vielmehr abwechselnd nebeneinander, jeder auf einem besonderen Radius. Das Grundgewebe der Wurzel ist dem des Stengels homolog.

Hiernach darf also der Centralcylinder nicht als ein Gefäßbündel aufgefasst werden, sondern setzt er sich zusammen aus einzelnen Gefäß- und Phloemgruppen nebst Grundgewebe. Folglich hat der Centralcylinder der Wurzel denselben morphologischen Werth, wie das ganze Innere des Stengels.

Tafelerklärung.

a. = kleine, aus dem Epicotyl stammende Gefäßgruppe bl. = Blattspursrang. cot. = Kotyledon. D. B. = dickwandiger Bast. E. = Endodermis. ep. b. = aus dem Epicotyl stammendes Bündel. g. = Gefäß. ge. = Gerbstoff enthaltender Schlauch. gr. = Grundgewebe. h. = Harzgang. kot. b. = Kotyledonarbündel. l. = Lateralbündel. m. = Medianbündel. ma. = Mark. ö. = ölführender Gang. p. = Parenchymplatte. prim. Bl. = Primordialblatt. r. = Rinde. s. = Phloem. skl. = Sklerenchym. z. = Zwischenstrang. ze. = Zellenzug.

Tafel I.

- Fig. 1 a. und b. *Smilax caduca*. Vergr. a: 1:130, b: 1:350.
 Fig. 2. *Smilax papyraceae* (Parä-Flüek.). Vergr. 1:75.
 Fig. 3. *Convallaria majalis*. Vergr. 1:260.
 Fig. 4. *Lupinus luteus*. Vergr. 1:75.
 Fig. 5. *Phaseolus multiflorus*. Vergr. 1:75.
 Fig. 6. *Helianthus annuus*, tetrarche Wurzel. Vergr. 1:75.

Tafel II.

- Fig. 7. *Helianthus annuus*, pentarche Wurzel. Vergr. 1:75.
 Fig. 8. *Cucurbita Pepo*. Vergr. 1:75.
 Fig. 9. *Cucumis profetarius*. Vergr. 1:75.
 Fig. 10. *Pinus laricio*. Vergr. 1:75.
 Fig. 11. *Pinus Torrejana*. Vergr. 1:75.

Botanische Gärten und Institute.

Notizblatt des königl. botanischen Gartens und Museums zu Berlin. Herausgegeben von A. Engler. Bd. I. No. 10. gr. 8. p. 295—346. Leipzig (Wilhelm Engelmann in Komm.) 1897. M. 1.20.

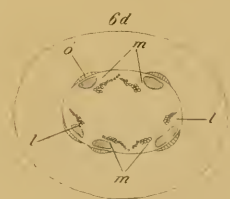
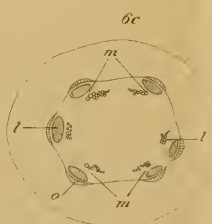
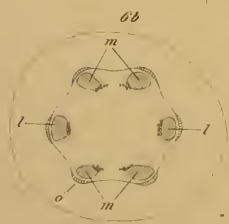
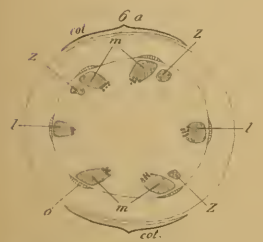
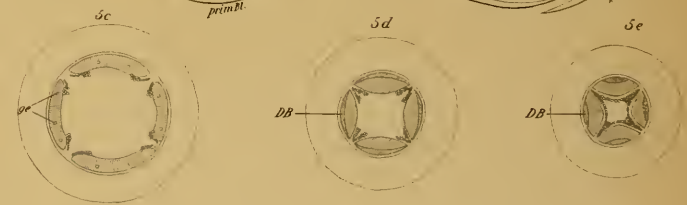
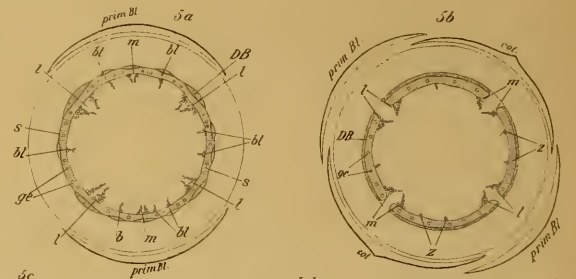
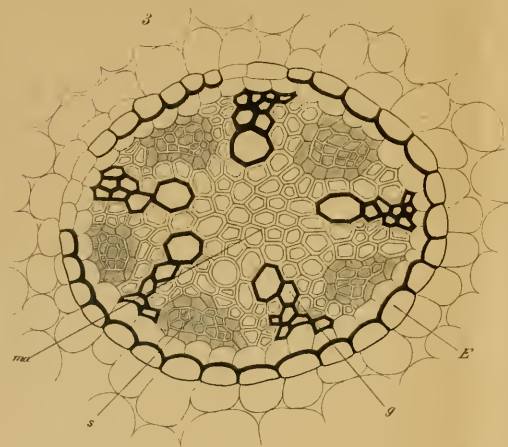
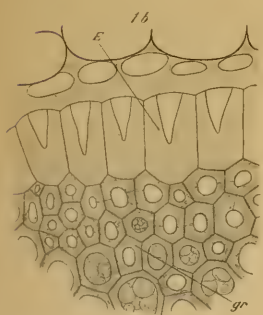
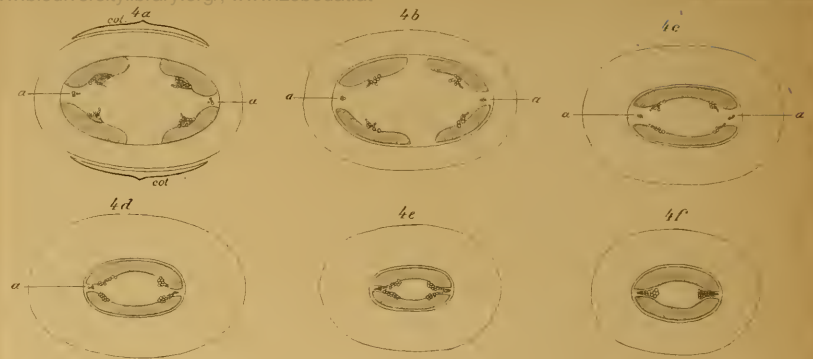
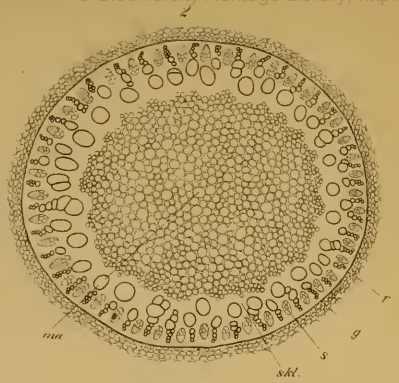
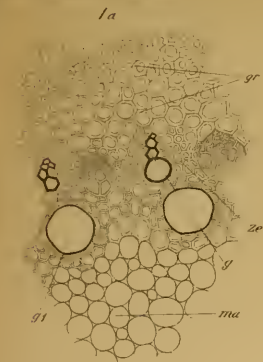
Referate.

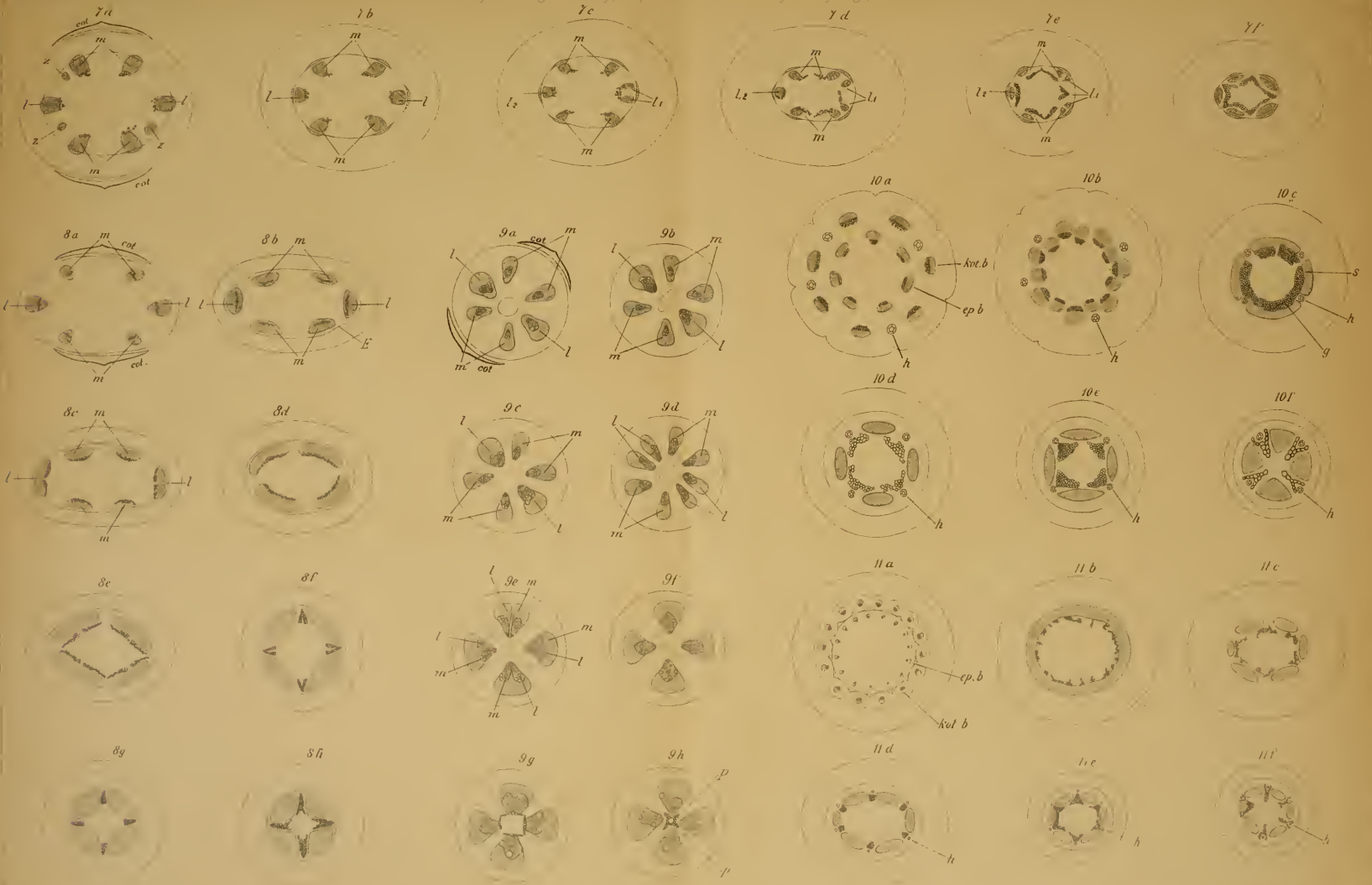
Cardot, Jul., Mosses of the Azores and of Madeira. (From the Eighth Annual Report of the Missouri Botanical Garden. 1897. p. 51—75. With 11 plates).

Im Jahre 1870 veröffentlichte Mitten in Godman's Naturel History of the Azores für diese Inselgruppe 44 Laub- und 3 Torfmoose, welche z. Th. von Hunt, z. Th. von Watson, z. Th. von Godman gesammelt worden waren. Das vorliegende Verzeichniss umfasst dagegen 80 Laubmoose und 6 *Sphagna*, und zwar sind bekannt von San Miguel 49, Sta. Maria 36, Flores 16, Tayal 14, Graciosa 9, Pico 8, Terceira 6, Corvo 3 und San Jorge 1.

Als neu werden folgende Arten und Formen beschrieben:

1. *Campylopus flexuosus* (L.) Brid. var. *fayalensis* Card. (Taf. 1). 2. *Campylopus setaceus* Card. (Taf. 2). 3. *Hyophila Treleasei* Card. (Taf. 3). 4.





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 Centralcyinders der Wurzel. \(Fortsetzung und Schluss.\) 129-139](#)