

# Der morphologische Werth des Centralcylinders der Wurzel.

Von

Albert Kattein

aus Gaarden.

Mit 4 Tafeln.

Die Botaniker sind darüber verschiedener Meinung, ob der Centralcylinder der Wurzel einem einzigen Gefässbündel gleich zu achten sei, oder vielmehr als aus einzelnen Gefäss- und Phloemgruppen und Grundgewebe zusammengesetzt aufzufassen sei. In letzterem Falle würde der Centralcylinder nicht einem einzelnen Gefässbündel, sondern dem Gefässbündelcylinder nebst dem Marke eines *Dicotylen*-Stengels gleichwerthig sein. Während Russow\*) und de Bary\*\*) der ersten Ansicht sind, indem sie den Centralcylinder als einen einzigen axilen bzw. radiären Fibrovasalstrang ansehen, tritt Falkenberg\*\*\*) der Russow'schen Ansicht entgegen und spricht sich dahin aus, dass man es in der That mit verschiedenen Strängen zu thun hat. Auch Reinke†) wendet sich gegen die erste Auffassung; er sagt, nachdem er vorher die Wurzel der *Monocotyledonen* ihrem anatomischen Bau nach behandelt hat: „Der zuletzt erwähnte Typus (Wurzel mit mächtigem, parenchymatischem Mark. Ref.!) lässt es unthunlich erscheinen, wie es von Seiten einiger Botaniker geschieht, den Centralcylinder der Wurzel einem einzelnen *Dicotylen*- oder *Monocotylen*-Gefässbündel gleich zu setzen; dagegen kann man denselben mit dem axilen Gefässcylinder mancher *Dicotylen*-Wasserpflanzen vergleichen und somit als morphologisches Aequivalent des ganzen innern, aus dem Plerom hervorgehenden *Dicotylen*-Stammes auffassen. Auch in der Wurzel bildet der Centralcylinder die Fortsetzung des Pleroms der Vegetationsspitze.“

So erschien es lohnend, sich einmal eingehend mit der Frage: „Darf der Centralcylinder der Wurzel als ein Gefässbündel aufgefasst werden oder nicht?“ zu befassen. Zur Beantwortung derselben kam es für mich darauf an, dem von andern bereits untersuchten Material neues hinzuzufügen. Ich durfte mich nicht auf Verwerthung der in der Litteratur vorliegenden Angaben beschränken und danach allein meine Aufgabe zu lösen suchen, sondern vielmehr galt es für mich, durch eigene Untersuchung und Vergleichung des anatomischen Baues zahlreicher und verschiedenartiger Wurzeln in den verschiedenen Altersstadien und

\*) E. Russow, vergl. Untersuchungen etc. Dorpat 1875. p. 155.

\*\*) A. de Bary, vergl. Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877. p. 243 u. 365.

\*\*\*) P. Falkenberg, vergl. Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der *Monocotyledonen*. Stuttgart 1876. p. 194.

†) J. Reinke, Lehrbuch der allgemeinen Botanik mit Einschluss der Pflanzenphysiologie. Berlin 1880. p. 282.

ihres Gefässbündelverlaufs vom Hypokotyl herab mir ein Urtheil darüber zu bilden, welcher der über die aufgeworfene Frage bestehenden Ansichten der Vorzug zu geben sei. Bei den *Monocotyledonen* musste ich mich wegen des so frühen Auftretens vieler der Hauptwurzel gleich mächtigen und schwer von ihr zu unterscheidenden Beiwurzeln und wegen der Kürze des Hypokotyls darauf beschränken, die Anordnung und den Bau der histologischen Bestandtheile innerhalb des Centralcylinders zu studiren und sie dann mit den entsprechenden Theilen im Stengel zu vergleichen. Günstiges Material, um den allmählichen Uebergang vom Stengel in die Hauptwurzel zu beobachten, findet sich dagegen bei allen *Dicotylen* und *Coniferen*. Wegen des bei älteren Wurzeln auf die Beobachtung störend wirkenden secundären Dickenwachstums und der Ansatzstellen von Seitenwurzeln beschränkte ich meine Untersuchungen bei den *Dicotylen* und *Coniferen* auf Keimpflanzen.

Es sei mir zunächst gestattet, einige Bemerkungen darüber anzuführen, in welcher Weise die Untersuchungen gehandhabt und die Resultate gewonnen wurden. Bei den *Dicotylen* und *Coniferen* geschah dies, indem ich vom Hypokotyl — bei einigen sogar vom Epikotyl herab — bis in die Wurzel, und zwar bis zu der Stelle, wo die für die Wurzel typische Anordnung der Gefäss- und Phloemgruppen erreicht war, successiv oft mehr als 150 Querschnitte bei einer Pflanze machte. Dieselben wurden der Reihe nach auf numerirte Objectträger in Anilinglycerin gelegt, wodurch sich die sonst schwer zu erkennenden und oft wegen des jungen Stadiums in geringer Zahl vorhandenen Gefässe intensiv roth färbten und sich so vom übrigen Gewebe deutlich abhoben. Die Anwendung des Mikrotoms empfahl sich nicht, da die zarten, aus Alkohol geschnittenen Keimlinge wegen der langen Dauer einer solchen Zerlegung an das Hollundermark ihre Feuchtigkeit bald abgaben, welk wurden, vom Messer aus ihrer vertikalen Lage gedrückt wurden, und so keine horizontalen Schnitte resultirten. Auch Einbettungen erwiesen sich als unzweckmässig. Zur richtigen Orientirung der Schnitte ritzte ich das ganze Pflänzchen in verticaler Richtung mit einer feinen Nadel, so dass sich danach die Lage der gleichen Theile in successiven Schnitten genau feststellen liess; so konnten die geringfügigsten Verschiebungen und Drehungen der Gefässgruppen u. s. w. vom Stengel durch das Hypokotyl in die Wurzel hinein verfolgt werden. Es war mein Bestreben, bis zu dem Grade der Klarheit über die fraglichen Verhältnisse zu gelangen, dass ich mir den Verlauf an der abgewickelt gedachten Cylinderfläche des Phloem- und Holzkörpers als Skelett veranschaulichen konnte. Dann suchte ich so viele geeignete Schnitte, wie ich zur Veranschaulichung des allmählichen Ueberganges für erforderlich hielt, heraus, um sie mittelst des Seibert'schen Zeichenapparates auf Papier zu werfen. In der Ausführung wurden diese Zeichnungen später zweckentsprechend schematisirt, nachdem die Lage der Gewebe durch den Zeichenapparat genau fixirt worden war. Die

Figuren einer und derselben Pflanze, soweit sie sich auf *Dicotylen* und *Coniferen* beziehen, sind gleich orientirt.

Ich lasse nun im Folgenden die Resultate der Untersuchungen folgen; einige nicht genau zum Thema gehörige Beobachtungen sind hier und da hinzugefügt worden.

I.

Beobachtungen an *Monocotylen*.

*Hyacinthus orientalis*.\*)

Die Endodermis, in der jungen Wurzel zartwandig, verdickt im älteren Stadium bis zum Schwinden des Lumens der Zellen. Die einzelnen Gefässplatten sind in der Mitte durch ein grosses axiles Gefäss\*\*) verbunden, das zunächst unverholzt, bei der älteren Pflanze jedoch als Tüpfelgefäss ausgebildet ist. Das Phloem besteht aus weitlumigen Elementen, von denen einige als Siebröhren deutlich erkannt wurden. Das zwischen den Gefäss- und Phloemgruppen befindliche anfangs zarte Grundgewebe geht später in Verholzung über.

*Smilax caduca*.

Fig. 1.

Die Endodermis besteht aus radial gestreckten, pallisadenartigen, verholzten Zellen, die bei der jüngeren Wurzel und an der Spitze der älteren (B. E) nur an der Innenseite, an der Basis der älteren jedoch bis zum Schwinden des Lumens der Zellen verdickt und getüpfelt sind. Zwischen der Endodermis und dem Gefässring liegen acht bis zehn Zellschichten von Grundgewebe (A und B. gr). Von diesen Zellen sind die äusseren kleiner, stark verdickt und getüpfelt, die inneren sind weniger verdickt, ungetüpfelt und führen Stärke. In dem untersuchten Material waren 18 bis 20 Gefäss- und Phloemgruppen vorhanden\*\*\*). Die letzteren sind aus kleinen, nach innen grösser werdenden Elementen zusammengesetzt. Die Gefässgruppen bestehen im peripherischen Theil aus Gefässen, die nach der Mitte hin an Grösse zunehmen (A. g). An diese schliesst sich in centripetaler Richtung, durch zwei bis drei verdickte Grundgewebezellen getrennt, ein grosses Treppengefäss an (A. g). Im älteren Stadium sind sämmtliche Gefässe verholzt, im jüngeren nur die äusseren, wogegen das grosse Gefäss noch unverholzt ist. Zwischen den einzelnen Gefäss- und Phloemgruppen liegen aus drei bis fünf Zellreihen gebildete Zellenzüge (A. z.). Diese bestehen aus ver-

\*) Die Namen der Pflanzen entsprechen der Bezeichnung derselben im System des Kgl. botanischen Gartens zu Kiel.

\*\*) Ich habe keine Untersuchungen darüber angestellt, ob die im Verlaufe dieser Arbeit von mir als Gefässe bezeichneten Organe nicht theilweise Tracheiden sind. Das der Anatomie der Insecten entlehnte Wort „Tracheen“ habe ich vermieden, weil in der Pflanze die luftführenden Intercellularen den Insecten-Tracheen homolog sind.

\*\*\*)) Die dicken Wurzeln von *Smilax* sind Beispiele für hochgradige Polyarchie. A. de Bary l. c. p. 373.

holzten Zellen, welche geringeren Durchmesser wie die ausserhalb des Gefässringes haben. Sie führen keine Stärke und sind wohl dem Grundgewebe zuzurechnen. Sie bilden einen dichten, festen, das Mark umgebenden Ring, welchem die Gefäss- und Phloemgruppen eingebettet sind. Das Mark (A. m) wird gebildet aus grossen, runden, viel Stärke führenden, im älteren Stadium verholzten Zellen — auf dem Durchmesser ungefähr 12 bis 14 an Zahl —, zwischen denen sich grosse, lufthaltige Intercellularräume befinden.

*Smilax papyracea* (Parà-Flückiger).

(Fig. 2.)

Die Wurzelrinde (r) der Parà-Sarsaparille ist zusammengesetzt aus runden, stärkeführenden Zellen. Die Endodermiszellen sind radial gestreckt, an den Innen- und Seitenwänden stark verdickt. 44 Gefäss- (g) und Phloemgruppen (s) sind in der von mir untersuchten Wurzel vorhanden. Sämmtliche Gefässe sind verholzt. Das Phloem ist schwach entwickelt; seine einzelnen Elemente nehmen nach der Mitte an Grösse zu. Die Gefäss- und Phloemgruppen werden von Sklerenchymfasern (skl) umgeben und bilden mit diesen einen geschlossenen Ring, welcher das mächtige Mark (m) einschliesst. Dieses hat auf dem Durchmesser ca. 35 runde Zellen, welche Stärke, vereinzelt auch Harz führen. Es ist ein zartwandiges, parenchymatisches Gewebe.

Zwischen den Markzellen verlaufen grosse Intercellularräume. Die Stärkekörnchen sind zusammengesetzt.

*Iris pumila.*

Es wurden untersucht ältere und jüngere Wurzeln, beide von geringem Durchmesser. Sie zeigten auf dem Querschnitt acht bis zehn Gefäss- und Phloemgruppen. Die Endodermis besteht bei den älteren Wurzeln aus Zellen, die bis zum Schwinden des Lumens verdickt sind, während die Verdickung bei jüngeren Wurzeln sich nur auf die Querwände erstreckt. Die Phloemgruppen bestehen aus wenigen, doch im Verhältniss zu anderen *Monocotyledonen* - Wurzeln grosszelligen Elementen, von welchen auf dem Längsschnitt einige deutlich als Siebröhren erkannt wurden. Die Gefässgruppen sind zusammengesetzt aus einer bis wenigen Reihen Gefässen, die an der Peripherie eng sind und nach innen allmählich weiter werden. Auf diese folgt dann plötzlich bei einem Theil der Reihen in centripetaler Richtung ein sehr weites Tüpfelgefäss. Bisweilen kommt es vor, dass zwei benachbarte Stränge gegen ein grosses Gefäss spitzwinkelig convergiren, im Querschnitt eine V-Figur bildend, in deren Winkel das grosse Gefäss liegt. Während bei der älteren Wurzel sämmtliche Gefässe verholzt sind, sind bei der jüngeren Wurzel nur die äusseren, kleineren Gefässe verholzt, die grossen Tüpfelgefässe dagegen unverholzt. Die Gefässe der einzelnen Stränge sind im Centrum nur durch drei bis vier Markzellen getrennt, die bei der älteren Wurzel verholzt sind.

*Juncus glaucus.*

In der Rinde kann man einen äusseren und einen inneren Theil unterscheiden. Ersterer besteht aus grösseren, zartwandigen Zellen und führt Intercellularräume, letzterer aus stark verholzten, fast lückenlos an einander schliessenden Zellen von geringerem Durchmesser. Innerhalb dieser liegt die Endodermis, die bereits bei der jungen Wurzel stark verholzt ist. Zahlreiche Gefäss- und Phloemgruppen sind vorhanden. Die Gefässgruppen werden meist nur aus einem einzigen, peripherisch gelegenen, kleinen Gefäss gebildet; nur bei einigen Gruppen schliesst sich, durch Grundgewebe getrennt, nach der Mitte hin ein oder mehrere grössere Gefässe an. Bereits im jungen Stadium verholzen sämtliche Gefässe. Die Phloemgruppen sind sehr klein; zumeist bestehen sie nur aus zwei bis drei Elementen.

Auch das grosse Mark, das auf dem Querschnitt ca. 11 verholzte Zellen hat, ist schon bei der jungen Wurzel vollständig in Verholzung übergegangen.

*Aspidistra elatior.*

In dem Rindenparenchym sind Raphidenbündel enthalten. Die Endodermis ist sowohl bei der untersuchten älteren, als auch bei der jüngeren Wurzel nur an den Querwänden verdickt. Bei der älteren Beiwurzel sind 11 bis 13 Gefäss- und mit diesen alternirende Phloemgruppen vorhanden, während eine jüngere Beiwurzel von grösserer Mächtigkeit deren 22 bis 24 aufweist. Die Phloemgruppen sind aus kleinzelligen Elementen zusammengesetzt. Die Gefässgruppen bestehen aus einer bis wenigen Reihen verholzter Gefässe, auf die nach dem Centrum hin ein bis zwei grosse Tüpfelgefässe folgen, die bei der älteren Wurzel ebenfalls verholzt sind und bei der jüngeren durch einige Zellschichten von den ersteren getrennt sind. Den inneren Theil des Centralcylinders bildet ein mächtiges Mark, dessen parenchymatische, stärkehaltige Zellen im älteren Stadium verholzen.

*Smilacina stellata.*

Die Endodermiszellen sind nur an den Quer- und Innenwänden verdickt, einige als sog. Fenster vollständig unverdickt geblieben. Vier Gefäss- und Phloemgruppen sind vorhanden. Sämtliche Gefässe sind verholzt. Die inneren grossen Treppengefässe der einzelnen Gefässplatten stossen in der Mitte fast aneinander, indem nur ein aus wenig verholzten Zellen bestehendes Mark zwischen ihnen liegt. Das Phloem besteht aus grossen, dickwandigen Elementen. Die Verholzung des geringen Grundgewebes, die an der Basis der Wurzel bereits überall eingetreten ist, geht von der Mitte aus in centrifugaler Richtung vor sich.

*Convallaria majalis.*

(Fig. 3.)

Von den in der Mehrzahl an den Quer- und Innenwänden verdickten Endodermiszellen (E) sind auch hier einige unverdickt

geblieben. Fünf Gefässgruppen (g) wechseln mit ebenso vielen Phloemgruppen (s) ab. Alle Gefässe sind bereits in Verholzung übergegangen. Das Phloem ist grosszellig. Das Mark (m) zählt im Durchmesser acht bis neun verholzte Zellen. Auch hier geht seine Verholzung in centrifugaler Richtung vor sich.

*Philodendron ceratocaulis.*

Die Rinde besteht aus runden, mehr oder weniger plattgedrückten, unverholzten Zellen. Die Endodermis ist sehr kurzellig, je nach dem Alter der Wurzel nur an den Querwänden oder vollständig verholzt. Zwei benachbarte Gefässreihen convergiren spitzwinkelig zu einer V-Figur. Die äusseren Gefässe einer jeden Gruppe sind Ring- und Treppengefässe, die inneren grosse Netzgefässe, welche letztere im jüngeren Stadium noch unverholzt sind.

Die Phloemgruppen innerhalb des V haben verhältnissmässig kleinen Umfang, zwischen zwei V dagegen sind sie nach der Mitte hin lang gestreckt. Die Elemente der Phloemgruppen, im peripherischen Theil klein, nehmen nach der Mitte an Weite zu. Scharfendigende\*) Siebplatten fand ich überall. Von den zwischen zwei V liegenden, auf dem Querschnitt radial gestreckt erscheinenden Phloemgruppen wird im späteren Stadium jede durch Einschnürung in tangentialer Richtung, indem die Zellen des Grundgewebes bei ihrer Ausdehnung dazwischen treten, in zwei bis drei Theile getheilt. Diese liegen folglich auf einem Radius; sie sind durch ca. acht solcher sklerenchymatisch verdickter Grundgewebezellen getrennt. So hat es, wenn man nur den Querschnitt einer älteren Wurzel betrachtet, den Anschein, als ob hier mehrere Kreise von Gefäss- und Phloemgruppen vorhanden wären, da zwischen den kleinen Phloemgruppen die sich weit nach der Mitte erstreckenden Gefässe liegen. Doch beweisen die ursprünglichen Verhältnisse bei der jüngeren Wurzel, dass diese inneren Phloemtheile Fortsetzungen der einst zusammenhängenden Phloemgruppen sind, was mir auch daraus hervorzugehen scheint, dass diese Fortsetzungen nur aus grossen Elementen bestehen, die ja, wie oben erwähnt, bei den ungetheilten Phloemgruppen der jüngeren Wurzel am weitesten nach der Mitte liegen. Es ist dies eine Eigenthümlichkeit, wie sie auch bei anderen später zu beschreibenden Aroideen- und Palmwurzeln (*Cardulovica*, *Pandanus*) auftritt. Wollte man die einzelnen im Mark vertheilten kleinen Gefäss- und Phloemgruppen in den genannten Palm- und Aroideen-Wurzeln nicht, wie ich es für zweckmässig und erwiesen halte, als abgesonderte Theile der im jungen Stadium zusammenhängenden, peripherisch gelegenen Gefäss- und Phloemgruppen auffassen, sondern als selbstständige Stränge, so könnte man sie sich nur secundär entstanden denken, ähnlich wie im Stengel von *Cordyline*, *Dracaena*, *Yucca* und *Aloe*\*\*), wo das in der Peripherie des Centraleylinders befindliche Cambium in centripetaler Folge immer neue isolirte

\*) A. de Bary, l. c. p. 180.

\*\*) J. Reinke, l. c. p. 279.

Gefässbündel erzeugt. Doch fehlt der Wurzel dieses Cambium, das hier innerhalb der ursprünglichen Gefäss- und Phloemgruppen liegen müsste.

Das mächtige Grundgewebe ist im jüngeren Stadium noch unverholzt. In der Peripherie des Phloems liegen trüben Inhalt führende, mit Querwänden versehene, gestreckte, cylindrische Schläuche, die ich bei der älteren Wurzel jedoch nicht fand.

*Acorus Calamus.*

Die Rinde enthält viel Stärke und ist mit Harzschläuchen\*) und schizogen entstandenen, luftführenden Intercellularräumen, deren Durchmesser die sie umgebenden Zellen übertrifft, durchsetzt. Die Endodermis ist nur an der Innenseite verdickt. Es sind sieben bis neun Gefäss- und Phloemgruppen vorhanden. In letzteren waren auf dem Längsschnitt deutlich Siebröhren zu erkennen. Die Gefässgruppen haben nach aussen kleine Gefässe, an die sich in centripetaler Richtung ein bis zwei grosse Tüpfelgefässe anschliessen. Im jüngeren Stadium sind nur die äusseren kleinen Gefässe verholzt; im älteren sind auch die inneren Gefässe vollständig ausgebildet.

Das grosse Mark hat im Durchmesser ca. 10 Zellen, die bei der jüngeren Wurzel sehr zartwandig, bei der älteren dagegen sklerotisch verdickt sind.

(Fortsetzung folgt.)

## Ueber die Parenchymscheiden in den Blättern der *Dicotylen.*

Von

**Bruno Schubert**

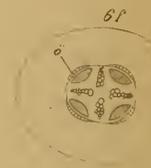
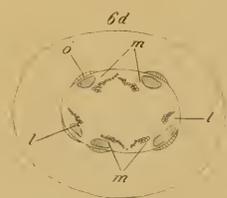
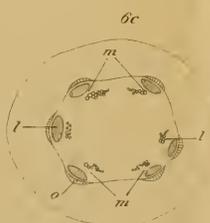
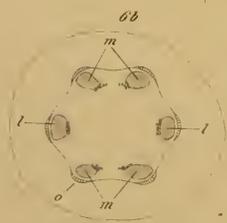
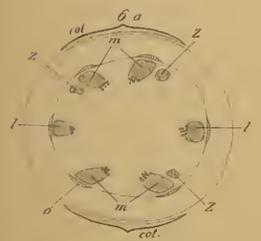
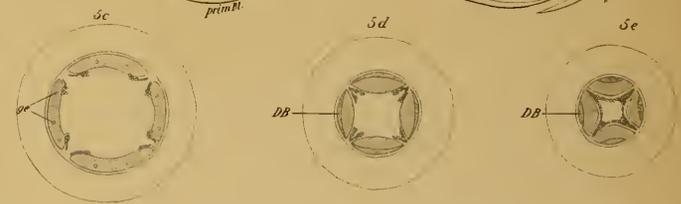
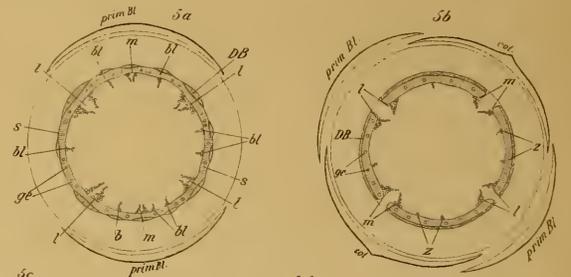
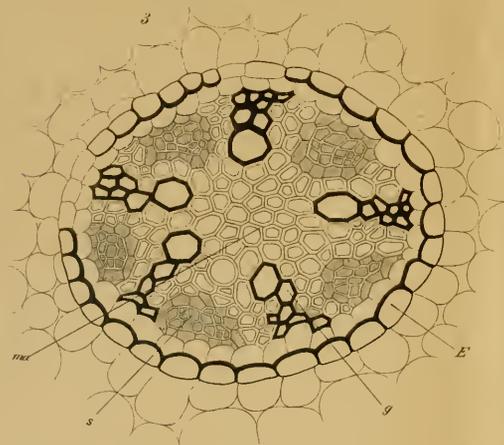
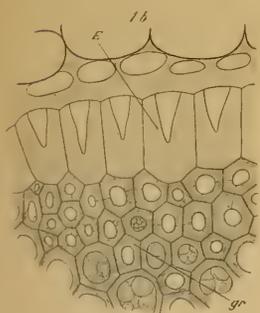
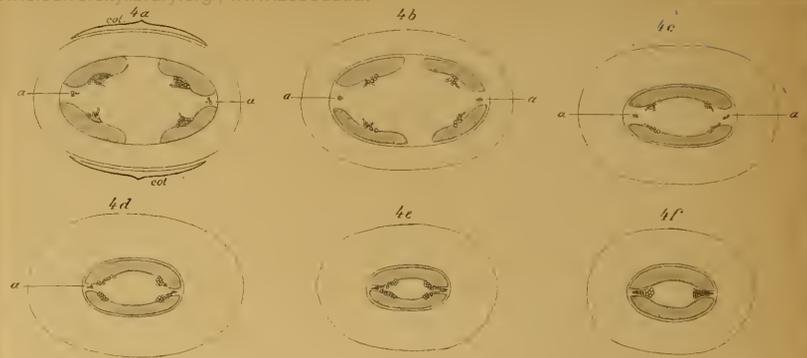
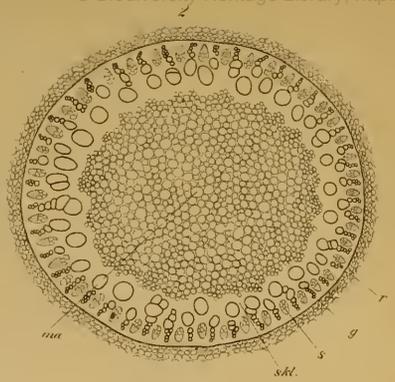
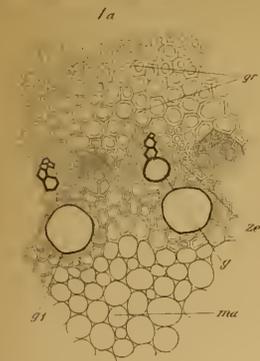
in Berlin.

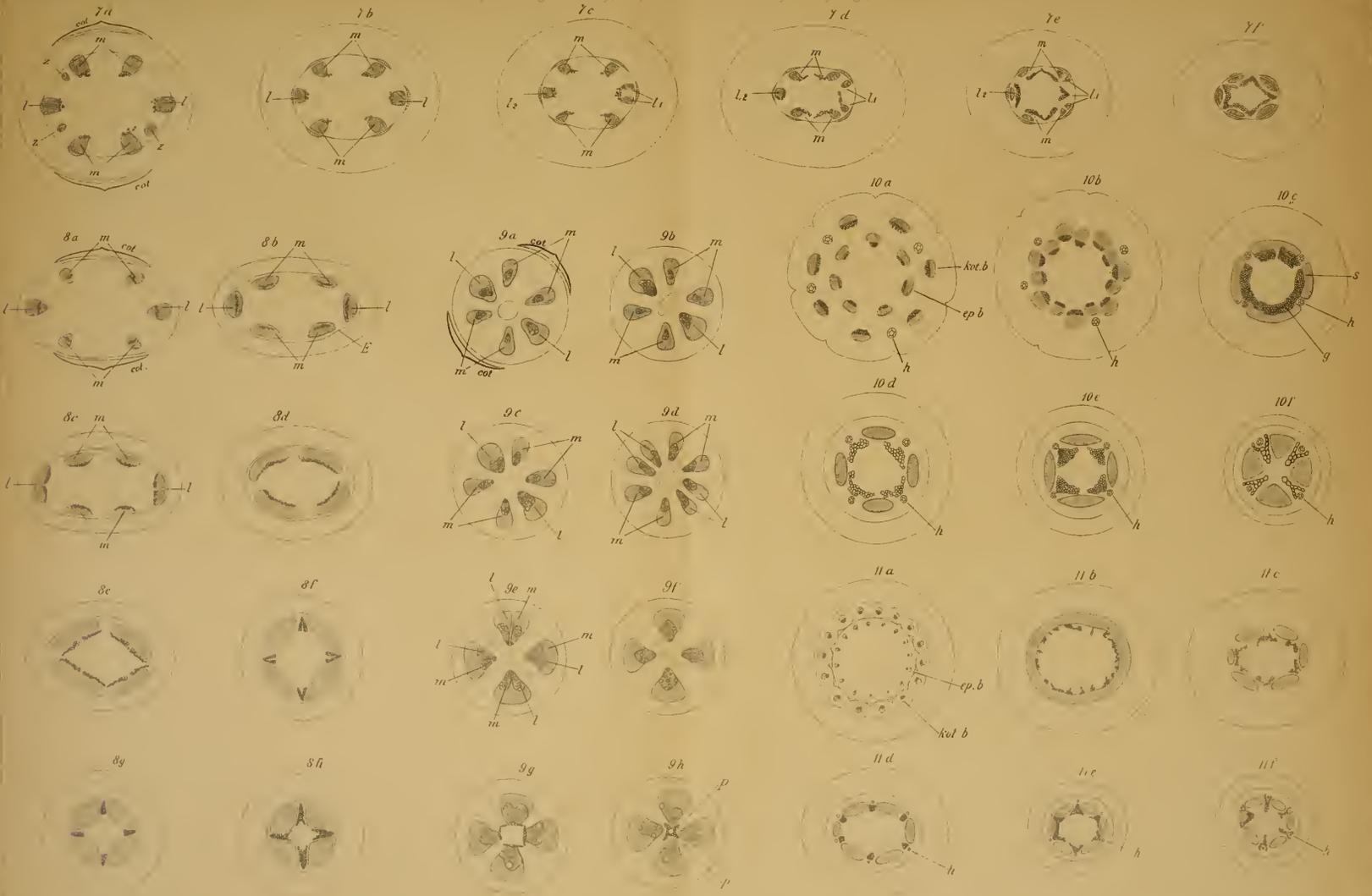
(Schluss.)

*Solanaceen.*

Die Scheiden von *Solanum tuberosum* und *Nicotiana rustica* haben wegen der wenig constanten Länge der Radial- und Tangentialdurchmesser der einzelnen Zellen grosse Aehnlichkeit mit denen von *Rheum* oder *Atriplex*, doch überwogen bei den kleinen Bündeln die rundlichen Scheidenzellen. Die Seiten der kleinen Scheiden wiesen auch die beiden grösseren Zellen auf, welche für viele *Chenopodiaceen* als typisch bezeichnet wurden. In der Ausbildung des Nervenparenchyms schliesst sich *Nicotiana* ganz *Atriplex* an. *Solanum tuberosum* besitzt derbere Wände;

\*) v. Tieghem, Structure des *Aroidées*. (Ann. sc. nat. Sér. V. T. VI. p. 175): In der Wurzel von *Acorus Calomus* ist die innere der beiden oberflächlichen Schichten aus regelmässigen, prismatischen Harzschläuchen zusammengesetzt.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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. 55-61](#)