

Die Stellungsverhältnisse der Secretionskanäle zum Gefässbündel.

Es ist eine allgemein anerkannte Thatsache, dass in den Gegenden des Pflanzenkörpers, in welchen der Heerd stetig andauernder Zellbildung gefunden wird, die Zellen durchaus fest und allseitig aneinanderschliessen. Intercellularräume finden sich nie im Meristem und Cambium. Von diesen Orten wenig entfernt gelegene Partien zeigen indess schon Räume zwischen den Membranplatten einzelner Zellen von meist unregelmässig geometrischer Gestalt, welche auch in saftreichsten Pflanzenorganen Luft führen. Unter allen Umständen ist dieses Auseinanderweichen der Zellen als Folge eines nachträglichen Flächenwachsthum der Zellmembran angesehen worden. Es bedarf zur Erhärtung dieser Ansicht keiner weiteren Prüfung in allen Fällen, wo es sich um die Entstehung von im Querschnitt linsenförmigen zwischen 2 Membranplatten gebildeten Intercellularräumen handelt, wie die Spaltöffnungen des Blattes, die Secretionsgänge der *Cussonia*, welche von 2 Zellen begrenzt sind. Anders bei allen Intercellularräumen, welche in den Winkeln von 3—4 und mehreren Zellen entstehen, wie die meisten Secretionskanäle der diesen Untersuchungen unterliegenden Pflanzen. Die in vielen Fällen zur Zeit der Entstehung geometrisch regelmässige Gestalt derselben erlaubte eine genauere Einsicht in den Vorgang ihres Entstehens ihrer Ausdehnung. Ich kann mich in dem Folgenden auf die Besprechung des Querschnittsareals desjenigen Intercellularraumes beschränken, welcher von 4 Zellen oder deren Tochterzellen begrenzt ist. Diese vier Zellen sind im Schema, Fig. 35, in den vier Quadraten I, II, III, IV vor der Bildung des Raumes angedeutet. Eine vielzählige Gewebsschicht aus genau quadratischen Zellen findet sich in der Natur nicht selten, die

cambiale secundäre Rinde vieler Pflanzen zeigt diese Anordnung. Das Schema Fig. 41 ist in der Natur genau copirt in dem ausserhalb der Kernscheide gelegenen Gewebe der Wurzel vieler Gräser im jugendlichen Zustande (ii Fig. 41 Intercellularräume). Das System Fig. 35, welches das Schema eines Araliaceen- oder Umbelliferen-Ganges darstellt, ist nichts weiter als eine Copie des gewöhnlichen Intercellularraumes. Die jugendliche secundäre Rinde der genannten Pflanzen zeigt eine Regelmässigkeit in der Anordnung der Zellen, welche der Anordnung bei Sorghum Fig. 41 nur wenig nachsteht. (Vgl. Fig. 17.)

Der einzige Unterschied zwischen dem Secretionskanal in der einfachsten Form Fig. 35 und dem Intercellularraum i Fig. 41 besteht in dem Unterschied des Verhältnisses der Länge der Wand AF_1 zu der halben Diagonale, dF Fig. 35 $\left(\frac{\overline{AF_1}}{dF}\right)$; bei den meisten Secretionsgängen ist ein grösserer Werth, als derselbe im Sorghum-Schema Fig. 41 angenommen (für den gewöhnlichen Intercellularraum), wahrnehmbar. Da der Intercellularraum $abcd$ Fig. 35 nicht im Anlagezustand der 4, zwei Radialreihen AC , BD angehörigen, Zellen, sondern erst nach dem Eintritt der transversalen Streckung aller Theile in die Erscheinung trat, so muss von dem Zeitpunkt, in welchem die Platte FF_1 die Zelle 1 von der Zelle 2 schied, bis zu dem Auftreten des Raumes $abcd$, eine Verschiebung der Doppelplatte FF_1 (ja ein Aneinandervorbeigleiten sämmtlicher Membranstücke) stattgefunden haben. In dem ersten Zeitpunkt ist die Längsfläche der Zelle 1 $= 4 \overline{AF_1}$. Da nun in dem zweiten Zeitpunkt die Zelle 1 von $2 \overline{AFF_1} + 2aF = 3 \overline{AF_1}$ gegen Nachbarzellen, und durch da gegen den Gang begrenzt sein soll, und $\overline{da} + 3 \overline{AFF_1}$ grösser sein soll als $4 \overline{AF_1}$ im Zustand vor dem Intercellularraum, so hat sich entweder $2aF$ zu ad verkürzt, oder aF_1 wurde um die Differenz $\overline{AF_1} - \overline{ad}$ verlängert. Da nun aber die Zelle 1 nach wie vor der Intercellularraumbildung quadratisch ist, so muss sich die 4fache Differenz $2aF - \overline{ad}$ in unserem System auf das ganze Viereck $ABCD$ vertheilt haben durch Verschiebung aller Membranflächenstückchen. Ist der Werth $\frac{\overline{AF_1}}{dF}$ einigermassen bedeutend, wie bei den meisten harzführenden Gängen, so muss das Querschnittsareal eines Stammstückes schon wachsen in Folge der Gangbildung. Bei *Cussonia*, *Hedera* und Umbelliferen beträgt in dem Anlagezustand der Durchmesser db des Ganges die volle Länge der Wand AF_1 . $\left(\frac{dF}{\overline{AF_1}} = \frac{1}{2}\right)$

Die obige Auseinandersetzung bezüglich des Wachsthum's der Membran bei der Bildung des Intercellularraumes gilt auch für den günstigsten Fall der transversalen Ausdehnung letzteren, des kreisförmigen Querschnitts. Ist in diesem Fall wiederum die Diagonale (Diameter) $= d = 2 aF$, so ist das Areal des Ganges $= \pi \frac{d^2}{4}$ kleiner als $\overline{AF}_1^2 = d^2$. Wenn in dem Schema 41 und in der Natur die Zahl der Grenzzellen nicht wächst, so erhält der Gang selbstverständlich kein bedeutenderes Areal im Verhältniss zu demjenigen einer seiner Grenzzellen oder für alle Gänge, mögen sie weit oder nahe vom Centrum des kreisförmigen Stammquerschnitts liegen, ist das Verhältniss $\frac{a d^2}{(AF_1)^2}$ ein constantes. Die Ausdehnung von AF_1 wächst mit dem Radius des Querschnitts¹⁾. Dass, nach Diesem, bei unbegrenzter cambialer Thätigkeit in Stamm und Wurzel die Grösse des Ganges mit dem Dickenwachstum eine bedeutende werden muss, ist selbstverständlich. Da aber die transversale Ausdehnung der pflanzlichen Zelle eine Grenze erreicht, über welche hinauswachsend, eine Theilung eintreten muss, so scheint das Auftreten mehrerer Grenzzellen wie bei den Gängen der primären Rinde der Coniferen und Araliaceen, der Umbelliferen und vieler andern eine selbstverständliche Erscheinung der Zellbildung. In dem jungen Coniferenspross wächst die primäre Rinde sehr rasch, sie muss in kurzer Zeit einen Holzcylinder umgeben, dessen Radius ihrem ursprünglichen Radius gleichkommt. Diese bedeutende transversale Dehnung wird hauptsächlich in der Streckung der bereits vorhandenen Zellen vollführt, ehe ein Cambium die Holzbündel verbindet, die secundäre Rinde bildet; hierdurch werden die grossen Gänge pp erweitert. Sehr spät erst werden ausser diesen noch kleinere angelegt (p_1 Fig. 39), deren Ausdehnung nur noch eine geringe sein kann, da die Grenzzellen ihrer definitiven Ausdehnung nahe waren, zur Zeit der Anlegung.

Die Verschiedenwerthigkeit des Querschnittsareals der Secretionskanäle, begründet in der frühen oder späteren Anlegung und der Verschiedenheit des Ortes, an welchem solche statt hat, zeigt sich nirgends deutlicher als bei den Coniferen (vgl. Fig. 1—4 u. 39). Ist aus dem Gesagten die Mehrung der den Gang begrenzenden Zellen als Folge unbegrenzter transversaler Ausdehnung des Gesammtorgans erklärbar, so lehren in manchen Fällen doch die Thatsachen das Gegentheil. Bei den Cycadeen zeigte ich, dass, ehe noch das Querschnittsareal in Folge des Wachsthum's der Grenzzellen irgend be-

deutend geworden, letztere selbst noch im cambialen Zustand eine Zellvermehrung zeigen, welche als ursächlich für die grosse Ausdehnung des Ganges angesehen werden muss. Das Areal dieser Gänge ist dann nicht mehr von der Grösse des Radius abhängig und das Verhältniss $\frac{\overline{ad}^2}{AF_1^2}$ ist keine constantes mehr für verschieden weit vom Herd der cambialen Thätigkeit in der Achse belegene Gänge wie aus der oben gegebenen Entwicklungsgeschichte erhellt.

Mit der Voraussetzung, dass der Intercellularraum F (Fig. 35) ein quadratisches Querschnittsareal, dass der Tangentialdiameter = dem Radialdiameter sei, stimmen die natürlichen Verhältnisse meist nur für den Anlagezustand überein. Für die Dauer zeigt sich dies Verhältniss bei *Cussonia*, den holzständigen Gängen der Abietineen und einigen gummiharzführenden Umbelliferen. Sehr regelmässig hexagonale Gänge entstehen durch frühzeitige Theilung einer der 2 früher besprochenen Radialreihen bei *Ferula*, *Bubon* (Fig. 26. 1, 2. — 1, 2. Fig. 28).

Der grössere Durchmesser des Gangquerschnitts findet sich in der grossen Mehrzahl der Fälle in Richtung der Tangente gestellt, wie man aus der Musterung der Figuren ersieht. Es beruht dies oft schon in einem Auseinanderweichen von mehr als 2 Zellen in tangentialer Richtung, so bei *Pittosporum* (Fig. 32 u. 34), bei *Callitris* und *Juniperus*. Die Hauptursache für diese Erscheinung liegt in der Ungleichheit der Ausdehnung der radialen zu derjenigen der tangentialen Wand einer Zelle. Letztere ist meist die grösste, was hier nicht erst gelehrt zu werden braucht.

Den grossen Durchmesser, diesen Erfahrungen nun dennoch gegenüber, in Richtung des Radius gestellt, zeigen die sehr regelmässig stehenden ätherischen Oelgänge von *Artemisia* (Fig. 29—31) und *Arnica*. Es findet hier die Anlegung statt vor der Ausfüllung des cambialen Markes durch Fibrovasalmassen. Ein Cylindermantel indifferenter Zellen (die sogenannte Schutzscheide) liegt zwischen primärer Rinde und Cambium zur Zeit der Streckung der primären Rindenzellen. In einem mittleren Entwicklungszustand (Fig. 29) finden sich die 2 äusseren Grenzzellen eines Ganges in radialer Richtung bedeutender gestreckt als die 2 der Schutzscheide angrenzenden; sehr genau zur Richtung dieser Streckung senkrecht verlaufende Wände haben aus 2 solchen Grenzzellen die mehrzähligen Complexe p , p_I , p_{II} geschaffen, deren Umriss viereckig ist (Fig. 29). Die Mehrung der Grenzzellen hat die ursprüngliche Gestalt des Gangquerschnitts nicht auffallend

verändert, dieselbe ist vierseitig, wenn auch dieses Viereck dem früheren unähnlich ist.

Es wurde schon in den ersten Abschnitten dieses Aufsatzes auf die Uebereinstimmung der Zahl der Secretionskanäle mit der der primären Gefässbündel bei den Coniferen hingewiesen. In ausgezeichnetster Weise findet sich dieses Verhältniss in den jungen Umbelliferenwurzeln, wie die Abbildungen Fig. 36. 37. 38 zeigen.

Die durch einen Cambiumring in centrifugaler Richtung wachsenden Holzbündel der genannten Pflanzentheile zeigen in der Transversalebene sehr regelmässig scheinende Dichotomieen. So zeigt sich in der jungen Wurzel von *Imperatoria ostruthium* (Fig. 36) ein 4armiges, in der älteren eines anderen Individuums (Fig. 37) ein 5armiges, in Fig. 38 im Querschnitt einer jungen *Archangelicawurzel* ein 6armiges Holzsystem. Jeder der ersten Hauptarme ist oder wird in dem Verlauf cambialer Thätigkeit nochmals gabeltheilig; die Gabeläste zweiter Ordnung können unter sich gleichwerthig sein, und gleichartig eine zweite Gabelung eingehen in dem Verlauf weiteren centrifugalen Dickenwachsthums, oder sie sind oder waren schon in der Anlage ungleichwerthig; in dem einen kann eine zweite Gabelung eintreten, in dem andern unterbleiben (s. gen. Figur und Erklärung der Abbildungen). Dass alle diese Arme, welche in den Fig. 36. 37. 38 deutlich in die Augen springen, in centripetaler Richtung entstanden sind, unterliegt keinem Zweifel. Das primäre, vor der Thätigkeit eines Cambiumringes vorhandene Fibrovasalsystem ist in den Zeichnungen in dem natürlichen Verhältniss zu den übrigen Theilen in dem mehr oder weniger regelmässigen schwarzen Polygon im Centrum angedeutet. Nach Nägeli entsteht dieses kleine System von Fibrovasalmassen durch centripetale Weiterbildung von mehreren an excentrischen Punkten beginnenden Bündeln in centripetaler Richtung bis zur Verdrängung des Markes. Für *Imperatoria* ist dieses System in der Zeichnung Fig. 40 gegeben im Zeitpunkt der eben eintretenden Cambiumthätigkeit. Sowie bei *Artemisia* die primäre das Mark verdrängende Holzmasse nicht simultan auftritt, sondern in 2 Strahlensystemen, so zeigt sich auch hier in noch jüngeren Wurzeln das Auftreten von 3—4 Strahlen weiltumiger (Fig. 40 v v₁), sodann erst ein zweites System zwischen diesen zerstreutstehender kleinerer Gefässe.

Ist das Mark durch ein solches polyedrisches Holzsystem ausgefüllt (Fig. 40), so tritt erst das den Gabelarmen der Fig. 36—38 ursprunggebende Cambium auf. Die Zahl dieser primären centripetal entstehenden Bündel bedingt bei *Artemisia* in dem cambialen Wurzel-

theil die ein- für allemal constante Zahl der Gruppen von Oel oder Harzgängen. Sind 5 oder 6 solcher Arme bei *Artemisia* vorhanden, so ist auch die Zahl der erwähnten Gruppen 5 oder 6. Da nun bei der *Artemisia* diese centripetalen Holzbündel lange vor der Ausbildung der Gänge fertig sind, so liegt es nahe die Stellung ersterer als diejenige der letzteren bedingend anzusehen. Ist das Auftreten einer in radialer Richtung von aussen nach innen fortschreitenden Gefässbildung bei *Artemisia* bedingend, so wird sich bei Umbelliferenwurzeln, welche Harz- oder Gummiharzgänge führen, dasselbe ergeben müssen, gleichgültig selbst, ob die Fibrovasalstrahlen centripetal oder centrifugal an Ausdehnung zunehmen oder nahmen. Die Fig. 36—38 zeigen nicht nur die vollständige Berechtigung der bei *Artemisia* gemachten Annahme, sondern führen auch mit Zuhülfenahme der Entwicklungsgeschichte zu weiteren Erörterungen über die in den Figuren vorgeführten auffallenden Stellungsverhältnisse. Zunächst zum Auffälligsten der Erscheinung: Verbindet man die schwarzen Punkte in den genannten Figuren, welche die ausserhalb des Cambium in der secundären, zum Theil auch in der primären Rinde gelegenen Gänge im natürlichen Abstand aller anatomischen Theile vorführen, so erhält man, wenn man die peripherischen Gänge $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, deren Betrachtung später folgt, ausser Acht lässt, meist ein Gabelsystem, dessen Oeffnungen nach Innen zeigen. Es ist dieses Gabelsystem ein Spiegelbild desjenigen der Fibrovasalbündel, und es liegen die einzelnen Punkte im erstern in demselben Verhältniss von einander entfernt, wie die Gabelungsstellen in letzterem. Ausserdem zeigt sich, dass die Zahl der rindenständigen Gänge von der Länge des ihnen gegenüberliegenden Fibrovasalastes abhängig ist. So zeigen sich die 6 Systeme der Figur 38 unter einander verschieden, derart, dass nicht ein einziger der Fibrovasaläste in seinem Querschnittsareal gleich dem andern ist. Dasselbe findet sich unter den einzelnen gegenüberliegenden secundären Rindenbündeln. So zeigt sich zunächst in Fig. 38 für jeden Hauptast a ein grosser äusserster Gang a. Sodann zeigt sich im System I, dass, wenn dieser erste Ast lange ungegabelt fortwächst, 2 und mehr Gänge in seinem Spiegelbild liegen können (s. I u. II Fig. 38). Dasselbe gilt für die Gabeläste: lange solche haben mehrere, kurze haben wenige Gänge gegenüber liegen (s. Syst. III, Fig. 38). Aber auch die ersten scheinbaren Hauptäste der centrifugal wachsenden Fibrovasalbündel können unter sich sehr ungleichwerthig sein, wie die Fig. 36, 37 zeigen. So sind die zwei scheinbaren Hauptäste a b (Fig. 37) durchaus nichts weiter als die sehr früh, indess schon

nach Eintritt centrifugalen Wachsthum's aufgetretenen Gabeläste eines Astes wie c oder d oder f und a ist durchaus nicht gleichwerthig diesen letzteren dagegen gleichwerthig b. 5 grossen Gefässstrahlen, von welchen unter sich nur 3 gleichwerthige sind, entsprechen 5 grosse Gänge, für welche dasselbe gilt. Dass auch hier bei der *Imperatoria* dasselbe für die einzelnen Gabeläste gilt wie bei *Angelica*, braucht neben der blossen Musterung der Zeichnung kaum gesagt zu werden.

Alle in der Nähe des Cambium entstandenen Gänge der in den genannten Figuren vorgeführten Rindensysteme müssen nach unserer obigen Auseinandersetzung wachsen. Individueller Verschiedenheiten unter den beiden vorliegenden Pflanzen will ich hier nur noch gedenken. Die Stellungsverhältnisse der Gänge von *Archangelica* in der Rinde sind geregelt nur durch die Stellungsverhältnisse derjenigen Fibrovasalmassen, welche centrifugal entstehen. Vor der Thätigkeit eines Cambium wird sich daher auch kein Secretionsgang zeigen. Fig. 38 zeigt ferner alle Gänge innerhalb des secundären Rindenparenchyms, und nur so gestellte.

Der *Imperatoria*wurzel kommen ausser solchen Gängen noch peripherisch gestellte, viel später und unabhängig von den Fibrovasalmassen auftretende Gänge $\alpha \beta \gamma$ Fig 1 u. 2 zu, deren Areal, gemäss den Voraussetzungen, zu welchen die Betrachtung gleich gestellter Gänge bei *Pinus* führten, nie das Areal der Gänge der secundären Rinde erreichen.

Ausser diesem Unterschied kommt der *Imperatoria*wurzel noch folgende Complication zu. Nicht allein die Hauptäste der centrifugal entstandenen Fibrovasalmassen bedingen die Stellung der grossen Gänge wie bei *Archangelica*, sondern auch diejenigen, welche centripetal an Ausdehnung gewinnend und das cambiale Mark ausfüllend, vorhanden sind, vor dem Auftreten cambialer Thätigkeit. Es ergeben sich somit für diese Pflanze 3 Arten von verschiedenwerthigen Gängen:

I. Peripherische im primären Rindenparenchym von dem Stellungsverhältniss der Fibrovasalmassen unabhängige ($\alpha \beta$ etc. Fig. 36 u. 37 [der *Archangelica* fehlend]).

II. Gänge im secundären Rindenparenchym (a Fig. 36 und sämmtliche der Fig. 37), deren Stellung mit der der centrifugal entstehenden Fibrovasalmassen correspondirt, vor dem Cambiumring nicht vorhanden. (Solche allein kommen der *Archangelica* zu.)

III. Gänge, deren Anlegung allein geregelt ist durch die centri-

petalen sogenannten primären Fibrovasalmassen, angelegt vor der Thätigkeit eines Cambiumringes (b, d Fig. 36, p p₁ etc. Fig. 40). (Diese fehlen der Archangelica, sind dagegen der Arnica- und Artemisia-wurzel eigenthümlich.)

Das Vorhandensein aller 3 genannten Arten von Secretionskanälen ist in Fig. 36 ersichtlich: I) in α , β , γ , II) in a, III) in b und d; a liegt in der secundären Rinde, b und d liegen in der primären. Für Abtheilung II gelten noch in derselben Figur die Gänge c c grössere und kleinere. Die Entstehung der letzten Abtheilung der den primären centripetal wachsenden Fibrovasalmassen gegenüberliegenden Gänge führt nun zur genaueren Musterung der früher erwähnten Polygone im Centrum der Figuren 36—38.

Man kann nach dem Vorausgeschickten fragen, entstehen die primären Fibrovasalmassen zuerst und regeln die ihnen gegenüberliegenden Gänge, oder ist umgekehrt das Vorhandensein der Gänge das Causale für die Art und Weise der Stellung der Fibrovasalmassen? In Fig. 40 ist ein Querschnitt einer jugendlichen Imperatoriawurzel genauest copirt, die Entfernung der Gänge p von einander und von den gegenüberliegenden Gefässen durch Abzählung bestimmt, die Stellung der Gefässe unter sich im polarisirtem Licht (in welchem die Rindenmassen fast ausgelöscht) aufgenommen. Das Polygon (Fünfeck) (Fig. 40) entspricht einem der schwarz gezeichneten centralen Polygone der Fig. 36—38.

Das Polygon a b c d umfasst die ganzen Fibrovasalmassen, welche unter dem Namen primäre Gefässbündel centripetal entstehen. Continuirliche Strahlen lassen sich aus der Musterung dieses Zustandes nicht, dagegen in noch jüngeren leicht erkennen. Letztere zeigen nämlich in der Regel 2—3 Strahlen grosslumiger Gefässe, welche vor denjenigen, welche zerstreut stehen, angelegt werden. Das Nachfolgen kleinerer Gefässe bringt dann die Ansicht der Fig. 40 hervor. Beiderlei Gefässarten entsprechen nun harzführende Intercellularräume, deren Entstehung aus 4 Zellen in p p zu erkennen ist. Es zeigt sich hier deutlich, dass sämtliche Zellen, welche mit den 4 Grenzzellen in einem Radius liegen, auf den Querschnitt eines oder mehrerer Gefässe hinführen. Dass ferner, da grosse oder kleine Gefässe in dieser Weise dem Gang gegenüberliegen, die transversale Ausdehnung aller in einer solchen Radialreihe liegenden Zellen von der Ausdehnung der Transversalebene des Gefässes abhängig ist. Die Transversalausdehnung der Radialreihe p ist eine andere als die von p₁. Diejenige, welche p₁₁ angehört, zeigt wiederum eine Verschieden-

heit von beiden vorhergehenden. Es sind dies Unterschiede, die auf Zerrungen hinweisen, welche in der langen Zeit, zwischen dem Zeitpunkt des Stadium der Fig. 37 und dem des Stadium der Fig. 40 verschwindend, für die Erklärung des ersten Auftretens eines Inter-cellularraumes dagegen von Bedeutung sind.

Es ist, um die Thatsachen, von welchen die weiteren Schlüsse abgeleitet werden, geordnet vorzutragen, nachweisbar, dass die Zellen einer Radialreihe der primären Rinde, welche eben in die Bildung eines Cambiumringes eingehen, bezüglich der Ausdehnung ihrer tangential gestellten Wände von der Ausdehnung der ebenso gestellten Wände in derselben Radialreihe stehender Gefässe beeinflusst sind. — Diese Beeinflussung drückt sich in einer Gleichheit der Länge der genannten Wand für beiderlei Zellenarten aus. Ferner: ist dies der Fall, so finden sich in der primären Rinde vor der Gegenwart eines Cambiumringes auffallende Inter-cellularräume (p_0 , p_1 , p_n), welche in den beeinflussten Radialreihen entstanden sind. Dem gegenüber zeigt sich bei andern nahestehenden Pflanzen mit Gängen in der secundären Rinde diese Beeinflussung gleicher Zellen durch vorwiegend grosslumige Gefässe nicht vor dem Auftreten des Cambiumringes, und unserer Voraussetzung genügend, auch das Fehlen (zur Zeit der Entstehung primärer Fibrovasalmassen) auffallender Secretionsgänge, z. B. Bubon, Ferula, Angelica. Treten nun aber bei letzteren die Gänge der Abtheilung II (s. oben) auf, so stehen sie nach der in der Abbildung (Fig. 38) ausgedrückten Gesetzmässigkeit, und die 4 primären Grenzzellen liegen in Radialreihen ausserhalb des Cambium, welche mit Cambiumzellen zusammenfallen, genau in der Verlängerung des Fibrovasalstrahls.

Aus diesen Thatsachen ist ein Erklärungsversuch der auffallenden geschilderten Stellungsverhältnisse nahe gelegt. Vor allem verdient noch hervorgehoben zu werden, dass nach dem für die Erweiterung des Querschnittsareals eines Inter-cellularraumes Gesagten, der frühest entstandene Gang, also für Imperatoria die Gänge p_0 — p_3 Fig. 40 (b u. d Fig. 36) in irgend einem späteren Zeitpunkt die bevorzugten in transversaler Erstreckung sein müssen. Da das Auftreten hier von den primären Gefässen abhängig, geschieht es zu einer Zeit, in welcher zwischen allen übrigen Zellen keinerlei Inter-cellularräume vorhanden sind.

In dem System von 4 Zellquerschnitten (Fig. 35) betrachteten wir oben, bei Annahme, dass alle 4 Zellen in dem Punkt F einen allen gemeinsamen Punkt haben, die Bildung eines Inter-cellularraumes a b c d,

und fanden ein Wachsthum der an und für sich schon nach Ausdehnung strebenden Membranflächen der 4 Zellen durch diese Bildung bedingt. Vor wie nach dieser aber ist das Verhältniss der radial gestellten Wand BB_1 zu der tangential gestellten AF_1 nahezu ein gleiches oder $\frac{AF_1}{BB_1}$ ist nahezu eine constante. Gefragt wird, warum entsteht in einem solchen System (Fig. 35) nur da ein Raum durch Auseinanderweichen der Zellenwinkel, wo an die Seite CD eine Gefässzelle grenzt, deren eine tangentliche Wand im cambialen Zustand gleich war und parallel lief der Wand CD oder $\frac{CD}{2} = CC_1$ unseres Systems (s. Fig. 40 p p₁ p p₁₁).

Zunächst können wir uns den Vorgang der Bildung des Inter-cellularraumes $a b c d$ (Fig. 35) in dem Liniensystem versinnlichen, wenn wir annehmen, dass trotz dem Wachsen aller Theile der Zellwand, die Wand FB_1 im Zustand der Spannung sich befinde, durch die plötzliche Dehnung um ein geringes in Richtung der Tangente des Pfeiles FB_1 . Ich will die Kraft, die sich dadurch äussern kann, die tangentliche Componente nennen. Befindet sich nun das Membranstück FC_1 in demselben Zustand, und ist $FC_1 = FB_1$, wie im Schema angenommen (von den natürlichen Verhältnissen im Anlagezustand copirt), so wird diese Pfeilrichtung FC_1 als radiale Componente anzusehen sein. Die resultirende beider FD wird ihren Angriffspunkt in F haben, diesen für die Membranplatten der Zelle 4 in der Richtung der Linie FD zu verschieben suchen. Geschieht dies in allen Zellen unseres 4zelligen Systems Fig. 35, nach demselben vorausgesetzten Verhältniss, so muss zunächst ein 4eckiger Inter-cellularraum $a b c d$ entstehen. Ist das genannte System von ähnlichen Systemen eingeschlossen, so muss für jeden Winkel der quadratischen Zelle I, II etc. dasselbe gelten. Systeme, welche diesen Voraussetzungen genügen, finden sich mit der ganzen hier angenommenen Regelmässigkeit nicht selten (s. Fig. 41, Fig. 28 und andere). Da wir uns hier nur mit den Interecellularräumen beschäftigen, welche einem Gefäss gegenüberstehen, und von der Stellung dieses in ihrer Stellung abhängig sind, so brauchten wir nur zu überlegen, was geschieht, wenn an das System $A B C D$ oder an eine Reihe ähnlicher in radialer Richtung vor der Bildung des Inter-cellularraumes $a b c d$ an die Wand CC_1 oder $CC_1 D$ eine Zelle grenzt, welche zu einem transversal sehr bedeutend ausgedehnten Gefäss wird. In dem Schema 42 u. 43 sind diese Verhältnisse angedeutet. $a b c d$ eine Radialreihe cambialer Zellen

(s. Fig. 40, Radialreihen, in welchen p_0 p_1 p_{11} gelegen, im Zeitpunkt, in welchem eine Zelle v eben zum Gefäss wird). Wächst die Wand cd von cd bis cd_1 in tangentialer Richtung, so werden die in der Radialreihe nach aussen nächst gelegenen Zellen I, II, III mit ihren gleichgestellten Wänden bis zum Schneiden des Radius $b_1 d_1$ verlängert, die Zelle I, die von $efgh$ umschrieben, wird nun von $e g i k$ umschrieben sein, ebenso die Zelle II, III u. s. f.

Einem bekannten Erfahrungssatz zufolge, folgt in einer Zelle dem bevorzugten Wachsthum nach einer gegebenen Richtung eine die Zelle zweitheilende Wand, deren Verlauf senkrecht zu der gegebenen Richtung. Die Membranzelle 1 ist von ef um fi gewachsen. Es

kann nun nach dem erwähnten Satze das Verhältniss $\frac{ef}{fi}$ derart sein, dass die in dem Satze erwähnten Grenze überschritten ist, alsdann tritt eine radial gestellte Wand lm auf; wir nehmen für unser Schema

$\frac{el}{li} = \frac{ci}{i}$. Wächst der Gefässquerschnitt noch weiter in der Richtung gk , so beeinflusst nun die Wand gk gleichgestellte Wände zweier Zellreihen. Die Wände el und li zweier Zellen dieser Reihen können durch diesen Einfluss wiederum über das Grenzverhältniss

$\frac{ef}{fi}$ hinausgedehnt werden; es können 4, 4.2, 4.2.2 oder ähnliche Multipla von Zellen oder Zellreihen entstehen, während der Gefässquerschnitt wächst; und es kommt dahin, dass viele Radialreihen an einen Gefässquerschnitt anlehnen. Dieses ist das Schema der Vorgänge in der Nähe der primären Fibrovasalmassen von Angelica, Bubon, Ferula, welchen Harzgänge fehlen, die mit denselben correspondiren. Ein Blick auf die Zeichnung Fig. 40 lehrt nun, dass für dasselbe Stadium bei Imperatoria dieses Schema nicht passt. Hier beeinflusst in der geschilderten Weise ein Gefäss 2 Reihen oder 2 Gefässe soviel Reihen ($p_1 v_1 v$ etc. Fig. 40). Hier ist die Dehnung nicht von Wandbildung begleitet. Der Werth $\frac{ef}{fi}$ für Schema 42 ist

nicht derselbe in dem letzteren Fall wie für ersteren. Der Einfluss machte sich nun nichtsdestoweniger merklich und kann als die tangential Componente des Schema 35 angesehen werden. Das heisst eine Dehnung, Erweiterung in der Richtung FB_1 , gegenüber welcher die Wand sich passiv verhält, kann in dem im Schema 42 geschilderten transversalen Ausdehnungsstreben einer oder mehrerer ursprünglichen übrigen Zellen einer Radialreihe gleichwerthiger Zellen zu Ge-

fässquerschnitten gesucht werden. Da nun aber im Schema 35 auch die gleichwerthige Radialcomponente verlangt ist, welche aus obigem sich nicht ergibt, so muss diese in einem anderen Verhältniss gesucht werden. Es kann diese abgeleitet werden aus folgender Betrachtung. Der Gefässquerschnitt schon weist darauf hin, dass die Ausdehnung desselben in tangentialer Richtung begleitet ist von einer solchen in radialer, oder dass in diesem Querschnitt, wenn die Wand gh wächst, auch gc wächst, dass in allen Stadien das Verhältniss $\frac{gh}{gc}$

nahezu ein constantes. Folge davon ist die nicht merklich bevorzugte tangente Wand (Abrundung oder polyedrische Gestalt des Querschnitts braucht im Schema nicht berücksichtigt zu werden). Dieses Verhältniss gilt nun, wie unsere Erfahrungen lehren nicht nur für das Areal des Gefässquerschnittes, sondern auch für das der Querschnitte der Zellen, welche durch Auseinanderweichen die Gänge pp Fig. 40 bilden. Ist daher durch die tangente Wand des Gefässes dieselbe Wand der Rindenzelle in derselben Radialreihe beeinflusst, ohne dass das Grenzverhältniss des Schema 42 $\frac{ef}{fi}$ überschritten wird, so ist

auch, da nach dem Schema 35 das Verhältniss der Länge der Radialwand zur Länge der Tangentalwand in allen Stadien ein nahezu constantes, die radiale Wand durch das Wachsen des Gefässquerschnitts beeinflusst. Oder ist diese Constante nach dem Schema 35 $\frac{FB_1}{FC_1} = 1$, so

ist die Radialcomponente in der Tangentalcomponente und gleich dieser, und die Resultirende in FD gefunden. Der Voraussetzung des constanten Verhältnisses $\frac{FB_1}{FC_1}$ wird, wie wir sahen, in der Natur auf zwei Arten genügt.

Entweder durch Auftreten einer Wand, nach der Störung des Verhältnisses, oder durch blosses Wachsthum der Membran, welche durch diese Störung verkürzt erschien. Dass diese Erklärung für die Stellung der Gänge bd Fig. 36 gewonnen, auch für die anderen von Fibrovasalmassen abhängigen Gänge bei *Imperatoria*, *Angelica* u. a. m. gilt, braucht nicht gesagt zu werden. Die Stellung des grossen Durchmessers eines Ganges im älteren Zustande entweder in Richtung des Radius oder in Richtung der Tangente ergibt sich ohne weiteres aus dem über das Verhältniss der Radialwand zur Tangentalwand der Grenzzelle Gesagten: dass nämlich $\frac{F_1 B}{B B_1}$

Schema 35 nicht gleich 1 ist für den älteren Gang, demgemäss auch

der Gangquerschnitt nicht isodiametrisch sein kann, während dies doch meist im Anlagezustand der Fall ist, erhellt aus mehreren Figuren. Für die Stellung des grossen Durchmessers in dem Radius sind die Gänge von *Artemisia* anschaulich Fig. 29. Hier werden die 2 äusseren Zellen derart gestreckt, dass in den 2 abgebildeten Stadien 31 u. 29 der Tangentialdiameter den 4seitigen Gang einmal in 2 congruente Dreiecke zerlegt, ein andersmal und später in 2 durchaus ungleiche.

In den beiden inneren Grenzzellen I, III wurde das Verhältniss $\frac{F_1 B}{B B_1}$ nicht gestört in Folge der Entwicklung, in den beiden äusseren II, IV geschah dieses. Der Weg der Zelltheilung durch zur grössten vorhergegangenen Dehnung senkrechte Wände stellte hier wieder das verlangte Verhältniss zwischen Radial- und Tangentialwand her. Die Tochterzellen dieser äusseren Grenzzellen zeigen aber nicht wie diejenigen der Ganggrenzzellen der *Abietineen* ein neues selbständiges Erweiterungsstreben, sondern schliessen, genau die Gestalt der Mutterzelle einhaltend, die selbständige Erweiterungsfähigkeit des Ganges ab.

Der vorstehende Erklärungsversuch der Beziehungen zwischen Secretionskanal und Gefässbündel macht nicht den Anspruch auf allgemeine Anwendbarkeit, sondern will, entstanden durch das Verknüpfen einiger auffallender anatomischer Verhältnisse in der Umbelliferen- und Compositenwurzel, nur für diese gelten. Die Entscheidung, inwieweit er im Allgemeinen anwendbar, richtig oder falsch ist, muss weiteren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XLVII.

Fig. 1—4. *Pinus taurica*.

Fig. 1. Ganzes primäres Gefässbündel in dem Knospenzustand (entspricht einem einzigen Bündel e Fig. 2 im transversalen Durchschnitt). *cc* Cambium, dessen Thätigkeit eine secundäre Rinde nach *R* hin, secundäres Holz nach *M* hin abscheidet. *MMs* die das Bündel begrenzenden primären Markstrahlen (vergl. Fig. 2). 1, 2, 3, 4 Zellreihen in radialer Richtung, in welchen bei *p* soeben ein Harzgang gebildet wird. Vergr. 350.

Fig. 2. Eine schematische Darstellung eines Zweigquerschnittes im Knospenzustand. *p* Harzgänge der primären Rinde der ganzen Knospe. *p*₁ eben angelegte Gänge in der primären Rinde des einzelnen Gefässbündels. Vergr. 20.

Fig. 3. Kleine Partie eines ähnlichen Präparates zu Fig. 1. Pfeile 2, 3 deuten die in Fig. 1 mit denselben Zahlen belegten radialen Zellreihen an; *p* der eben sich bildende Intercellularraum; *a*, *b*, *c*, *d* 4 Zellen, welche denselben begrenzen. Vergröss. 400.

Fig. 4. Aehnliches Präparat; zwei der 4 Zellen *a b c d* der Fig. 3, nämlich *b* und *d*, haben durch radiale Wände je zweizählige Complexe erzeugt; der Kanal ist in Folge davon von 6 Zellen begrenzt. Vergr. 400.

Fig. 5, 6, 7. Querschnittspartien durch Holz und secundäre Rinde von *Rhus typhinum*.

Fig. 5. Kleine Partie aus dem cambialen Theile der secundären Rinde. *p* Complex zartwandiger Zellen inmitten der mehr verdickten Rindenparenchymzellen, welche durch Auseinanderweichen der Wände in tangentialer Richtung *p*, *d* den Gang bilden und begrenzen. Vergr. 350.

Fig. 6. Grössere Partie eines Rindenquerschnittes bei schwacher Vergrösserung mit *Alcanna tingirt*. *i* Holz innerhalb des Cambium *cc*. *p* cambialer Theil der secundären Rinde, in welchem die Anlage der Gänge zu beobachten. *p*₁ älterer Theil der secundären Rinde, in welchem die Harzgänge ihre definitive Streckung in transversalen Richtungen erreichen. *l* Kork, dessen Wände roth gefärbt erscheinen.

Die kleinsten rothen Punkte deuten den Harzgehalt der Einzelzellen, die grösseren denselben der Intercellulargänge an; der der ersteren nimmt in centrifugaler Richtung ab, der der letzteren in derselben Richtung zu. Nach einer stärkeren Vergrösserung (180) verkleinert.

Fig. 7. Kleine Partie aus dem vorhergehenden Präparat zwischen 2 Markstrahlen in der Region p entnommen. Das Präparat wurde mit absolutem Alkohol ausgewaschen, sodann in HO mit frischer alkohol. Jodlösung behandelt. Tangential gereihete Zellen a, a sind mit Amylum in feinsten Körnern gefüllt, welches vordem mit Harz zu einer trüben Flüssigkeit gemischt war; die jetzt leeren Zellen waren mit reinem Harze gefüllt, ebenso der Kanal p; die innersten Grenzzellen dieses führen kein Amylum. Vergr. 350.

Taf. XLVIII.

Fig. 8. Querschnitt durch Holz und secundäre Rinde in der Nähe des Cambium von *Callitris quadrivalvis*. d d d in radialer Richtung verlaufende Intercellularräume, in welche zarte Zellwandwärtchen hineinragen. c c Cambiumring. ii Unterbrechungen mannichfacher Art in den Verdickungsschichten der Holzzellen. l Bastzellen. Vergr. 500.

Fig. 9. Tangentialer Längsschnitt durch die Rinde derselben Pflanze. II Bastzellen, welche zum Theil angeschnitten bei d d die centrifugal vorstehenden Warzen der Membran zeigen. Vergr. 500.

Fig. 10. Partie eines zarten Längsschnittes durch das Holz, die Lücken in den Verdickungsschichten nahe den Spitzen der Holzzellen zeigend t t. Vergr. 500.

Fig. 11. *Rhus viminalis*. Querschnittspartie in der Nähe des Cambiumringes c c. In zwei Reihen 1, 2 der jugendlichen Rinde wird in p der Harzgang gebildet, indem 4 Zellen, je 2 für eine der Reihen 1 u. 2 auseinanderweichen und dadurch einen 4-seitigen Intercellularraum bilden. Vergr. 350.

Fig. 12. Ebensolches Präparat von *Pistatia Lentiscus*. ii Holz in der Nähe des Cambiumringes c c₁. 1, 2, 3 Zellreihen durch cambiale Thätigkeit entstanden, in welchen an der Stelle p dem jungen Harzgang eine Theilung der angrenzenden Zellen durch radiale (in Bezug auf p) und tangente Wände vor sich gegangen.

Fig. 13—15. Querschnittspartieen aus Wedelstielen im Knospenzustand von *Cycas revoluta*.

Fig. 13. Kleine Partie, jüngste Anlage des Gummiganges; alle Zellen schliessen dicht aneinander (befinden sich im Meristemzustand), mit Ausnahme vierer (1, 1, 1, 1), welche den Intercellularraum p, den Gummigang, zwischen sich fassen. Vergr. 350.

Fig. 14. Aelteres Stadium. Die den Zellecomplex, in welchem die Zellinhalte angedeutet sind, umgebenden Zellen gehen eben in eine nachträgliche Streckung ein; es entstehen Intercellularräume (mit Luft erfüllte, schwarzerscheinende d, d₁). Die Zellen des erstgenannten Complexes entsprechen der Nachkommenschaft der 4 Zellen 1, 1, 1, 1. der Fig. 13. Es ist die Zelle 1 oben rechts zu 2 Zellen a, a, geworden durch eine radiale (zum Centrum von p) Wand. Die Zelle 1 oben links zu 3 Zellen a, b, b₁ durch zweimaliges Auftreten einer radialen Wand. Die Zelle 1 unten links, durch eine tangente Wand in eine äussere a, den Kanal nicht direct begrenzende, und eine in zwei Tochterzellen (durch eine radiale Wand) getheilte, welche Tochterzellen den Kanal begrenzen, b b. Endlich Zelle 1 links unten zu einem 4 zähligen Complex, durch eine radiale Wand und zwei tangente Wände in den 2 durch erstere entstandenen Zellen. Vergröss. 400.

Fig. 15. Aelterer, jedoch noch nicht ausgewachsener Gang aus einem älteren Wedelstiel. Die Zahl der Grenzzellen um den Kanal ist gewachsen; solche um die umliegenden Zellen kommen in Bezug auf transversale Ausdehnung ins Gleichgewicht. p Gummigang. Vergr. 350.

Taf. XLIX.

Fig. 16—19. *Cussonia spicata*.

Fig. 16 u. 17. Transversaler Querschnitt in der Nähe des Cambium cc. v Gefässe. i Holzzellen. p p₁ p₁₁ etc. Gummiharzgänge in verschiedenen Entwicklungsstadien. Bei p Fig. 16 weichen eben 4 cambiale Rindenzellen aneinander, der dadurch entstehende Intercellularraum enthält eine wenig trübe Flüssigkeit. In p_v Fig. 17 tritt in der einen der 4 Grenzzellen eine radiale Wand auf. In p_{v1} und p_{v11} sind tangentiale Wände zuerst aufgetreten; p₁ ist von nur 3 Zellen begrenzt. Vergr. 400.

Fig. 18. Kleine Partie eines radialen Längsschnittes. p, m, m₁ Intercellularraum und Grenzzellen eines tangential schief verlaufenden Gummiganges. Vergr. 400.

Fig. 19. Partie eines gleichgeführten Durchschnittes wie der voriger Figur. a b c d die Grenzzellen um einen mehrere Zellen langen Gummigang. p p₁ etc. linsencylindrische tangential transversal verlaufende, in den grossen Gang a b c d einmündende Seitengänge. Hier weichen die Flächen nur zweier Zellen auseinander. m, m₁ die Wandstücke, welche den axial verlaufenden Gang in radialer Richtung begrenzen; die Wände derselben Zellen, welche senkrecht zur Ebene der Zeichnung und transversal verlaufen, begrenzen die Seitengänge p p p etc. Vergr. 400.

Fig. 20—21. *Inula Helenium*.

Fig. 20. Kleine Querschnittspartie aus der Wurzelrinde in der Nähe des Cambium. p Intercellularraum von 5 secernirenden Zellen m m begrenzt. Der Querschnitt von p ist 5seitig. Vergr. 350.

Fig. 21. Ein ähnliches Präparat in der Nähe des Korkringes entnommen. p sich eben bildender Oelgang; 1—6 Grenzzellen weichen auseinander; p₁ ähnlicher Gang von nur 2 Grenzzellen gebildet; m, m₁, grössere und kleinere Kugeln ätherisches Oel führend. Vergr. 350.

Taf. L.

Fig. 22—24. *Hedera Helix*.

Fig. 22. Grössere Partie der secundären Rinde, die Vertheilung des Harzes darstellend, nach einem Tinctionspräparat; nach einer stärkeren Vergrösserung verkleinert. l Bastbündel. cc Cambium. Ms Markstrahl. h Harzgänge, deren jüngste Zustände in der Nähe des Cambium liegen. Harzgehalt und Ausdehnung nehmen in denselben in der Richtung des Pfeiles b zu. Der Harzgehalt der Markstrahlzellen dagegen nimmt in der entgegengesetzten (des Pfeiles a) zu.

Fig. 23. Partie eines gleichen Präparates zwischen 2 Markstrahlen Ms Ms die wirkliche Vertheilung des Harzes zeigend. p p junge Gänge in der Nähe des Cambium cc, deren Grenzzellen mit Harz erfüllt sind. v v v Elemente des Holzkörpers. Vergr. 400.

Fig. 24. Zwei ältere Gänge p₁ von 4, p von mehreren harzführenden Grenzzellen umgeben. l Bastbündel.

Fig. 25—27. Transversale Schnittpartieen der Wurzel von *Ferula orientalis*.
(Tinctionspräparate.)

Fig. 25. Kleine Partie in der Nähe des Cambium cc, links von diesem das Gewebe des Holzkörpers v v. Gefässe, rechts die secundäre Rinde im cambialen Zu-

stand. p Gummiharzgang von 4 Zellen begrenzt, in welchen zum Theil tangente Wände aufgetreten. Vertheilung des Harzes äusserst verschieden bezüglich der Massenanhäufung; allseitig bezüglich der verschiedenen Gewebeelemente. h grössere Tropfen reinen Harzes in Gefässen und Parenchymzellen des Holzkörpers. gh Harzemulsion (feinste Tropfen in farbloser Flüssigkeit, Gummilösung) in den Grenzzellen und den Zellen des Cambium. Vergr. 400.

Fig. 26. Kleinere Partie aus dem mittleren Theile der secundären Rinde. p Gummiharzgang von 6 Zellen begrenzt. h grössere Harztropfen. MM Markstrahl. P dem Cambium näher gelegene Parenchymzellen aus einer Reihe wie P_1 entstanden durch radiale Wände, in jeder Zelle der Reihe. Aus diesen 2 Zellreihen von $P_1 - 1$ und $2 - 2$ betheiligen sich 4 Zellen a, b, c, d an der Begrenzung von P, während aus der Reihe P_1 sich nur 2 Zellen e, f hieran betheiligen. Vergr. 400.

Fig. 27. Aehnliche Partie in der Nähe des Korkes l. p von 4 Zellen begrenzter Gummiharzgang; die 4 Zellen führen Ballen von Gummiharz; die umliegenden Parenchymzellen führen Amylum a mit einem dünnen, meist nicht allseitigen Ueberzug von Harz. Die Zellwand des Korks erscheint roth imbibirt, genauere Musterung dünner Schnitte lässt die Wand indess farblos erscheinen, während äusserst kleine Harztröpfchen ihr anhaften; hierdurch erscheint sie in dickeren Schichten roth gefärbt. hh grössere Harztröpfchen. Vergr. 400.

Fig. 28. Querschnittspartie aus der Wurzel von *Bubon gummifer*. p sehr regelmässig von 4 Zellen zweier Reihen $1 - 2$ begrenzter Gummiharzgang. Vergr. 350.

Taf. LI.

Fig. 29—31. *Artemisia vulgaris*.

Fig. 31. Partie eines Querschnittes einer jungen Wurzel den ganzen Holzkörper und einen Theil der primären Rinde umfassend. m m m Zellen der sogenannten Schutzscheide. Alles innerhalb dieser gelegene Gewebe war und ist zum Theil noch im Zustande eines holz- und gefässbildenden Cambium, und treten an seine Stelle mehrere nicht simultan auftretende Systeme von Holzstrahlen; das erstentstehende besteht aus 3 Strahlen 1, 1, 1, das zweite aus 3 Strahlen II II, deren Ausbildung centripetal vorschreitet. Jedem Holzbündel entspricht eine (3zählige in diesem Falle) Gruppe von ätherischen Oelgängen e; I II III IV Grenzzellen eines Ganges. Vergr. 400.

Fig. 29. Aehnliche aber kleinere Partie zwischen zwei Armen der zuerst entstandenen Holzstrahlen 1, 1, II das secundäre Holzbündel (s. I II Fig. 30). C Cambium dem secundären Holzbündel gegenüber. MM Schutzscheide. p, p, p, ätherische Oelgänge älteres Stadium braune Tröpfchen ätherischen Oeles führend. I II III IV Grenzzellen eines Kanals. Vergr. 400.

Fig. 30. Ganzer Querschnitt der Wurzel. I I I erstangelegtes System; II, II, II später angelegtes System von primären Holzbündeln. e Cambium, den letzteren gegenüberliegend, mit ersteren alternierend. p p p erstentstandene Oelgänge; $p_1 p_1 p_1$ später entstandene Oelgänge. MM Schutzscheide. (Nach einer stärkeren Vergrösserung schematisch.)

Fig. 32, 33, 34. *Pittosporum Tobira*.

Fig. 32. Grössere Partie der secundären Rinde (*Lupenbild*). $p_1 p_1$ Region der eben entstehenden Oelgänge. p p Region der ausgebildeten Gänge der älteren Rinde.

Fig. 33. Aelterer Oelgang grosse Oelmassen führend. Vergr. 250.

Fig. 34. Partie aus p_1 der Fig. 32. Das Auseinanderweichen in Richtung der Tangente mehrerer Zellen, die Entstehung eines spaltenförmigen Intercellularraums p zeigend. Die Grenzzellen führen Amylum, mit einem Ueberzug gelben Oeles. V. 250.

Taf. LII.

Fig. 36 — 37. *Imperatoria ostruthium*. Querschnitte junger Wurzeln schematisch. $\alpha \beta \gamma \delta$ peripherische Secretionskanäle. a Fig. 36. Grosser Secretionskanal nach dem Eintritt cambialer Thätigkeit entstanden; b, d, ebensolche vor derselben zur Zeit der Anlegung der primären Fibrovasalmassen entstanden.

Fig. 37. Vom Centrum aus gemustert: e, f, d secundäre Fibrovasalstrahlen unter sich gleichwerthig mit ebensovieleu grössten Kanälen in der Rinde. a, b, 2 Arme, welche den genannten ungleichwerthig sind, eine frühzeitige Gabelung eines Hauptarmes wie e f d vorstellend. Die Zahl der peripherischsten kleinsten Kanäle $\alpha \beta$ etc. ist 16 (4.4). Zwischen je zwei Hauptgabelästen e, f, d kommen 4 solcher zu liegen. Von dieser Regelmässigkeit machen die 4 kleinen Kanäle, welche zwischen b u. d liegen, eine Ausnahme, insofern der von α b links gelegene Kanal zwischen die beiden Arme a u. b hineinfällt, Folge nachträglicher Zerrung in den verschiedenen Geweben (vergl. Fig. 36 u. 37).

Fig. 38. *Archangelica officinalis*. Querschnitt einer jungen Wurzel. a a . . secundäre Fibrovasalstrahlen. bb . . und cc . . Gabeläste verschiedener Ordnung. Das jedem Hauptast a a . . zugehörige Bündel secundärer Rinde ist mit einer römischen Ziffer I—VI bezeichnet. Sämmtliche Kanäle sind durch die secundären Fibrovasalmassen ihrer Stellung beeinflusst, und zur Zeit der Entstehung dieser von innen nach aussen, in entgegengesetzter Richtung angelegt. Keines der Systeme I—VI ist dem andern gleichwerthig. In jedem finden sich die Eigenthümlichkeiten des Fibrovasalbündels in dem secundären Rindenbündel ausgedrückt.

Taf. LIII.

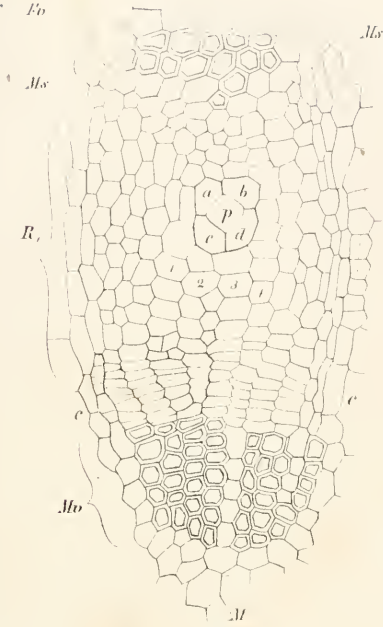
Fig. 39. *Abies excelsa*. Querschnitt durch einen einjährigen Zweig, Tinctionspräparat schematisch. M Mark. p R primäre Rinde. c Cambiumring. d Holzmarkstrahl. p primäre Harzkanäle, die Zahl solcher von der Zahl der primären Holzbündel abhängig. p_1 secundäre Harzkanäle regellos gestellt.

Fig. 40. *Imperatoria ostruthium*. Querschnitt einer jungen Wurzel vor der Anlegung secundärer Fibrovasalstrahlen. a b c d e fünfeckiger primärer Holzkörper. v v_1 Gefässe, welchen gegenüber die Kanäle pI pII u. s. f. (b, d Fig. 36) entstehen. Die cambialen Zellreihen, welche zwischen diesen und jenen liegen, zeigen eine von der tangentialen Ausdehnung des Gefässquerschnittes abhängige Breite. Vergr. 400.

Fig. 41. *Sorghum vulgare*. Kleine Querschnittspartie der Wurzel, ausserhalb der Kernscheide. CA Richtung des Radius. i Intercellularräume.

Fig. 42 u. 43. Schemata zur Demonstration der Dehnung cambialer Zellen im Querschnitt durch eine Gefässzelle v Fig. 42 e f c d. Fig. 43.

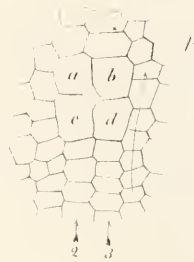
1. R



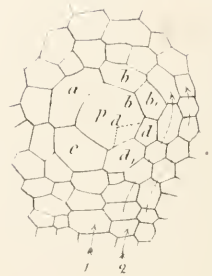
5.



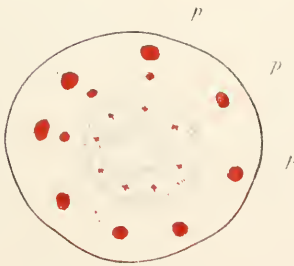
3.



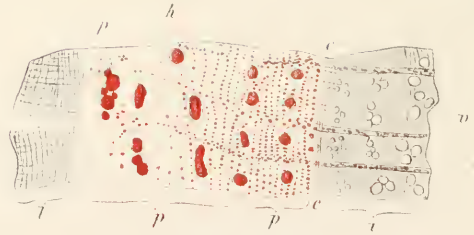
4.



2.

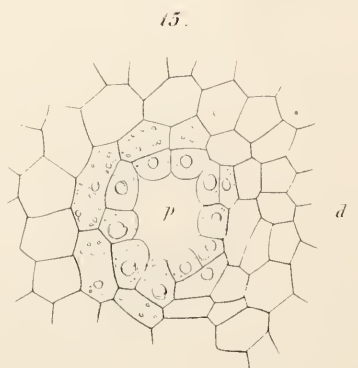
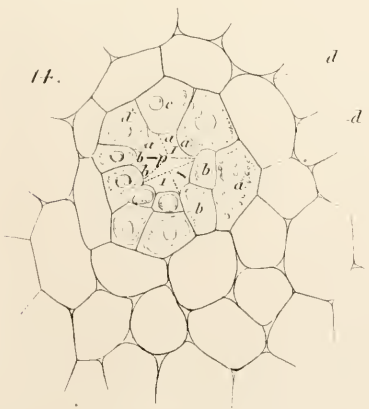
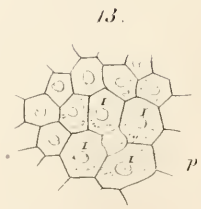
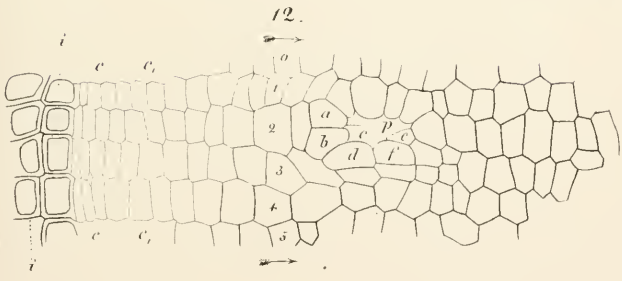
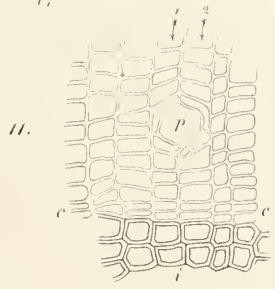
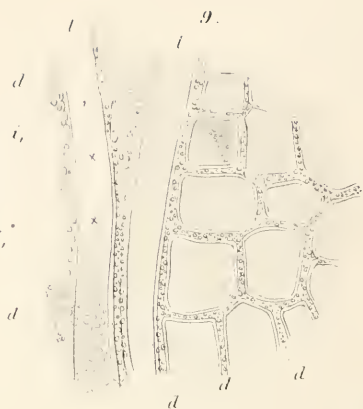
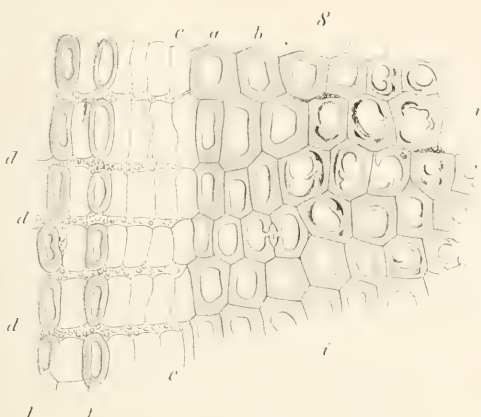


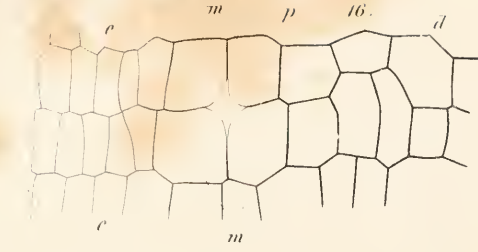
6.



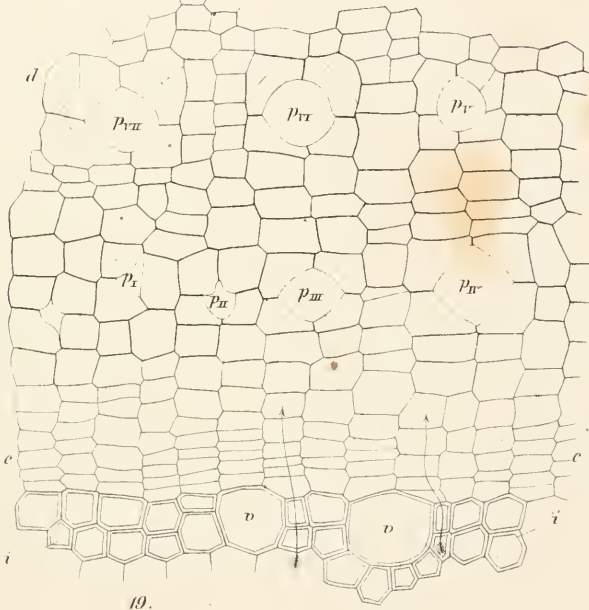
7.



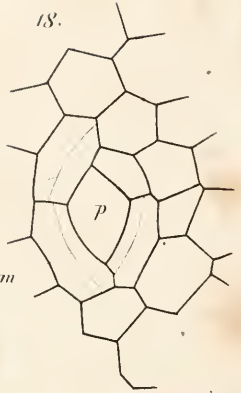
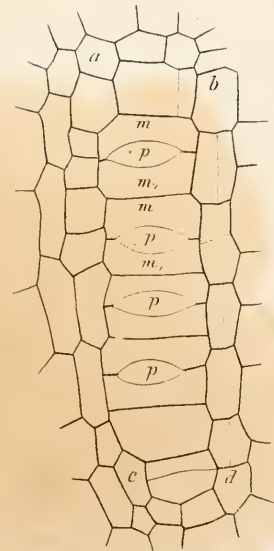




16.

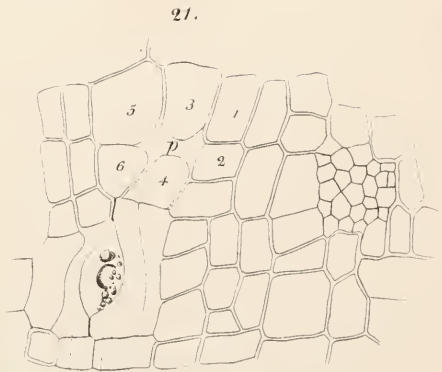
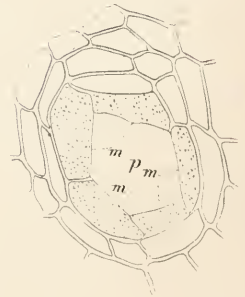


17.



18.

20.

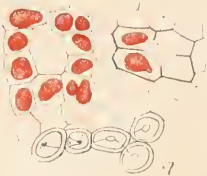


21.

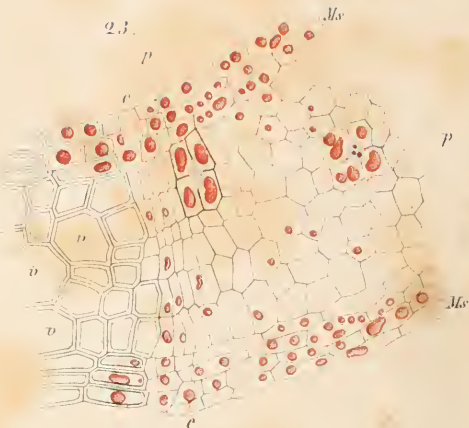
m m' p'



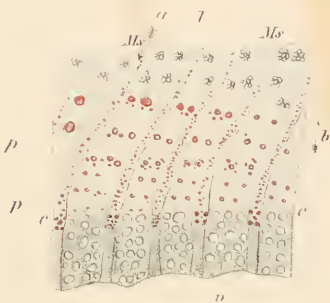
24. h p p.



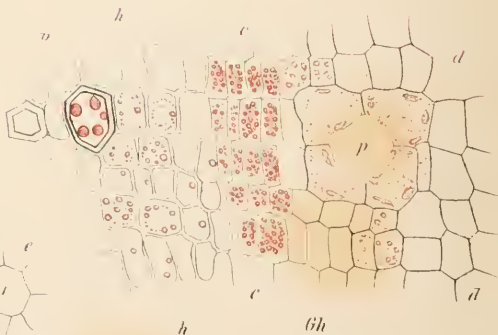
23.



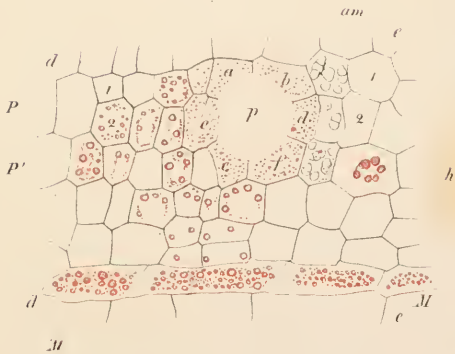
22.



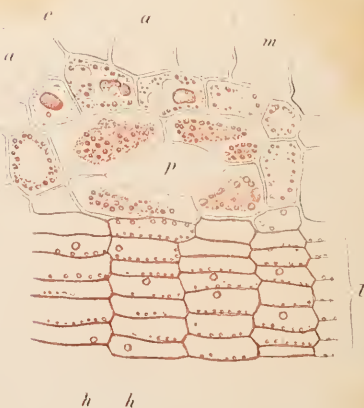
25. Gh



26.



27.



28.

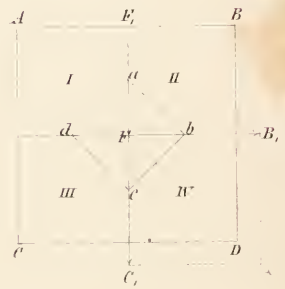




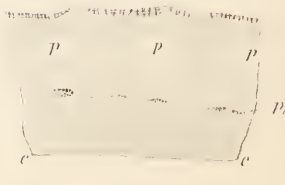
30



35



32



33

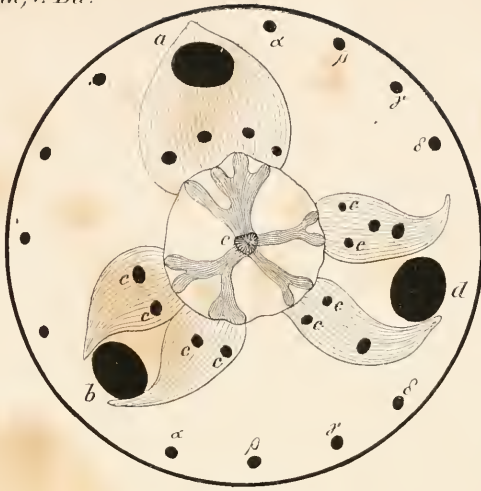


34

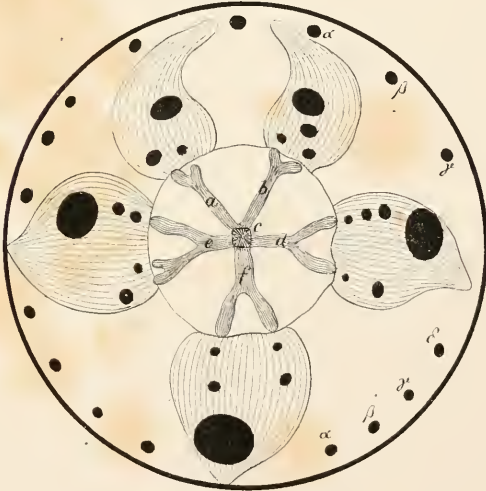




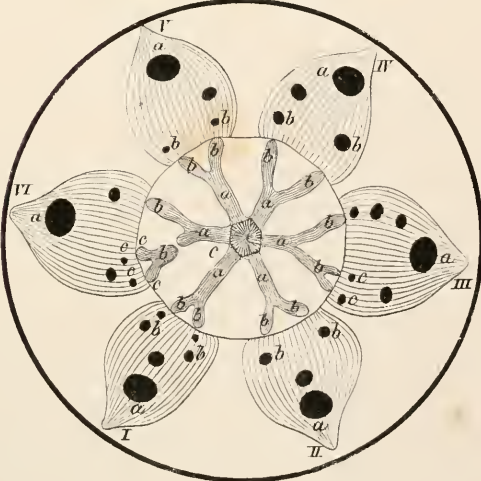
36.



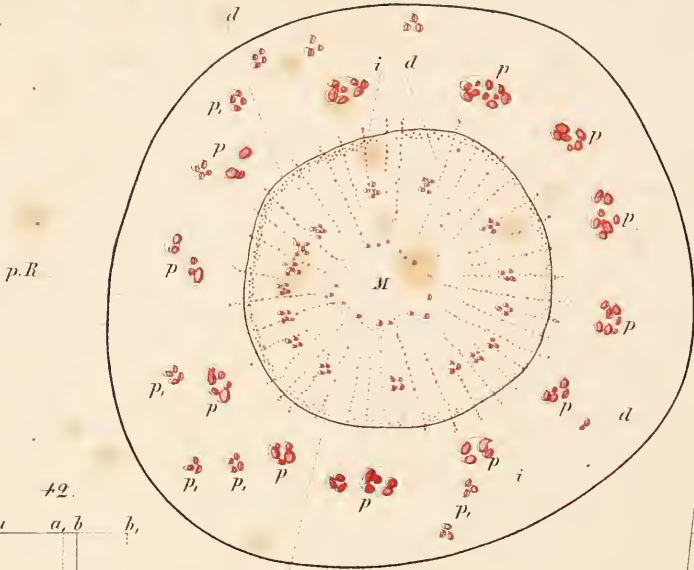
37.



38.

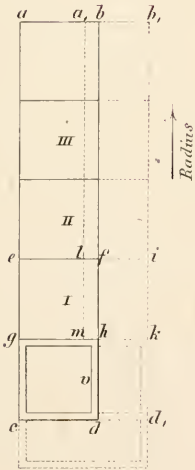




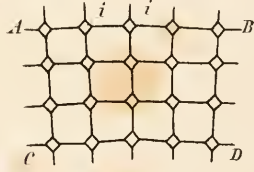


p.R

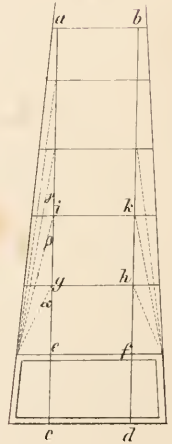
42.



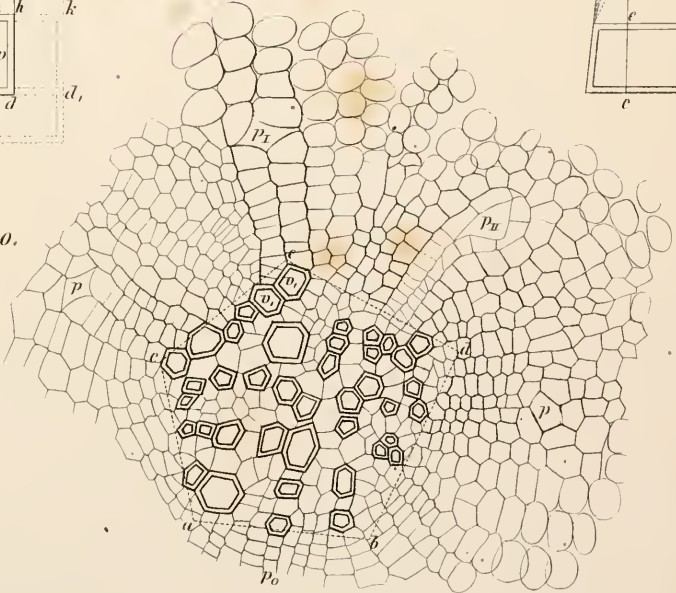
41.



43.



40.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1866-1867

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Müller N.

Artikel/Article: [Die Stellungsverhältnisse der Secretionskanäle zum Gefässbündel. 422-439](#)