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 Flächenwachsthums 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 unterlegenen 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 AF1 zu der halben Diagonale, dF Fig. 35 $\left(\frac{\overline{AF_1}}{\overline{dF}}\right)$; 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, zweien 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, die Zelle 1 von der Zelle 2 schied, bis zu dem Auftreten des Raumes abcd, eine Verschiebung der Doppelplatte FF, (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 2AFF, +2aF=3AF, 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 2 aF zu ad verkürzt, oder aF, wurde um die Differenz \overline{AF}_1 — ad verlängert. Da nun aber die Zelle 1 nach wie vor der Intercellularraumbildung quadratisch ist, so muss sich die 4 fache Differenz 2 a F - ad in unserem System auf das ganze Viereck ABCD vertheilt haben durch Verschiebung aller Membranflächenstückchen. Ist der Werth $\frac{A F_1}{d F}$ einigermaassen 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 AF₁. $\left(\frac{dF}{AF_1} = \frac{1}{2}\right)$

Jahrb. f. wiss. Botanik V.

 $\mathbf{28}$

Die obige Auseinandersetzung bezüglich des Wachsthums 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 a F, so ist das Areal des Ganges = $\pi \frac{d^2}{\bar{d}}$ 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 $\frac{au^2}{(\overline{AF_1})^2}$ ein constantes. Die Ausdehnung von $\overline{AF_1}$ wächst mit dem Radius des Querschnitts¹). Dass, nach Diesem, bei unbegrenzter cambialer Thätigkeit in Stamm und Wurzel die Grösse des Ganges mit dem Dickenwachsthum 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. 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 Wachsthums der Grenzzellen irgend beDie Stellungsverhältnisse der Secretionskauäle zum Gefässbündel. 425

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 $\frac{\overline{ad^2}}{\overline{AF_1}^2}$ ist keine constantes mehr für verschieden weit vom Herd der cambialen Thätigkeit in der Achse belegene Gänge wie aus der oben gegebenen Entwickelungsgeschichte erhellt.

Mit der Voraussetzung, dass der Intercellularraum F (Fig. 35) ein quadratisches Querschnittsareal, dass der Tangentaldiameter = 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 tangentaler 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 tangentalen 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 Entwickelungszustand (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 4 armiges, in der älteren eines anderen Individuums (Fig. 37) ein 5 armiges, in Fig. 38 im Querschnitt einer jungen Archangelicawurzel ein 6 armiges Holzsystem. Jeder der ersten Hauptarme ist oder wird in dem Verlauf cambialer Thätigkeit nochmals gabeltheilig; die Gabeläste zweiter Ordnung können unter sich gleichwerthig sein, uud 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 weitlumiger (Fig. 40 v v,), 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 solch er 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 Entwickelungsgeschichte 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 α , β , γ , δ , 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 ab (Fig. 37) durchaus nichts weiter als die sehr früh, indess schon

nach Eintritt centrifugalen Wachsthums 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 Imperatoriawurzel 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 Imperatoriawurzel 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-

Die Stellungsverhältnisse der Secretionskanäle zum Gefässbündel. 429

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 Artemisiawurzel 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 pp zu erkennen ist. Es zeigt sich hier deutlich, dass sämmtliche 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 Verschiedenheit 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 Intercellularraumes 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 tangental 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 Intercellularräume (p., p1, pn), 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 Intercellularraumes 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 Intercellularräume 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 Intercellularraumes a b c d,

430

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 BB₁ zu der tangental gestellten AF₁ 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 tangentale Wand im eambialen Zustand gleich war und parallel lief der Wand CD oder $\frac{CD}{2} = CC_1$ unseres Systems (s. Fig. 40 p p₁ p p₁).

Zunächst können wir uns den Vorgang der Bildung des Intercellularraumes a b c d (Fig. 35) in dem Liniensystem versinnlichen, wenn wir annehmen, dass trotz dem Wachsen aller Theile der Zellwand, die Wand FB, im Zustand der Spannung sich befinde, durch die plötzliche Dehnung um ein geringes in Richtung der Tangente des Pfeiles FB1. Ich will die Kraft, die sich dadurch äussern kann, die tangentale 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, 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 4 zelligen Systems Fig. 35, nach demselben vorausgesetzten Verhältniss, so muss zunächst ein 4 eekiger Intercellularraum 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 Intercellularräumen 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 ABCD oder an eine Reihe ähnlicher in radialer Richtung vor der Bildung des Intercellularraumes abcd an die Wand CC, oder CC, D eine Zelle grenzt, welche zu einem transversal sehr bedeutend ausgedehnten Gefäss wird. In dem Schema 42 u. 43 sind diese Verhältnisse angedeutet, abcd eine Radialreihe cambialer Zellen (s. Fig. 40, Radialreihen, in welchen p_0 p₁ p₁ gelegen, im Zeitpunkt, in welchem eine Zelle v eben zum Gefäss wird). Wächst die Wand c d von c d bis c d₁ in tangentaler Richtung, so werden die in der Radialreihe nach aussen nächst gelegenen Zellen I, II, III mit ihren gleichgestellten Wänden bis zum Schneiden des Radius b₁ d₁ verlängert, die Zelle I, die von e f g h 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 $\frac{\overline{ef}}{f_i}$ derart sein, dass die in dem Satze erwähnten Grenze überschritten ist, alsdann tritt eine radial gestellte Wand 1m auf; wir nehmen für unser Schema $\overline{el} = \frac{ei}{2}$. 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 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 (p1 v1 v etc. Fig. 40). Hier ist die Dehnung nicht von Wandbildung begleitet. Der Werth $\frac{\overline{e} f}{\overline{f}_i}$ für Schema 42 ist nicht derselbe in dem letzteren Fall wie für ersteren. Der Einfluss machte sich nun nichtsdestoweniger merklich und kann als die tangentale Componente des Schema 35 angeschen werden. Das heisst eine Dehnung, Erweiterung in der Richtung FB,, gegenüber welcher die Wand sich passiv verhält, kann in dem im Schema 42 geschilderten transversalen Ausdehnungsstreben einer oder mehrerer ursprünglich den übrigen Zellen einer Radialreihe gleichwerthiger Zellen zu GeDie Stellungsverhältnisse der Secretionskanäle zum Gefässbündel. 433

fässquerschnitten gesucht werden. Da nun aber im Schema 35 auch die gleichwerthige Radialcomponente verlangt ist, welche aus obigem sich nicht ergiebt, 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 tangentaler Richtung begleitet ist von einer solchen in radialer, oder dass in diesem Querschnitt, wenn die Wand g h wächst, auch g c wächst, dass in allen Stadien das Verhältnis $\frac{gh}{gc}$ nahezu ein constantes. Folge davon ist die nicht merklich bevorzugte tangentale 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 tangentale Wand des Gefässes dieselbe Wand der Rindenzelle in derselben Radialreihe beeinflusst, ohne dass das Grenzverhältniss des Schema 42 $\frac{e f}{fi}$ 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 $\frac{FB_1}{FC_2} = 1$, 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 b.d. 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 ergiebt 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 Tangentaldiameter den 4 seitigen 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 $\frac{F_1 B}{PP}$ $\overline{BB_1}$ nicht gestört in Folge der Entwickelung, 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 entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

434

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XLVII.

Fig. 1-4. Pinus taurica.

Fig. 1. Ganzes primäres Gefässbüudel in dem Knospenzustand (entspricht einem einzigen Bündel e Fig. 2 im transversalen Durchschnitt). e e Cambium, dessen Thätigkeit eine seenndäre Rinde nach R hin, seeundäres 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 abed 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. Querschnittspartieen durch Holz und secundäre Rinde von Rhus typhinum.

Fig. 5. Kleine Partie aus dem eambialen Theile der secundären Rinde. p Complex zartwandiger Zellen inmitten der mehr verdickten Rindenparenchymzellen, welche durch Anseinanderweichen der Wände in tangentaler 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 e.e. 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 Streekung in transversalen Richtungen erreichen. 1 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 zn. 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. Tangental 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 Zellwandwärzchen hineinragen. c c Cambiumring. i Unterbrechungen mannichfacher Art in den Verdickungsschichten der Holzzellen. 1 Bastzellen. Vergr. 500.

Fig. 9. Tangentaler Längsschnitt durch die Rinde derselben Pflanze. 11 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 tt. Vergr. 500.

Fig. 11. Rhus viminalis. Querschnittspartie in der Nähe des Cambiumringes cc. 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 4seitigen Intercellularraum bilden. Vergr. 350.

Fig. 12. Ebensolches Präparat von Pistatia Lentiscus. i i Holz in der Nähe des Cambiumringes c e_1 . 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 tangentale 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 Zellcomplex, in welchem die Zellinhalte angedeutet sind, umgebenden Zellen gehen eben in eine nachträgliche Streckung ein; es entstehen Intercellulurräume (mit Luft erfüllte, schwarzerscheinende d, d_i). Die Zellen des erstgenannten Complexes eutsprechen 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 tangentale 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, bb. Endlich Zelle 1 links unten zu einem 4zähligen Complex, durch eine radiale Wand und zwei tangentale 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 nm den Kanal ist gewachsen; solche um die umliegenden Zellen kommen in Bezng auf transversale Ausdehnung ins Gleichgewicht. p Gummigang. Vergr. 350.

Taf. XLIX.

Fig. 16-19. Cussonia spicata.

F ig. 16 u. 17. Transversaler Querschnitt in der Nähe des Cambium cc. v Gefüsse. i Holzzellen. p pl pl1 etc. Gummiharzgänge in verschiedenen Entwickelungsstadien. Bei p Fig. 16 weichen eben 4 cambiale Rindenzellen auseinander, der dadurch entstehende Intercellularraum enthält eine wenig trübe Flüssigkeit. In pV Fig. 17 tritt in der einen der 4 Grenzzellen eine radiale Wand auf. In pVI und pVII sind tangentale Wände zuerst aufgetreten; p₁ ist von nur 3 Zellen begrenzt. Vergr. 400.

Fig. 18. Kleine Partie eines radialen Längsschnittes. p, $m m_1$ Intercellularraum und Grenzzellen eines tangental 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 p_1 etc. linsencylindrische tangental transversal verlaufende, in den grossen Gang a b c d einmündende Seitengänge. Hier weichen die Flächen nur zweier Zellen auseinander. mm₁ 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 petc. 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 mm begrenzt. Der Querschnitt von p ist 5 seitig. Vergr. 350.

Fig. 21. Ein ähnliches Präparat in der Nähe des Korkringes entnommen. p sich eben bildender Oelgang; 1—6 Grenzzellen weichen auseinander; p_1 ähnlicher Gang von nur 2 Grenzzellen gebildet; m m_1 , grössere und kleinere Kugeln ätherisches Oel führend. Vergr. 350.

Taf. L.

Fig. 22-24. Hedera Helix.

Fig. 22. Grössere Partie der seeundären Rinde, die Vertheilung des Harzes darstellend, nach einem Tinctionspräparat; nach einer stärkeren Vergrösserung verkleinert. I Bastbündel. c.c. 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. pp junge Gänge in der Nähe des Cambium cc, deren Grenzzellen mit Harz erfüllt sind. vvv Elemente des Holzkörpers. Vergr. 400.

Fig. 24. Zwei ältere Gänge p₁ von 4, p von mehreren harzführenden Grenzzellen umgeben. 1 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 vv. Gefässe, rechts die secundäre Rinde im cambialen Za-

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

Fig. 26. Kleinere Partie aus dem mittleren Theile der secundären Rinde. p Gammiharzgang von 6 Zellen begrenzt. h grössere Harztropfen. M M 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. Achnliche Partie in der Nähe des Korkes I. 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 änsserst kleine Harztröpfchen ihr anhaften; hierdurch erscheint sie in dickeren Schichten roth gefärbt. h h grössere Harztröpfchen. Vergr. 400.

Fig. 28. Querschnittspartie aus der Wurzel von Bubon gunmifer. 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 c; I II III IV Grenzzellen eines Ganges. Vergr. 400.

Fig. 29. Achnliche 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. M M Schutzscheide. p, p, p, ;; ätherische Oelgänge älteres Stadium braune Tröpfehen ätherischen Oeles führend. I II III IV Grenzzellen eines Kanals. Vergr. 400.

Fig. 30. Ganzer Querschnitt der Wurzel. III erstangelegtes System; II, II, II später angelegtes System von primären Holzbündeln. e Cambium, den letzteren gegenüberliegend, mit ersteren alternirend. pp 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). p₁ p₁ Region der eben entstehenden Oelgänge. p p Region der ausgebildeten Gänge der älteren Rinde.

438

Erklärung der Abbildungen.

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 ebensovielen grössten Kanälen in der Rinde. a, b, 2 Arme, welche den genannten ungleichwerthig sind, eine frühzeitige Gabelung eines Hauptarmes wie ef d vorstellend. Die Zahl der peripherischsten kleinsten Kanäle α β 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.. nnd ec.. 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 ausseu, 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 d Holzmarkstrahl. p primäre Harzkanäle, die Zahl solcher von der Zahl der primären Holzbündel abhängig. p, 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 pl pl u. s. f. (b, d Fig. 36) entstehen. Die cambialen Zellreihen, welche zwischen diesen und jenen liegen, zeigen eine von der tangentalen 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.







A. Müller ad nut. del

C.Laue lith.



Jahrb. f.w. Botanik, V.Bd.



N.Müller ad nat. del.

C.Laue lith



Taf. ALLI.



T. Müller ad nat. del.



Jahrb. f.w. Botanik, V.Bd

Taf. L



N Müller ad nat.del

C.Lane lith





П

29



.1/

B

D

∽B,



30



π

I,









N.Müller ad nat. del.

6. Intere Teth









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: <u>Die Stellungsverhältnisse der Secretionskanäle zum</u> Gefässbündel. 422-439