

BOTANISCHES INSTITUT
der k. k. Universität.

J. No

B

Q 182/11

BOTANISCHES MUSEUM
der k. k. Universität.

J.N^o 349.

B

2/626¹⁸²
71

Dickenwachsthum des Stengels

und

Anordnung der Gefätsstränge

bei den

S a p i n d a c e e n

von

Carl Nägeli.



München 1864.

Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.

Dickenwachsthum des Stengels

und

Anordnung der Gefäßstränge

von Carl Nageli

Sapindaceen

des hohen Alpengebirges

von

Carl Nageli

Carl Nageli



München 1864

Druck von A. G. Weitzel, Universitätsbuchdruckerei



Dem

k. bayerischen Geheimen Rath

Herrn

Dr. Carl Friedrich Philipp von Martius

widmet

bei seinem fünfzigjährigen

D o c t o r j u b i l ä u m

den 30. März 1864

diese Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte
brasilianischer Schlingpflanzen

in aufrichtiger Verehrung

der Verfasser.



Herrn

k. bayerischen Geheimen Rath

Herrn

Dr. Carl Friedrich Philipp von Martius

widmet

bei seinem fünfzigjährigen

Doctordiebstahl

den 30. März 1864

diese Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte
 brasilianischer Schlingenthiere

in rechtlicher Form

der Verfasser

Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen.

Die Sapindaceen gehören wohl zu den merkwürdigsten Beispielen abnormaler Holzbildung. Manche von ihnen besitzen ausserhalb des gewöhnlichen Holzcyinders noch mehrere, meist kleinere, aber sonst ganz gleich sich verhaltende Holzcyinder (VI, 17; IX, 11). Wir finden hier gewissermassen das Gegentheil von dem, was uns *Phytolacca* zeigt, wo im Marke Gefässstränge auftreten, von denen jeder einem Holzcyinder im Kleinen ähnlich sieht. Ich will zuerst das Charakteristische und Gemeinsame in der Anordnung der Holzpartieen, in der Gewebebildung überhaupt und im Verlauf der Gefässbündel bei den Sapindaceen, namentlich mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte betrachten, und nachher noch die Anordnung der Stränge bei einzelnen Arten beschreiben.

I. Wesen und Ursprung der besondern Holzringe.

Das anatomische Verhalten des Sapindaceenstengels ist bekannt, und durch jeden Quer- und Längsschnitt leicht zu ermitteln. Das Mark (IX, 11, ν) ist umgeben von einer Markscheide (ω) und einem Holzring (ausserhalb ω), den ich den allgemeinen nennen will. Auf den Holzring folgt der allgemeine Cambiumring (φ , φ_1), dann die Epenrinde (ζ , σ), der Bastring (ρ) und zuletzt die Protenrinde (μ , μ_1) mit Epidermis oder Periderm. Stellenweise ist die Epenrinde mächtiger und schliesst kleinere Holzringe ein, die ich im Gegensatz zum allgemeinen als besondere bezeichnen will. Der besondere Holzring ist ringsum von einem (besonderen) Cambiumring (ξ , π) umschlossen und schliesst ein Mark ein, welches aus dem gleichen Gewebe besteht wie die Markscheide innerhalb des allgemeinen Holzringes. Die besondern Holzringe, in der Zahl von 1—8 vorhanden, sind rücksichtlich ihres Baues dem allgemeinen durchaus analog; an der innern Grenze (zwischen Holz und Mark) befinden sich einige Stränge von abrollbaren Gefässen; im Holz selbst kommen nur poröse Gefässe vor.

Wenn man den ältern Stamm einer Sapindacee mit den besprochenen abnormalen Holzringen im Querschnitt betrachtet, so scheint es auf den ersten Anblick, als ob Zweige dem Stamm angewachsen wären. Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl., II, 166) sagt, dem genauen Beobachter widerlege sich aber diese Ansicht sogleich durch den Mangel des Markes in den äussern Holzportionen. Darauf ist indess zu entgegnen, dass dem genaueren Beobachter das Mark wieder zum Vorschein kommt; es mangelt nie, wird aber leicht übersehen, weil seine Zellen oft dicke Wandungen haben, und desswegen auf dem Querschnitt den Holzzellen ähnlich sehen. Der Längsschnitt zeigt aber, dass es kürzere und parenchymatische Zellen sind.

Dieses Mark der besondern Holzringe hat nun zwar eine andere morphologische Bedeutung als dasjenige des allgemeinen. Es entsteht nämlich, wie ich zeigen werde, nicht aus Meristem, sondern aus Cambium, und ist somit nicht als Proten- sondern als Epenmark zu bezeichnen. — Uebrigens bemerke ich, dass die An- oder Abwesenheit des Markes durchaus gleichgültig ist für die Entscheidung der Frage, ob ein Complex von Holz und andern Geweben als Theil eines Stengels oder als ganzer Stengel zu betrachten sei. Denn es gibt nicht nur unter den Gefässkryptogamen, sondern auch unter den Dicotyledonen Beispiele, wo das Mark in einem Stammtheil viel vollständiger mangelt, als in den besondern Holzringen der Sapindaceen.

Die Ansicht der Zweignatur wurde dagegen neuerlich von Schacht wiederholt (Anat. u. Phys. der Gewächse II. 59). Er sagt: Die äussern Holzringe entstehen hier aus Seitenknospen des centralen Holzringes (die bei einer *Serjania axillar* zu sein scheinen), sie bilden Zweige, welche für eine Zeit lang mit dem innern Hauptstamm nahebei parallel fortwachsen und mit ihm durch eine gemeinsame Rinde verbunden bleiben etc. — Schon der mit blossem Auge zu verfolgende Längsverlauf der besondern Holzringe macht aber eine solche Theorie unwahrscheinlich; denn manchmal verlieren sie sich nach oben wieder theilweise in den Stamm. Die Anatomie zeigt ihre Unmöglichkeit; denn die Gefässstränge der sogenannten Zweige gehen in die Blätter des Stammes aus, und ein einziger gemeinsamer Bastring umgiebt die besondern sammt dem allgemeinen Holzring. Die Entwicklungsgeschichte sowohl der morphologischen, als der anatomischen Verhältnisse weist die gänzliche Grundlosigkeit nach; denn der windende Sapindaceenstengel wird wie jeder andere Dicotyledonenspross mit einzelstehenden Blättern und Axillarknospen angelegt, aus denen wirkliche, von der Basis an frei bleibende Zweige hervorgehen; die zwischen den Blättern befindlichen Internodien sind anfänglich, auch rücksichtlich ihres Gewebes, nicht von denen der normalgebildeten Dicotyledonen zu unterscheiden, und erst nach und nach entwickelt sich ihr abweichender Bau.

Die morphologische Bedeutung der besondern Holzringe kann nur aus ihrer Entwicklungsgeschichte und aus dem Vergleiche derselben mit der Entwicklungsgeschichte der übrigen Dicotyledonenstengel erkannt werden.

In der Stammspitze aller Dicotyledonen werden in dem parenchymatischen Bildungsgerüst (Urmeristem) Cambiumstränge sichtbar (X, 1), aus denen die in

die Blätter ausbiegenden gemeinsamen Gefässtränge sich entwickeln. Diese Cambiumstränge sind zuerst isolirt, nachher werden sie durch den Cambiumring verbunden. Die Gestalt des letztern hängt von der Stellung der erstern ab. Zuweilen liegen die Stränge ziemlich genau in einem Kreise oder in einem Oval. Häufig sind sie abwechselnd mehr und weniger von dem Centrum des Stengels entfernt, wodurch eine Markscheide entsteht, deren Ecken ungleich vorspringen; aber die weiter nach innen gelegenen Stränge entstehen etwas früher und holen die äussern und später entstehenden durch ihr Dickenwachsthum ein. In beiden Fällen zeigt der Cambiumring eine ziemlich regelmässige, kreisrunde oder ovale Form.

Es können aber auch die Cambiumstränge ziemlich gleichzeitig entstehen und doch ungleich weit vom Centrum entfernt sein. Oder es wird diese Ungleichheit, bei ungleichzeitiger Anlegung, durch das geringe Dickenwachsthum nicht ausgeglichen. In diesen Fällen zeigt sich der Cambiumring nicht gleichmässig gerundet, sondern mit vorspringenden Ecken. Dabei hat er bald eine regelmässige 3, 4, 5eckige, bald eine unregelmässige Form. Unter den Sapindaceen mit normalem Bau gibt es namentlich auch solche Beispiele (I, 4, 6, 7; IV, 5, 6).

Wenn die Cambiumstränge, die auf einem Querschnitt der Stammspitze sich bilden, so ungleich grosse Abstände vom Centrum zeigen, dass der Cambiumring sie nicht alle vereinigen kann, so entstehen entweder jene Bildungen, wie sie *Phytolacca*, die *Nyctagineen* etc. zeigen, oder jene, welche wir bei den *Sapindaceen* mit abnormalem Bau finden. Im erstern Falle bleiben einige Stränge zerstreut im Marke zurück, und nur die äussern werden durch den Cambiumring verbunden. Im zweiten Falle vereinigt der Cambiumring die innern Stränge und die äussern werden ausgeschlossen. Den letzteren Vorgang will ich im Folgenden einlässlicher betrachten.

Die Cambiumstränge, welche in dem Urmeristem der Stammspitze sichtbar werden und dazu bestimmt sind, sich in Gefässtränge zu verwandeln, entstehen bei den windenden *Sapindaceen* nicht gleichzeitig auf dem Querschnitte; sie sind ferner ungleich gross und liegen meistens in sehr ungleichen Abständen vom Centrum. An einzelnen Stellen, die den Kanten des Stengels entsprechen, bilden sie sogar 2 (oder 3) Lagen, eine äussere und eine innere. Das Meristem zwischen den Strängen verwandelt sich, wie es bei den *Dicotyledonen* gewöhnlich der Fall ist, in Cambium, welches auch hier in Form eines Ringes auftritt. Derselbe ist aber wegen der ungleichen Entfernung der Stränge vom Centrum einmal aus- und einwärts gebogen. Ferner nimmt er, wo 2 oder mehrere Stränge radial hintereinander stehen, dieselben sammt dem zwischenliegenden Meristem in sich auf, so dass er an diesen Stellen viel dicker wird.

Der Vorgang, wie ich ihn eben geschildert habe, lässt sich nur selten und nur undeutlich verfolgen. In den Stengelecken wird oft nur ein verdickter Strang von Anfang an sichtbar. Zuweilen erscheint auch gleich ein zusammenhängender Ring. Da aber in den allerersten Zuständen für manche Fälle eine Unterbrechung des Cambiums in tangentialer Richtung und in andern eine Unterbrechung desselben in radialer Richtung sicher ist, und diese Unterbrechungen mit der

spättern Anordnung der Gefässpartieen zusammenstimmen, so spricht die Wahrscheinlichkeit durchaus dafür, dass das Cambium ursprünglich immer in ebenso vielen isolirten Strängen angelegt werde, als sich nachher Gefässstränge unterscheiden lassen.

Mögen nun die ersten Stadien mehr oder weniger sich der Beobachtung entziehen, so tritt immer bald ein Zustand ein, wo auf dem Querschnitt des Stengels ein Cambiumring von unregelmässiger Form und mit knotenförmigen Anschwellungen in den Ecken deutlich ist. In demselben werden dann einzelne Gefässgruppen sichtbar, die in ihrer Entstehungsfolge denjenigen der anfänglichen Cambiumstränge entsprechen. Das innerste und das äusserste Gewebe des Cambiumringes fängt an, in Dauergewebe sich zu verwandeln, und einerseits die Markscheide, anderseits den Bastring und die äusserste Partie des secundären (oder Epen-) Rindenparenchyms zu bilden.

Haben die Gefässstränge annähernd eine analoge Stellung wie bei der Mehrzahl der Dicotyledonen, so stimmt auch das weitere Verhalten der Gewebebildung mit denselben überein. Befinden sich aber in einer Stengelecke mehrere Gefässstränge, die sehr ungleich weit vom Centrum entfernt sind, so treten abweichende Erscheinungen auf; zwischen diesen Gefässsträngen, von denen immer zuerst die äussern, nachher die innern sichtbar werden, geht das Cambium in Dauergewebe über, während es ausserhalb und innerhalb noch im Zustande des Bildungsgewebes beharrt. Man hat jetzt mitten in der Verdickung des Cambiumringes eine isolirte Partie von Dauergewebe; der Cambiumring spaltet sich an dieser Stelle in 2 Lamellen, wie ein Fluss, in dem eine Insel liegt.

Dieser Zustand, der bei sehr ungleichem Abstand der Gefässstränge vom Mittelpunkt wohl immer eintritt, kann sich in verschiedener Art weiter bilden. In dem einen Falle setzt sich die Insel von Dauergewebe mit der Markscheide in Verbindung, indem das zwischenliegende Cambium ebenfalls in Dauergewebe übergeht. Der allgemeine Cambiumring bildet dann an dieser Stelle eine nach aussen vorspringende Falte, in welche die Markscheide mit einem Fortsatze hineinragt, und er berührt alle einzelnen Gefässgruppen. Diese Cambiumfalte ist von halbrunder, selbst von fast kreisrunder Gestalt, mit weiter oder enger Mündung auf der Seite des Markes (IV, 6). Die Form wird erst recht deutlich, wenn der Holzring sich zu bilden angefangen hat (III, 13, 14; VI, 17, a; VII, 8 bei g, e und h; IX, 2, 6, 11). Die Gefässstränge, welche zuerst angelegt wurden, befinden sich in der Mitte der Ausfaltung, die spätern im Halse derselben.

Im andern Falle aber zerfällt die Cambiumlamelle, welche auf der Innenseite der Insel von Dauergewebe liegt, in zwei durch Dauergewebe geschiedene Blätter, von denen das innere sich in den allgemeinen Cambiumring fortsetzt und einen Theil desselben ausmacht, das äussere aber mit dem auf der Aussenseite der Insel sich herumziehenden Cambium einen besondern Ring darstellt. Dieser besondere Ring, der sich nach und nach zu einem Holzring ausbildet, vereinigt meistens alle in der Stengelecke befindlichen Gefässstränge; von den letztern kann aber auch der eine oder andere in den allgemeinen Ring aufgenommen

werden. — Diess ist der Verlauf im Allgemeinen; ich will denselben, wie er bei *Serjania caracassana* beobachtet werden kann, noch ausführlicher von Anfang beschreiben.

Der Cambiumring, welcher sich aus dem Urmeristem der Stengelspitze ausscheidet, ist wie gewöhnlich in den Ecken verdickt. In einer solchen Verdickung werden zuerst einige Gefässe sichtbar, die eine oder zwei neben einander liegende Gruppen darstellen; es sind die äussern Gefässstränge des künftigen besondern Holzringes (X, 3; 4; 6, f; 7, f). Ferner beginnt der äusserste Theil des Cambiums sich in Bast, der darauffolgende in Epenparenchym (secundäre Rinde) zu verwandeln; der innerste Theil des Cambiums wird zur Markscheide. In einiger Entfernung nach einwärts von dem einen oder den zwei Gefässsträngen treten etwas später einer oder mehrere Gefässstränge auf (VII, 1; X, 8, g); sie sind für die innere Seite des besondern Holzringes bestimmt. Zwischen den äussern und innern Gefässsträngen verwandelt sich das Cambium in Dauergewebe (X, 8, π); es ist das Mark des besondern Holzringes und nach seinem anatomischen Character vollkommen identisch mit der Markscheide des allgemeinen Ringes.

Der allgemeine Cambiumring ist jetzt auf eine bestimmte Strecke in zwei Lamellen gespalten, welche die Gefässstränge und das zwischen ihnen befindliche Dauergewebe einschliessen (X, 3, 4). Dieser Zustand dauert indess nicht lange. Die innere Lamelle des Cambiumringes wird beträchtlich dicker, und zerfällt, indem eine mittlere Zone zu Dauergewebe wird, in drei parallele Lamellen: eine äussere und eine innere Cambiumschicht, und eine mittlere Schicht von Dauerparenchym, zuweilen mit einem oder einigen Gefässsträngen (X, 5; in Fig. 7 u. 8 hat diese Scheidung eben begonnen, π ist das äussere, φ das noch kaum angedeutete innere Cambium, χ das Dauergewebe). Diese mittlere Lamelle (5 zwischen π und φ) setzt sich beiderseits fort, bis sie die secundäre Rinde des allgemeinen Ringes trifft. Damit hat sich das Cambium in zwei einander nicht mehr berührende Theile geschieden, eine innere Partie, die dem allgemeinen Cambiumring angehört (5, φ) und eine äussere Partie, die einen vollständigen besondern Ring darstellt (5, ξ — π). Auf dem Radius, welcher durch die Stengelkante geht, bemerkt man somit von innen nach aussen 1) das Protenmark, 2) die Markscheide mit oder ohne Gefässstränge, 3) den allgemeinen Cambiumring (X, 8, φ), 4) ein Dauergewebe, welches als secundäre Rinde zu bezeichnen ist (χ), 5) der innere Theil des besondern Cambiumringes (π), 6) das Epenmark, welches derselbe einschliesst (τ) mit Gefässbündeln an der innern und äussern Seite (f, g), 7) der äussere Theil des besondern Cambiumringes (ξ), 8) die secundäre Rinde (σ), 9) der Bastring (ρ), 10) die Protenrinde (μ). Alle Gewebetheile, welche zwischen dem Protenmark und der Protenrinde liegen, sind aus Cambium entstanden und somit als Epen zu bezeichnen.

Auf diese Art bilden sich fast ohne Ausnahme alle besondern Holzringe. Die innere Seite derselben hat dabei gewöhnlich einen oder mehrere Gefässstränge aufgenommen (VI, 17; IX, 11), indess häufig keine für den allgemeinen Holzring an der entsprechenden Stelle übrig bleiben. In seltenen Ausnahmen oder nur an bestimmten und begrenzten Stellen kann der besondere Holzring aus ei-

nem einzigen Gefässstrang sich entwickeln. Dann trennen sich die beiden Lamellen, in die der Cambiumring unter einer Stengelkante gespalten ist und welche die Insel von Dauergewebe umschliessen (X, 3, 4), in der Art von einander, dass die Verbindungsstellen beiderseits in Dauergewebe übergehen und somit die von den beiden Cambiumlamellen früher eingeschlossene Insel nunmehr mit der Epenrinde in Communication tritt. Die innere Cambiumlamelle gehört jetzt vollständig dem allgemeinen Cambiumring an, die äussere stellt einen unvollständigen, nach innen geöffneten Ring dar. Die gleiche Gestalt hat auch der aus demselben hervorgehende Holzring (III, 15). Derselbe kann sich auch früher oder später beinahe oder vollständig schliessen; er ist dann fast marklos.

Der besondere Cambiumring verhält sich rücksichtlich seiner Function genau wie der allgemeine. Der letztere vermehrt fortwährend seine Zellenzahl, und in gleichem Maasse gehen fortwährend die Zellen an seiner concaven Seite in Xylem (Holzzellen und poröse Gefässe), diejenigen an seiner convexen Seite in Phloëm (Epenrinde) über. Ebenso sind die Zellen des besondern Cambiumringes, solange der Stengel lebt, in Vermehrung begriffen; an seiner concaven Seite bildet er einen Holzring, welcher aus Holzzellen und porösen Gefässen zusammengesetzt ist, und sich an die ursprünglichen aus abrollbaren Gefässen bestehenden Stränge anlehnt; an seiner convexen Seite erzeugt er ringsum secundäre Rinde (IX, 11, σ , χ). Beide, Holzring und secundäre Rinde, werden immer mächtiger.

Je älter der Stammtheil wird, desto mehr entfernt sich der Bastring von dem allgemeinen und von den besondern Holzringen, weil beide fortwährend secundäre Rinde bilden (IX, 11, σ und $\chi\sigma$). Je älter der Stammtheil wird, desto mehr entfernt sich auch der besondere Holzring von dem allgemeinen, und dafür ist eine doppelte Ursache vorhanden, weil das Cambium des einen und des andern zur Vergrösserung des zwischengelegenen Rindenparenchyms beiträgt (IX, 11, χ).

Es fragt sich nun, wie die Erscheinung der besonderen Holzringe mit dem gewöhnlichen Dicotyledonentypus vereinigt werden kann. Der letztere ist bei den nicht schlingenden Sapindaceen und selbst bei manchen schlingenden in seiner ganzen Reinheit vorhanden, und macht sich bei den übrigen oft stellenweise geltend. Es gibt Arten, wo die besondern Holzringe ausserhalb des allgemeinen bald vorhanden sind, bald mangeln. Selbst an dem gleichen Spross folgen die einen Internodien dem gewöhnlichen Typus, während andere 1, 2 oder 3 besondere Holzringe zeigen; oder die besonderen Holzringe sind nur an einzelnen Stengelseiten vorhanden. Daraus geht jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass das abnormale Verhalten mancher Sapindaceen, so fremdartig es aussieht, doch mit der gewöhnlichen Bildung nahe verwandt sein muss.

Der Character der Dicotyledonen, worin sie alle mit einander übereinstimmen und sich von den Monocotyledonen und Gefässkryptogamen unterscheiden, besteht darin, dass ein Cambiumstrang, indem er auf der einen Seite (nach innen) Xylem, auf der andern (nach aussen) Phloëm bildet, in der Mitte Cambium bleibt, und nach rechts und links mit andern Cambiumsträngen sich zu vereinigen und einen Ring zu bilden das Bestreben hat. Beim gewöhnlichen Dicotyledonentypus

werden alle Stränge des Querschnittes in einen einzigen Ring verbunden. Wenn man den besondern Holzring an solchen Sapindaceenstengeln, welche die abnormale Bildung nur an einzelnen Internodien zeigen, aufwärts oder abwärts verfolgt, so sieht man, wie er sich in den allgemeinen Holzring öffnet und sich als Falte desselben fortsetzt. Es scheint nun, hierauf gestützt, die Theorie nahe zu liegen, dass in dem Sapindaceenstengel wie beim gewöhnlichen Dicotyledonentypus ursprünglich alle Stränge in einen einzigen Cambiummantel vereinigt werden, welcher wegen ihrer ungleichen Entfernung vom Centrum in weitere und engere, seichtere und tiefere Falten gelegt ist. Wenn eine solche Falte weit nach aussen vorspringt und innen eine enge Mündung hat, so verwachsen ihre beiden Blätter in dieser Mündung, indem sie durch zwischengelagertes Cambium sich vereinigen. Dadurch schliesst sich die Falte zu einem besondern Ring, welcher zuerst noch durch Cambium mit dem allgemeinen Ring zusammenhängt, und dann von demselben sich lostrennt, indem das verbindende Cambium zu secundärem Rindenparenchym wird.

Indessen wenn auch diese Erklärung durch den Längsverlauf der Gewebe nahegelegt wird, so ist doch nicht gesagt, dass die Veränderungen, welche ein Zweig von oben oder von unten angefangen bis zu einer gewissen Stelle darbietet, auch diejenigen seien, welche diese Stelle während ihrer Entwicklung durchlaufen hat. Ueberdem sprechen für die genannte Theorie weder die Entwicklungsgeschichte, noch stimmt mit ihr der Umstand, dass die Stränge in der Regel eine Lage zeigen, welche ihre Vereinigung in den nämlichen Ring unmöglich zu machen scheint. Es muss daher der Zusammenhang zwischen dem gewöhnlichen Typus der Dicotyledonen und der abnormalen Bildung der Sapindaceen auf eine andere Weise gesucht werden.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt uns, wie schon früher bemerkt, innerhalb der Stengelecken, wo später ein besonderer Ring sich bilden soll, zuerst einige zerstreute Cambiumstränge. Dieselben sind indessen selten deutlich zu sehen, weil sie bald durch zwischenliegendes Cambium vereinigt werden, und nur eine verdickte Partie des allgemeinen und noch einzigen Cambiumringes darstellen. Die Stellen jener ursprünglichen Cambiumstränge werden aber bald wieder deutlich, indem daselbst die ersten Gefässe auftreten. In analoger Weise sieht man in manchen dem gewöhnlichen Typus folgenden Dicotyledonenstengeln zuerst die in einem Kreise stehenden getrennten Cambiumstränge; dann verschwinden dieselben in dem Cambiumring, und werden nachher wieder als Gefässgruppen sichtbar. Diese Gefässgruppen bleiben durch eine ihre äussere Fläche berührende Cambiumlamelle verbunden, indess das übrige (innere und äussere) Cambium in Dauergewebe (einerseits Markscheide, andererseits Bast und äusserste Partie des Epenrindenparenchyms) übergeht. Ebenso verwandelt sich die ganze innerhalb einer Kante des Sapindaceenstengels liegende Cambiummasse in Dauergewebe mit Ausnahme von Lamellen, welche alle einzelnen Gefässgruppen berühren und unter sich verbinden. Die Ursache nun für die verschiedenen Bildungen liegt einzig in der räumlichen Vertheilung der Gefässstränge auf dem Querschnitte. Zuweilen erlaubt ihre Anordnung, dass das Bestreben mit andern benachbarten

Strängen sich zu vereinigen, durch einen einzigen Cambiumring befriedigt wird. Häufig aber ist dies wegen ihrer eigenthümlichen Stellung unmöglich, und es bildet sich demnach ausser dem allgemeinen noch ein besonderer Ring.

Diese Theorie wird, wie mir scheint, durch alle Erscheinungen bestätigt, und ich kenne keine Thatsache, die dagegen spräche. Es sind namentlich zwei Punkte von Wichtigkeit: 1) die Anordnung der Gefässstränge, und 2) ihr causales Verhältniss zum Cambiumring; ich will dieselben noch etwas näher besprechen. In ersterer Beziehung ist einmal hervorzuheben, dass beinahe nie ein einziger Gefässstrang einen besondern Holzring erzeugt, sondern dass dazu in der Regel zwei oder mehr Stränge erforderlich sind. Ein einziger Strang, wenn er auch weit von dem allgemeinen Cambiumring abliegt, hat immer die Neigung in eine Falte desselben aufgenommen zu werden. Es ist dies begreiflich, da das Cambium eines Stranges nur durch dasjenige eines anderen näherliegenden von der Vereinigung mit dem allgemeinen Cambiumring abgehalten, und zur gemeinschaftlichen Bildung eines besondern Ringes veranlasst werden kann.

Wenn innerhalb einer Kante mehrere Gefässstränge in ungleichen Abständen von dem Centrum liegen, so werden dieselben jedesmal durch den allgemeinen Cambiumring (d. h. durch eine Falte desselben) verbunden, vorausgesetzt, dass sie von diesem nicht allzu entfernt sind und dass sie durch ihre gegenseitige Lage eine Ausfaltung des Cambiummantels gestatten. Was den letztern Punkt betrifft, so muss es als besonders günstig bezeichnet werden, wenn ein äusserer Strang so vor zwei innere gestellt ist, dass sein Radius mitten zwischen diesen beiden hindurch geht. Liegt ein solches mit der Basis nach dem Marke gekehrtes Strangdreieck nicht weit von dem allgemeinen Cambiumring entfernt, so wird es wohl immer in eine Falte desselben aufgenommen (VI, 17, a; IV, 6, α , α_1 ; IX, 1, k; 2, g; 11, d). Ist es aber weit nach aussen gerückt, so kann es einen besondern Ring ausserhalb des allgemeinen bilden. Ein besonderer Ring wird ferner wohl immer durch zwei Gefässstränge hervorgebracht, die auf dem nämlichen Radius hinter einander liegen, selbst wenn sie dem allgemeinen Ring sehr nahe sind, denn eine Vereinigung derselben mittelst einer Falte ist undenkbar (VI, 17, d, g; II, 5; IX, 1, q, n). Ausserdem entstehen besondere Cambiumringe, wenn drei Stränge zusammen ein Dreieck bilden, dessen Scheitel nach dem Mittelpunkt gekehrt ist (VI, 17, b, e), ferner wenn zwei äussere Stränge genau vor zwei innern stehen (VI, 17, f), endlich überhaupt wenn 4, 5 oder 6 Stränge so angeordnet sind, dass sie eine äussere und eine innere Reihe bilden (IX, 2, m; 11, e - c, h - f.); und die abnormale Bildung tritt immer um so eher ein, je weiter diese Stranggruppen nach aussen von dem allgemeinen Cambiumring liegen, weil mit der Entfernung die Möglichkeit der Faltenbildung abnimmt.

Ein anderer Punkt ist das causale Verhältniss der Stränge zum Cambiumring. Ich habe früher (Heft I, 133) für *Chamaedorea* gezeigt, dass die Theorie, es entstehen die Gefässstränge in dem Cambium- oder Verdickungsring, und es werde, da der letztere von innen nach aussen sich bewegt, ihr Abstand vom Centrum durch die Zeit ihres Entstehens bedingt, nicht mit den zu beobachtenden Thatsachen übereinstimmt. Auch die Sapindaceen liefern, abgesehen davon, dass die

Anwesenheit von besondern Cambiumringen sich mit jener Theorie nicht vereinigen liesse, entschiedene Beweise dagegen. Denn hier ist es sogar Regel, dass äussere Gefässstränge vor solchen entstehen, die auf dem nämlichen Radius weiter nach innen liegen, was natürlich nicht der Fall sein könnte, wenn die Stränge vom Verdickungsring gebildet würden, da der letztere nie von aussen nach innen fortschreitet. — Die Stellung der Cambium- und somit der Gefässstränge hängt also nicht von der Lage des Cambiumringes ab. Vielmehr wird diese durch jene bestimmt; denn die Stränge sind es, welche im Urmeristem immer zuerst sichtbar werden, und bei den Sapindaceen ist es sehr deutlich, wie die Cambiumringe sich in ihrer oft unregelmässigen und sonderbaren Gestaltung nach der Vertheilung der Stränge richten. Wenn wir die Holzbildung der Sapindaceen von diesem Gesichtspunkte aus betrachten, so erklärt sie sich auf ziemlich einfache Weise aus dem gewöhnlichen Verhalten des Dicotyledonen-Gefässstranges, wie ich bereits gezeigt habe.

Die eigenthümliche Anordnung der Stränge ist also die Ursache der besondern Holzringe. Man könnte vielleicht einwenden, warum denn nicht auch bei andern Pflanzen, wo die Gefässstränge einen ungleichen Abstand vom Centrum haben, die nämliche abnormale Holzbildung vorkomme. Dieser Einwurf scheint mir aber nicht schwierig zu beseitigen. Erstlich sind natürlich alle Stammtheile von jähriger Dauer, sowie diejenigen, deren Gefässstränge begrenztes Dickenwachsthum haben, auszuschliessen, weil sich da oft überhaupt keine Holzringe entwickeln. Von den übrigen Stammtheilen, deren Gefässstränge ungleich weit vom Centrum abstehen, sind ferner diejenigen auszuschliessen, bei denen die äussern Stränge einen Ring bilden und die innern im Marke zerstreut liegen; denn die letztern sind einzeln stehend (nicht in Gruppen vereinigt) und haben ebenfalls begrenztes Dickenwachsthum. Dieselben verhalten sich ähnlich wie einzelne Stränge im Sapindaceenstengel, welche sehr weit ausserhalb des allgemeinen Cambiumrings liegen. Da sich keine andern Stränge in der Nähe befinden, mit denen sie sich vereinigen könnten, so nimmt der einzelne Strang eine rinnenförmige Gestalt an und schliesst sich wohl auch zu einem vollständigen kleinen Ring. Dabei tritt aber die charakteristische Differenz auf, dass die im Marke befindlichen Stränge nach aussen, die in der Rinde liegenden nach innen sich einbiegen. Jene bilden daher kleine Holzringe, welche den Bastkörper im Innern, das Holz am Umfange haben (so bei *Phytolacca*, vgl. Heft I, 15); bei diesen ist die Lage der Theile umgekehrt (Taf. III, 15). Dieser Gegensatz scheint mir durch den Umstand erklärt zu werden, dass die Cambiumstränge das Bestreben haben, mit dem Cambiumring sich zu vereinigen, und daher gegen denselben sich einbiegen.

Es sind somit nur die Stengel mit zerstreuten Strängen ausserhalb des Strangkreeses, welche die Veranlassung zur Bildung von besondern Cambiumringen geben können. Diese Stränge kommen aus den Blättern. Sobald sie sich den übrigen Strängen auf eine gewisse Entfernung genähert haben, erfolgt die Vereinigung durch eine Cambiumlamelle, und soweit es immer möglich ist, die Vereinigung aller Cambiumlamellen in einen einzigen Ring. Die Bildung von besondern

Ringen hat nur statt, wenn die Stränge wegen ihrer Anordnung sonst nicht in Verbindung treten können. Bei den schlingenden Sapindaceen weicht nun diese Anordnung von der gewöhnlichen Kreisstellung mehr ab, als diess bei andern Gewächsen der Fall ist; dennoch unterbleibt auch bei ihnen sehr häufig die Bildung von besondern Holzringen. Es ist daher begreiflich, dass sie überhaupt beinahe die einzigen Beispiele für diese abnormale Erscheinung liefern.

Die bisher erörterten Gründe beweisen, dass die Anordnung der Cambiumstränge den Verlauf des allgemeinen Cambiumringes, sowie die Bildung von besondern Ringen bedingt. Die weitere Entwicklung der Stränge aber hängt ihrerseits, wenigstens in Rücksicht auf die Richtung des Dickenwachstums, von den Cambiumringen ab. Im gewöhnlichen Dicotyledonenstengel, wo anfänglich ein Kreis von Cambiumsträngen, dann ein dieselben verbindender Ring auftritt, schreitet die Gefäss- und Holzbildung von innen nach aussen, die Bast- und Epenrindenbildung von aussen nach innen fort, sowohl in jedem einzelnen Strang, als in dem sie verbindenden Ring. Die Elemente zeigen eine radiale Anordnung, was besonders dann deutlich wird, wenn die Stränge sich stark, der verbindende Ring sich wenig entwickelt. Man sieht dann z. B. auf dem nämlichen Radius nach einander einen Strang von Siebröhren, einen Strang von abrollbaren Gefässen (erst Ring-, dann Spiralgefässe), Holz mit porösen Gefässen, Cambium, secundäre Rinde (mit Siebröhren), Bast. Für diese Wachstumsrichtung sind zwei Ursachen denkbar: entweder wird sie durch den ganzen Querschnitt des Stengels bedingt, und dann muss sie ihrem Wesen nach als eine radiale bezeichnet werden; oder sie hängt von dem Cambiumring ab, indem sie rechtwinklig auf demselben steht. Man möchte wohl geneigt sein, das Erstere anzunehmen; allein die Sapindaceen zeigen, dass das Letztere wirklich der Fall ist. Ueberall nämlich, wo der Cambiumring eine nicht concentrische Richtung hat, wird das Dickenwachstum der Gefässstränge durch denselben und nicht durch den Radius des Stengels bestimmt. So finden wir in den Falten des allgemeinen Cambiumringes den Dickendurchmesser der Gefässstränge bald genau radial, bald genau tangential (mit dem Stengelumfang parallel), bald in einer mittleren schiefen Lage, — aber immer rechtwinklig zum Cambiumring. Es kommt z. B. nicht selten vor, dass in dem Hals einer Falte zwei Gefässstränge einander gegenüberliegen, deren Wachstumsrichtung in der nämlichen geraden Linie liegt, aber in entgegengesetztem (abgekehrtem) Sinne fortschreitet (IX, 11 ϵ , und ϵ ,). Noch auffallendere Beispiele geben uns die besondern Holzringe, wo ebenfalls die Stränge auf jedem Punkte rechtwinklig zu der dortigen Cambiumlamelle in die Dicke wachsen. Dessenahen sind z. B. diejenigen Stränge, welche an der innern Seite eines besondern Ringes sich befinden, nach dem Centrum des Stengels gekehrt (indem die abrollbaren Gefässe nach aussen, die porösen nach innen liegen, IX, 11, c, e, p), während im gewöhnlichen Dicotyledonenstengel das Umgekehrte statt hat. Vergleichen wir Sapindaceenstengel ohne Faltenbildung des Cambiumringes, solche mit Falten und solche mit besondern Ringen, so finden wir, dass der nämliche Gefässstrang bei gleicher Stellung auf dem Querschnitt im ersten Fall radial nach aussen, im zweiten tangential- oder schiefseitlich, im dritten radial oder schief nach innen gekehrt ist, dass er also mit Rück-

sicht auf den Stengelhalbmesser alle möglichen Richtungen annehmen kann, während seine Beziehung zu der ihn bedeckenden Cambiumlamelle immer die nämliche ist.

Aus den eben mitgetheilten Thatsachen ergibt sich, dass bei den Sapindaceen das Dickenwachsthum der Gefässstränge dem Cambiumring und nicht dem Stengelradius folgt, wo diese beiden Richtungen im Widerspruch mit einander sind. Im gewöhnlichen Dicotyledonenstengel fallen beide Richtungen zusammen, und stimmen daher in ihrer Wirkung überein. Die Gefässbündel aber, welche nicht in einen Cambiumring verbunden sind, wie die im Marke zerstreuten bei einigen Dicotyledonenfamilien, haben bekanntlich fast ausnahmslos den Holztheil auf der dem Centrum, den Basttheil auf der dem Umfange zugekehrten Seite. Ihr Dickenwachsthum ist, wenigstens anfänglich ein streng radiales und wird durch den Stengel als Ganzes bestimmt.

Ueberall, wo nun eine Abweichung von dieser normalen radialen Anordnung eintritt, ist sie immer erst secundär, und wird dadurch veranlasst, dass die Cambiumlamelle von der concentrischen Richtung abweicht. Diess ergibt sich deutlich aus der Entwicklungsgeschichte des Stengels von *Phytolacca* und der Sapindaceen. Die im Marke isolirten Cambiumstränge von *Phytolacca* beginnen ihr Dickenwachsthum in radialer Richtung, indem sie nach aussen Bast, nach innen Holz bilden. Nach und nach biegt sich aber das Cambium nach aussen und schliesst sich selbst zu einem Ring, welcher nun überall auf seiner innern Fläche Phloëm, auf seiner äussern Fläche Xylem erzeugt. Man findet daher an den kleinen Holzringen des *Phytolaccamarques* Spiral- und Ringgefässe nur auf der dem Mittelpunkte des Stengels zugekehrten Seite, poröse Gefässe aber auf allen Seiten.

Ganz analog verhalten sich die einzelnen Gefässstränge in der Rinde der Sapindaceen, welche ausnahmsweise jeder für sich allein einen kleinen Holzring erzeugen. Die Bildung von Holz und Bast beginnt in radialer Anordnung, jenes nach innen, dieser nach aussen. Sowie die Cambiumlamelle sich biegt und zum Ringe wird, tritt eine entsprechende Abweichung in der Richtung ein. Die Differenz gegenüber von *Phytolacca* betrifft nur die schon besprochene Erscheinung, dass im einen Falle die Schliessung nach aussen, im andern nach innen erfolgt, und dass im einen Falle der Bast, im andern das Holz das Eingeschlossene ist.

Gewöhnlich wird jeder besondere Cambiumring im Sapindaceenstengel durch eine Gruppe von zwei oder mehreren von Gefässsträngen gebildet. Von denselben sind immer die äussern die stärkern und zuerst auftretenden (in X, 6 u. 7 ist erst der äussere Strang f in seinen Anfängen sichtbar; in 8 hat sich auch der innere g zu bilden begonnen). In den äussern Strängen wird zuerst die räumliche Lage der verschiedenen Theile in der gewöhnlichen Art bestimmt, indem das Xylem dem Centrum, das Phloëm der Peripherie des Stengels zugekehrt ist. Die Differenzirung der Gewebe schreitet von den äussern zu den innern Strängen fort, und bewirkt in den letztern eine dem besondern Cambiumring entsprechende Lage der Theile, wie ich diess schon früher erörtert habe. Hier handelt es sich also nicht bloss, wie in den beiden vorhin erwähnten Beispielen, um eine Cambiumlamelle, die später an den Seiten von dem concentrischen Verlaufe ab-

weicht und poröse Gefässe bildet, sondern um vorher schon vorhandene Cambiumstränge, welche von der Cambiumlamelle erreicht werden, von ihr die abnormale Wachstumsrichtung erhalten, und gemäss derselben ihre Elementartheile, darunter auch abrollbare Gefässe anordnen. Es ist also der erste Gefässstrang eines besondern Ringes, welcher den Charakter der ganzen Bildung bestimmt. Würde die Entwicklungsgeschichte der besondern Ringe bei den Sapindaceen mit einem innern Strang beginnen, so hätten sie ohne Zweifel das Phloëm im Centrum und das Xylem an der Peripherie, wie die kleinen Holzringe im Mark von *Phytolacca*.

Ich fasse noch die Resultate, welche sich aus den Untersuchungen über die Entstehungsweise der Structur des Sapindaceenstengels ergeben, kurz zusammen.

1. In dem Urmeristem der Stengelspitze treten Cambiumstränge auf, welche sehr bald sich zu einem stellenweise verdickten Ring vereinigen und etwas später wieder als Gefässstränge sichtbar werden. Diese Gefässstränge bleiben nachher durch schmale Cambiumlamellen verbunden.

2. Die Gefässstränge weichen auf dem Querschnitt des Stengels von der gewöhnlichen Kreisstellung der meisten Dicotyledonen mehr oder weniger ab. Wenn es ihre Anordnung gestattet, so werden sie alle durch eine einzige, wenn auch stellenweise gebogene und gefaltete Cambiumlamelle verbunden. Wo aber die Stränge derart hinter einander gestellt sind, dass ihre Vereinigung in dem nämlichen Ring unmöglich wird, entsteht ausserhalb des allgemeinen ein besonderer Ring.

3. Von zwei hinter einander stehenden Strängen tritt immer zuerst der äussere, nachher der innere auf. Der erste Strang richtet seine Verdickung nach dem Stengelradius, indem er auf der innern Seite Xylem, auf der äussern Phloëm bildet, und bestimmt eine entsprechende Lage der Xylem- und Phloëmseite in dem besondern Cambiumring. Dieser hinwieder bestimmt die Wachstumsrichtung der spätern Stränge. Daher haben die Gefässstränge, welche die äussere Seite eines besondern Holzringes einnehmen, die gewöhnliche, diejenigen, welche an der innern Seite sich befinden, die umgekehrte Lage ihrer Theile.

4. Die besondern Cambiumringe verhalten sich übrigens wie der allgemeine, insofern als sie auf der ihrem eigenen Centrum zugekehrten Seite zuerst Markscheide (Epenmark) und nachher Holz, am äussern Umfange secundäre Rinde bilden. Von dem allgemeinen unterscheiden sich die besondern Ringe nur dadurch, dass sie bloss Epenmark umschliessen, da ihre ganze Masse aus Cambium hervorgegangen ist. — Der Bastring wird zu einer Zeit angelegt, wo der allgemeine und die besondern Cambiumringe noch vereinigt sind. Nimmt man aber auf die Lage Rücksicht, welche die bastbildenden Cambiumpartieen später einnehmen; so kann man sagen, dass derselbe stellenweise von dem allgemeinen und stellenweise von den besondern Ringen erzeugt werde.

2. Markscheide und Rindenscheide im Allgemeinen, vorzüglich mit Rücksicht auf die Anordnung der Zellen im Querschnitt des Stengels.

Der Querschnitt des Dicotyledonenstammes besteht aus dem Protenmark im Centrum, aus der Protenrinde am Umfange und zwischen beiden aus dem Epenring, welcher durch den Cambiumring in eine äussere und eine innere (Xylem- und Phloëm-) Hälfte geschieden wird. Das Xylem sondert sich gewöhnlich in zwei deutlich verschiedene Parteien, von denen die innere, an das Mark grenzende und dasselbe einschliessende die Markscheide heisst. Meistens zeigt auch das Phloëm eine äusserste differente Partie, die man in analoger Weise als Rindenscheide bezeichnen kann.

Die Markscheide, der innerste und zuerst gebildete Theil des Xylems, tritt bald als ein Kreis von getrennten Strängen, bald als ein ununterbrochener Ring auf, und unterscheidet sich von dem übrigen Xylem (Holzring des gewöhnlichen Stengels) durch verschiedene Merkmale. Wir können 4 Kategorien derselben festhalten: 1) die Beschaffenheit der Zellen rücksichtlich des Inhaltes und der Membran, 2) die Form und Grösse der Zellen, 3) die Gefässe, 4) die Anordnung der Zellen, — wenn wir von denjenigen Fällen absehen, wo sich Phloëm (mit Siebröhren) in der Markscheide bildet.

Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Zellen ist die Markscheide oft grün, indess das übrige Xylem farblos ist. Oft sind ihre Zellen dünnwandig, indess die des Holzringes verdickte Wandungen haben. In andern Fällen jedoch mangelt der Markscheide die grüne Farbe, und zuweilen sind ihre Zellen auch dickwandig.

Mit Rücksicht auf die Grösse und Form der Zellen finden wir das Gewebe der Markscheide im Querschnitt gewöhnlich grossmaschiger als dasjenige des übrigen Xylems. Auf dem Längsschnitt sind ihre Zellen in der Regel kürzer als die Prosenchymzellen des Holzringes und unterscheiden sich von den letztern überdem durch ihre parenchymatose Natur. Es giebt indess auch Stengel, wo die Markscheide weder durch die Grösse, noch durch die Form der Zellen sich auszeichnet.

Mit Rücksicht auf die Gefässe hat bekanntlich die Markscheide solche mit abrollbaren Fasern (Ring- und Spiralgefässe), indess sich in allen folgenden Xylemlagen entweder keine oder bloss poröse Gefässe bilden. Am ganzen Stammgerüste der Dicotyledonen und Gymnospermen sind es nur die unterirdischen Theile, wo zuweilen die abrollbaren Gefässe ganz mangeln können.

Endlich mit Rücksicht auf die Anordnung der Zellen im Querschnitt des Stengels finden wir in der Markscheide gewöhnlich keine bestimmte Ordnung und nicht die geringste Andeutung von Reihen, während in dem übrigen Xylem die Zellen radiale Reihen bilden. Indessen giebt es auch Pflanzen, wo die reihenförmige Anordnung schon in der Markscheide mehr oder weniger deutlich ist, andere wo sie auch ausserhalb der Markscheide noch eine Strecke weit undeutlich bleibt.

Jedes einzelne der Merkmale, welche wir an der Markscheide wahrnehmen, kann mangeln. Sie lässt sich daher kaum anders definiren, als dass es die in-

nerste Schicht des Epens ist, welche sich von dem nach aussen folgenden Gewebe mehr oder weniger unterscheidet. Was ihre räumliche Ausdehnung betrifft, so ist dieselbe oft verschieden, je nachdem wir uns an das eine oder andere Merkmal halten, weil die verschiedenen Merkmale nicht gleichzeitig aufhören. Die Markscheide hat in manchen Fällen eine andere Dicke, wenn wir sie nach dem Zelleninhalt und der Verdickung der Membran, oder wenn wir sie nach der Grösse und Gestalt der Zellen, oder nach der Anwesenheit der abrollbaren Gefässe, oder nach der reihenförmigen Anordnung der Zellen beurtheilen.

Was die Grenze zwischen der Markscheide und dem übrigen Xylem betrifft, so kann dieselbe für jedes einzelne Merkmal ganz scharf sein. Wir sehen z. B. dass auf dünnwandige plötzlich dickwandige, auf kurze parenchymatische plötzlich lange prosenchymatische Zellen, auf Ring- und Spiralgefässe plötzlich poröse Gefässe, auf ungeordnete plötzlich gereichte Elemente folgen. Es kann aber auch jedes einzelne Merkmal allmählich in sein Gegentheil übergehen, so dass dann die Grenze auf der breiten Strecke des Uebergangs willkürlich sich ziehen lässt.

Die Beschaffenheit der Markscheidenzellen rücksichtlich des Inhaltes und der Membran, sowie ihrer Form und Grösse hängen von physiologischen Eigenthümlichkeiten ab, deren Zusammenhang mit andern Erscheinungen uns noch verborgen ist. Die beiden übrigen Merkmale dagegen, nämlich die eigenthümliche Ausbildung der Gefässe und der Mangel einer reihenförmigen Anordnung, treffen mit bestimmten Wachstumsverhältnissen zusammen und können als deren Folge betrachtet werden. Der Uebergang von Gefässen mit abrollbaren Fasern in poröse Gefässe bezeichnet, wie bekannt, zugleich das Aufhören des Längenwachsthums in dem Stengelinternodium, indem die jungen Gefässe, so lange das letztere sich streckt, zu Spiralgefässen, wenn die Streckung aufgehört hat, zu porösen Gefässen sich ausbilden.

Die ungeordnete Anlagerung der Markscheidenzellen im Gegensatz zu den reihenförmigen Holzzellen wird durch ein verschiedenes Verhalten des Dickenwachsthums bedingt. Ich will auf dasselbe etwas näher eintreten, da es gerade die Sapindaceen waren, welche mich darauf aufmerksam machten und zugleich auch deutliche und sichere Beweise dafür lieferten.

Das Gesetz heisst einfach, dass auf der innern Seite des Cambiumringes so lange ungeordnetes Dauergewebe gebildet wird, als die eingeschlossene Masse (das Mark) ihren Querschnitt noch beträchtlich vergrößert, und dass die reihenförmige Anordnung beginnt, sobald die Ausdehnung der eingeschlossenen Masse gering geworden ist, oder aufgehört hat. Denn davon hängt das Verhältniss ab zwischen der Menge der Zelltheilungen in tangentialer und in radialer Richtung. Dieses Verhältniss aber bedingt die Anordnung der Zellen. Wenn in einem Gewebe das Wachstum in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen gleichgross ist, so mangelt jede Andeutung von Reihen, wie z. B. auf dem Querschnitte des Markes. Umgekehrt ergibt sich die vollständigste reihenförmige Anordnung, wenn nur in Einer Richtung Wachstum und Wandbildung erfolgt. Beispiele hiefür geben uns der Holzring, wo die Zellen in radialen, und die ältere Rinde, wo dieselben in tangentialen Reihen liegen.

Dass die Holzzellen in radiale Reihen gestellt sind, ist die nothwendige Folge der vorhandenen Bedingungen. An der Oberfläche eines Cylinders, der sich nicht ausdehnt (nämlich des Holzringes) liegt ein bildungsfähiges Gewebe (Cambium), dessen innere Zellen fortwährend in Dauergewebe (Splint und Holz) übergehen. Die Cambiumzellen behalten während des ganzen Wachstums annähernd die gleiche Breite (in tangentialer Richtung), und ebenso sind die aus ihnen hervorgehenden Holzzellen ziemlich gleich breit. Es müssen daher, abwechselnd mit den tangentialen Wänden, nur in dem Maasse radialsenkrechte Wände auftreten, als durch das nach aussen fortschreitende Wachstum die Peripherie grösser wird. Die Holzzellen kommen somit in radiale Reihen zu liegen, welche nach aussen sich hin und wieder dichotomisch theilen. Es ist zum Voraus klar (und die Untersuchung von cylindrischen Organen bestätigt es), dass die Reihen um so augenfälliger sind, je weniger solche dichotomische Spaltungen statthaben, je mehr also die Cambiumzellen sich ausschliesslich durch tangentiale Wände theilten.

Durch Berechnung kann genau bestimmt werden, wie die Zahl der radialsenkrechten und die der tangentialen Theilungen bei einem bestimmten Durchmesser des cylindrischen Cambiummantels und bei einer bestimmten Grösse der Zellen sich zu einander verhalten. Es vermehre sich während einer bestimmten Zeit die Zahl der Holzzellen in radialer Richtung um n . Die neuen Zellen nehmen, wenn die Dicke jeder Zelle (in radialer Richtung) $= d$ gesetzt wird, auf dem Radius eine Länge $= n \cdot d$ ein. Der Radius des Cambiumrings vor dieser Zellenbildung war R , sein Umfang $2R\pi$; nach derselben beträgt der Radius des Cambiumringes $R + n \cdot d$, der Umfang $2(R + n \cdot d)\pi$. Ist die Breite einer Zelle (in tangentialer Richtung) b , so befanden sich auf dem Umfange des Cambiumringes vor der Zellenbildung $\frac{2R\pi}{b}$ Zellenreihen, nach derselben $\frac{2(R + n \cdot d)\pi}{b}$.

Ihre Zahl vermehrt sich von R auf $R + n \cdot d$ oder von 1 auf $1 + \frac{n \cdot d}{R}$. Wenn demnach die absolute Zunahme der Zellenzahl in radialer Richtung n beträgt, so ist die gesuchte relative Zunahme in tangentialer Richtung

$$x = \frac{n \cdot d}{R}.$$

Ist z. B. $R = 1000d$, so ist $x = \frac{n}{1000}$; mit Worten, wenn der Radius des Cambiumringes gleich kommt der Dicke von 1000 Holzzellen, so ist die relative Zunahme der Zellen in tangentialer Richtung 1000 mal geringer als die absolute in radialer.

Setzen wir die tangentiale Zunahme gleich der Einheit, und bestimmen wir darnach die radiale Zunahme, so ist $1 = \frac{n \cdot d}{R}$ und

$$n = \frac{R}{d}$$

d. h. damit sich jede radiale Reihe einmal spalte und in zwei Reihen übergehe, müssen in radialer Richtung so viele neue Holzzellen sich bilden, als be-

reits auf dem Radius des Cambiumringes Platz haben. Eine gleichgrosse Zunahme in radialer und tangentialer Richtung, so dass auf jede innere Zelle zwei äussere kämen, fände nur dann statt, wenn der Zellendurchmesser gleich dem Radius wäre, also nur in der innersten Zellschicht. Wenn der Radius des Cambiumringes die Länge von 50 oder 100 oder 1000 Holzzellen hat, so müssen die radialen Reihen sich um 50 oder 100 oder 1000 Zellen verlängern, damit sie sich einmal verdoppeln.

In einem Stamme mit 2 Meter dickem Holzcyliner, dessen Mark durch gereifte Holzzellen ersetzt wäre, und dessen Holzzellen eine durchschnittliche Dicke von 30 Mik. haben, findet man von innen nach aussen folgende Verhältnisse:

Radius in Mik.	30	60	90	150	300	600	1000
Tangent. Zunahme	1	1	1	1	1	1	1
Rad. Zunahme	1	2	3	5	10	20	33

Radius in M.M.	1	5	10	50	100	500	1000
Tangent. Zunahme	1	1	1	1	1	1	1
Rad. Zunahme	33	166	333	1666	3333	16666	33333

Die erste Horizontalzeile enthält die willkürlich angenommenen Entfernungen vom Centrum des Stengels. Damit nun die relative tangentielle Zunahme 1 sei, damit sich die radialen Zellenreihen durchschnittlich einmal dichotomisch theilen, muss man, wenn die Zellen eine Dicke von 30 Mik. haben, an jedem Punkte um die in der dritten Horizontalzeile enthaltene Zellenzahl nach aussen fortschreiten. Von einer dichotomischen Theilung bis zur nächstfolgenden zählt man in einer Entfernung von 1 Meter vom Centrum durchschnittlich 33333 Zellen, in einer Entfernung von 10 MM. dagegen 333 Zellen etc. Da das Holz des jüngern Stammes nichts anderes ist, als die innere Partie des ältern Stammes, so gelten die obigen Zahlen für Stämme jeden Alters und jeder Dicke in der ganzen Ausdehnung ihres Holzcyinders, insofern dessen Zellen eine Dicke von 30 Mik. haben.

Ich habe jetzt den Fall betrachtet, in welchem das von dem Cambiumring eingeschlossene Gewebe sich nicht ausdehnt. Untersuchen wir nun denjenigen, wo der Cambiumring durch nachwachsendes Gewebe nach aussen geschoben wird. In Folge davon verlängere sich sein Radius während einer bestimmten Zeit von R auf $R + a$. Gleichzeitig vermehre sich die Zahl der Holzzellen in radialer Richtung um n . Dieselben nehmen, wenn die Dicke der einzelnen Zelle $= d$, eine Länge von $n.d$ ein, und der Radius des Cambiumringes vergrössert sich daher während dieser Zellenbildung von R auf $R + a + n.d$, der Umfang desselben von $2R\pi$ auf $2\pi (R + a + n.d)$, und die Zellenzahl auf dem Umfange von $\frac{2R\pi}{b}$ auf $\frac{2\pi (R + a + n.d)}{b}$, wenn b die Breite einer Zelle oder Zellen-

reihe bedeutet, oder was das Nämliche ist, von 1 auf $\frac{1 + a + n.d}{R}$. Wenn so-

mit die Zellenzahl in radialer Richtung durch die Zellenbildung im Cambiumring eine absolute Zunahme $= n$ erfährt, so ist die gesuchte relative Zunahme in tangentialer Richtung

$$x = \frac{a + n.d}{R}.$$

Wenn die tangentialen Zunahme = 1 gesetzt wird, so haben wir $1 = \frac{a + n \cdot d}{R}$ und für die radiale Zunahme

$$n = \frac{R-a}{d}$$

d. h. damit die radialen Reihen sich einmal verdoppeln, müssen sie um so viele Holzzellen sich verlängern, als auf dem Raume $R-a$ Platz finden; $R-a$ ist aber die Differenz zwischen dem frühern Radius des Cambiumrings und der Grösse, um welche letzterer während der radialen Zellenbildung und unabhängig von derselben durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Gewebe nach aussen gedrängt wurde. — Wenn z. B. der Cambiumring in gleichem Maasse durch die Zunahme der eingeschlossenen Gewebe und durch seine eigene Zellenbildung sich ausdehnt, wenn also $a = n \cdot d$, so wird $n = \frac{R}{2d}$; d. h. in der Zeit, während welcher die Zahl der radialen Reihen sich verdoppelt, werden von dem Cambiumring so viel Dauerzellen auf seiner innern Seite gebildet, als auf dem halben Radius derselben vor dieser Zellenbildung Platz hatten.

Es treten also im Cambiumring verhältnissmässig um so mehr radiale und um so weniger tangentiale Wände auf, je mehr derselbe durch das Wachstum der eingeschlossenen Masse ausgedehnt wird. Dieser Umstand hat nun zwar keinen Einfluss auf die Zellenzahl, welche man auf den successiven concentrischen Kreisen findet, denn bei der vorausgesetzten gleichen Grösse der Zellen ist dieselbe proportional den Radien. Aber er bedingt sehr wesentlich die grössere oder geringere Deutlichkeit der radialen Reihen. Diese werden um so mehr verwischt, je zahlreicher die radialen Theilungen sind, wozu noch kommt, dass die passive Ausdehnung des Cambiumringes durch die zunehmende eingeschlossene Masse immer auch Verschiebung der einzelnen Zellen und somit die Störung einer regelmässigen Anordnung verursacht.

Mit dieser theoretischen Betrachtung stimmen die thatsächlichen Verhältnisse genau überein. Die Stammspitze besteht aus Urmeristem, dessen Zellen von ungefähr gleicher Grösse und ohne bestimmte Ordnung neben einander liegen. Die Längswände, die in demselben sich bilden, stellen sich auf dem Querschnitt als Linien dar, die nach allen Richtungen verlaufen. In diesem Urmeristem werden zuerst isolirte Cambiumstränge und bald nachher ein sie verbindender Cambiumring sichtbar. Derselbe hat bei seinem ersten Sichtbarwerden einen für die verschiedenen Species sehr ungleichen Durchmesser. Aber in allen Fällen ist sein Durchmesser so gross, dass, wenn das eingeschlossene Mark nicht mehr sich ausdehnte, das aus ihm hervorgehende Gewebe (Xylem) die schönste und deutlichste reihenförmige Anordnung zeigen müsste. Nun nimmt aber das Mark von dem Augenblicke an, wo der Cambiumring sichtbar wird, immer noch während längerer oder kürzerer Zeit zu, indem seine Zellen sich theilen und vergrössern. Dadurch wird der Cambiumring nach aussen gedrängt und bedeutend erweitert. Seine Zellen nehmen nun zwar im Allgemeinen eine etwas beträchtlichere Breite an; allein diess genügt der tangentialen Ausdehnung nur kurze Zeit und in geringem Maasse.

Bald werden sie durch die Erweiterung des Cambiumringes veranlasst, sich durch zahlreiche radialsenkrechte Wände zu theilen. Sie zeigen zugleich auch ein mehr oder weniger beträchtliches Wachstum in radialer Richtung. Es wechseln demnach während dieser Entwicklungsperiode Wände, die auf dem Querschnitt radial und tangential gestellt sind, mit einander ab; und je nach der Form der sich nach allen Seiten ausdehnenden Zellen kommen daneben auch mehr oder weniger schiefe Wände vor. Eine reihenförmige Anordnung in irgend einer Richtung ist um so weniger das Resultat dieses Zellenbildungsprocesses, je mehr die Zellen in tangentialer und radialer Richtung gleich sehr wachsen und je mehr desswegen die Wände in diesen beiden Hauptrichtungen unter einander gleichmässig alterniren (§ in IV, 1 und 2). Sowie aber die Ausdehnung des Markcylinders geringer wird, und desswegen in dem Cambiumring das radiale Wachstum über das tangentiale entschieden die Oberhand gewinnt, so macht sich sogleich eine Andeutung zu radialen Reihen bemerkbar (§ in IV, 3), und diese bilden sich vollkommen aus, sobald das eingeschlossene Gewebe sich nicht mehr oder nur sehr unbedeutend vergrössert (§ in IV, 12). Die Markscheide, insofern sie durch das ungeordnete Gewebe des Xylems bezeichnet wird, ist von sehr ungleicher Mächtigkeit. Am dicksten fand ich sie in der Kartoffel, wo nicht nur das primäre Mark, sondern namentlich auch die Produkte des Cambiumringes sehr stark anwachsen, und dadurch den Cambiumring so sehr nach aussen drängen, dass es zu einer wirklichen reihenförmigen Anordnung fast gar nicht kommt. Ich verweise über das Nähere auf spätere Mittheilungen.

Der Cambiumring besteht also im ersten Stadium, welches längere oder kürzere Zeit andauern kann, aus ungeordneten Zellen. Nachher beginnt in demselben allmählich die radiale Anordnung und wird immer deutlicher. Das Gewebe, welches innerhalb des Cambiumringes liegt und aus demselben entsteht, verhält sich genau wie er selber. Aus dem ungeordneten Cambium bildet sich die ungeordnete Markscheide (ψ in IV, 2, 3 und VI, 12); aus dem reihenförmigen Cambium dagegen wird immer auch reihenförmiges Xylem.

Das Phloëm oder die Epenrinde (d. h. das von dem Cambiumring auf der äussern Seite gebildete Gewebe) zerfällt, wie das Xylem, in zwei oft sehr deutlich verschiedene Partien. Den äussern, zuerst entstandenen Theil kann man, wie ich schon bemerkt habe, nach Analogie als Rindenscheide bezeichnen. Man beobachtet an derselben ähnliche Verhältnisse wie an der Markscheide. Die Beschaffenheit und Grösse der Parenchymzellen, die Anwesenheit von Bastfasern überhaupt oder von bestimmten Bastfasern, die Abwesenheit oder eigenthümliche Ausbildung der Siebröhren, endlich der Mangel einer reihenförmigen Anordnung zeichnet die äussere Epenrinde oder die Rindenscheide aus. Aber wenn schon die Markscheide nicht durch allgemein gültige Erscheinungen unterschieden werden kann, so ist dies noch in höherem Maasse von der Rindenscheide der Fall. Auch geben ihre verschiedenen Merkmale meist ungleiche Grenzen, indem sie verschieden weit nach innen reichen, und oft undeutliche Grenzen, indem sie allmählich übergehen.

Wie die Eigenthümlichkeiten der Markscheide, so hängen auch diejenigen der

Rindenscheide theils mit andern physiologischen Processen, theils mit allgemeinen Wachsthumverhältnissen zusammen.

Bei manchen Pflanzen entstehen blos in der Periode, in welcher ein Stengelinternodium noch in die Länge wächst, Bastfasern; bei andern zeichnet sich der Bast jener Periode vor dem später gebildeten durch die Länge der Fasern aus. Dasselbe ist mit den Siebröhren der Fall. Ebenso erzeugt das ungleiche Dickenwachsthum Verschiedenheiten des Gewebes auf dem Querschnitt, nämlich ein inneres Gewebe, dessen Zellen wenigstens zu einer bestimmten Zeit mehr oder weniger deutliche radiale Reihen bilden, und ein äusseres, dessen Zellen nie eine Spur davon zeigen. Der Gegensatz der beiden Gewebe in letzterer Beziehung muss aber in der Regel geringer sein als derjenige zwischen Markscheide und Holz, wie aus der theoretischen Betrachtung und der thatsächlichen Beobachtung sich ergibt.

In der Markscheide ist die radiale Zunahme, wenn die tangentielle die Einheit beträgt, und die radiale Zunahme des Protenmarkes mit m bezeichnet wird, $n = \frac{R-m}{d}$; im Holze dagegen, bei dessen Bildung eine innere, ausdehnende Ursache mangelt, $n = \frac{R}{d}$. Die Rindenscheide wird zu gleicher Zeit mit der Markscheide angelegt; sie erfährt also nicht nur die nämliche Ausdehnung wie diese durch das Wachsthum des Markes, sondern auch noch eine Mehrausdehnung durch die Interposition der Markscheide selbst; später wird sie aber immer noch erweitert durch die Bildung des Holzes und der innern Epenrinde. Bezeichnen wir die Zunahme, welche der Radius der Rindenscheide durch das Mark und die Markscheide erfährt, mit $m + s$, diejenige durch das Holz mit h , und durch die innere Epenrinde mit r , so ist $n = \frac{R - m - s - h - r}{d}$. Für die Epenrinde innerhalb der Markscheide dagegen haben wir $n = \frac{R-h}{d}$, weil dieselbe, abgesehen von ihrer eigenen Zellenbildung, nur durch die Einlagerung des Holzes nach aussen geschoben wird.

Der Gegensatz in der Zelltheilung zwischen Markscheide und Holz wird durch das Verhältniss $R-m : R$, derjenige zwischen Rindenscheide und innerer Epenrinde durch das Verhältniss $R - m - s - h - r : R - h$ ausgedrückt. Das letztere ist um so grösser, je grösser $m + s$ und r und je kleiner h wird; es ist also bedeutend bei starkem Wachsthum des Markes und der Markscheide, bei geringer Holzbildung und beträchtlicher Bildung von innerer Epenrinde.

Zuerst ergibt sich nun darin eine Analogie für Rindenscheide und Markscheide, dass beide gleichzeitig angelegt werden, zu der Zeit nämlich, wo der sich bildende Cambiumring durch die eingeschlossnen Gewebe die grösste Ausdehnung erfährt. Da die Zellen der Markscheide ungeordnet sind, so muss um so mehr jede Andeutung von radialen Reihen in der Rindenscheide mangeln, weil diese viel beträchtlicher ausgedehnt wird. Sie kann sogar in Folge dieses

überwiegenden tangentialen Wachstums mehr oder weniger den Anschein einer tangential-gereichten Anordnung annehmen.

Mit dem Moment, wo das Mark zu wachsen aufhört, fängt die Bildung des radial-gereichten Holzes und der radial-gereichten Epenrinde an. Die Bedingungen für beide Bildungen sind zuerst analog, aber doch nicht gleich. Im Holze, das keine Ausdehnung durch die eingeschlossenen Gewebe erfährt, ist die radiale Anordnung vollkommen und der Gegensatz im Vergleich mit der Markscheide in die Augen fallend. Zwischen innerer Epenrinde und Rindenscheide besteht ebenfalls eine bedeutende Differenz von Anfang an, weil die letztere durch die zunehmende Masse in ihrem Innern (Mark, Markscheide, Holz und innere Epenrinde) sehr stark, die erstere durch die Holzbildung viel weniger ausgedehnt wird. Aber die innere Epenrinde erleidet schon beim Entstehen eine Ausdehnung durch den sich vergrößernden Cambiumring, und daher treten je nach dem Einflusse dieser störenden Ursache die radialen Reihen nicht so augenfällig hervor.

Ein anderer Unterschied besteht darin, dass der Contrast zwischen Markscheide und Holz, der sich einmal ausgebildet hat, unverändert bleibt, während derjenige zwischen Rindenscheide und innerer Epenrinde sich mit der Zeit fortwährend vermindert. Wenn die Markscheide und das Holz gebildet sind, so verharren sie zeitlebens in dem nämlichen Zustande, indem ihre Zellen weder wachsen noch sich theilen. Die Rinde wird dagegen durch den sich erweiternden Cambiumring unaufhörlich ausgedehnt. Dem entsprechend wachsen ihre Zellen in tangentialer Richtung und theilen sich durch radiale Wände. Es ist einleuchtend, dass ihre Anordnung ebenfalls modificirt und das Verhältniss zwischen den einzelnen Partien der Rinde geändert wird.

In der Protenrinde und der Rindenscheide, welche letztere aus dem ungeordneten Cambium entsteht, sind die Zellen von Anfang an ohne Ordnung. Durch das nachwachsende innere Gewebe fortwährend auf grössere Radien ausgespannt, theilen sie sich wiederholt und bilden zuletzt, wenn sie lange genug von der Peridermbildung verschont blieben, kürzere oder längere tangentiale Reihen. Die innere Epenrinde, welche aus dem reihenförmigen Cambium hervorgeht, zeigt wenigstens im Anfang eine Andeutung von radialen Reihen (vgl. z. B. V, 9, τ , während der Bast ϱ , die Rindenscheide σ und die Protenrinde μ völlig ungeordnet sind). Oft aber verschwindet diese Anordnung wieder in den ältern Partien, so dass die Epenrinde unmittelbar innerhalb der Rindenscheide ohne Andeutung von Reihen oder selbst mit tangentialen Reihen erscheint, während sie unmittelbar ausserhalb des Cambiumrings radial-gereicht ist. Es kann auch in der nämlichen Rindenschicht die tangentiale Ausdehnung und die Zellenbildung sich ungleich vertheilen; es können die einen Stellen des Umfanges unverändert bleiben, die andern dafür um so mehr sich strecken. In jenen erhalten sich dann fortwährend die radialen Reihen, während in diesen eine tangentiale Anordnung an die Stelle der radialen tritt.

Die radialen Reihen der Epenrinde sind also dicht ausserhalb des Cambiumrings zu suchen. Ob sie hier und in welchem Grade sichtbar werden, hängt von der Stärke der Holz- und Rindenproduction ab. Sie müssen um so deutli-

licher hervortreten, je weniger Holz und je mehr Epenrinde aus dem Cambiumring angelegt wird.

Die Resultate dieses Kapitels lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Anordnung der Zellen auf dem Querschnitte des Stengels wird nicht bloss dadurch bestimmt, dass die einen Zellen sich theilen, die andern nicht, und dass die Zelltheilungen in bestimmten Richtungen erfolgen, sondern namentlich auch dadurch, dass die zellenbildenden Gewebe bald durch andere Parteen ausgedehnt werden, bald nicht. Diese Ausdehnung, wenn sie nicht bloss in Einer Richtung thätig ist und überdem in der Richtung mit der Zellenbildung zusammenrifft, hat immer das Bestreben, eine bestimmte durch die Theilung gegebene Regelmässigkeit in der Anordnung zu verwischen

2. Der Querschnitt eines cylindrischen Organs, der während und nach der Zelltheilung noch überall sich vergrössert, zeigt ein ungeordnetes Gewebe; diess gilt für das Mark und für die Protenrinde des Stengels. Das Gewebe, welches aus einem zellenbildenden Cylindermantel (Cambiumring) durch radiale und tangentialen Theilungen hervorgeht, ist ungeordnet, wenn es durch die Vergrösserung der eingeschlossenen Masse eine bemerkbare Ausdehnung erfährt, so die Markscheide und Rindenscheide. Wenn die Vergrösserung der eingeschlossenen Masse null ist, so stehen die Zellen genau in radialen Reihen, so im Holze. Ist sie gering, so macht sich die radial-gereihte Anordnung mehr oder weniger bemerkbar, so in der innern Epenrinde nach der Anlegung; durch die fortdauernde Ausdehnung wird aber früher oder später ein ungeordneter Zustand herbeigeführt. Da die Protenrinde, die Rindenscheide und die innere Epenrinde späterhin bloss in tangentialer Richtung sich ausdehnen und durch radiale Wände ihre Zellen vermehren, so können nach und nach tangentiale Reihen auftreten.

3. Das von dem Cambiumring auf dessen äusseren Seite gebildete Gewebe scheidet sich, wie das auf der innern Seite, in zwei Haupttheile. Die Rindenscheide (analog der Markscheide) ist der äussere, zuerst entstehende Theil der Epenrinde. Sie wird zu einer Zeit angelegt, in welcher das Längenwachsthum noch nicht beendigt ist und in welcher der Cambiumring durch das anwachsende Mark und die sich bildende Markscheide beträchtlich ausgedehnt wird. Daher sind ihre Elementarorgane auf dem Längsschnitt länger und anders ausgebildet als diejenigen der innern Epenrinde. Daher sind ferner auf dem Querschnitt ihre Zellen von Anfang an ungeordnet, während diejenigen der innern Epenrinde in den ersten Stadien radialgereiht sind.

3. Entwicklungsgeschichte der Gewebe auf dem Querschnitt des Stengels der Sapindaceen.

Ehe ich in das Detail eintrete, schicke ich eine allgemeine Bemerkung voraus. Bei der Entwicklungsgeschichte von Geweben handelt es sich um die Anlegung derselben durch Zelltheilung und um die Ausbildung durch das Wachs-

thum der Zellen sowie durch die Veränderungen in ihrem Inhalte und ihrer Membran. Es kommt also darauf an zu bestimmen, wann ein Gewebe fertig angelegt und wann es ausgewachsen ist; und im Allgemeinen gilt rücksichtlich des Erstern die Antwort, dass die Anlegung vollzogen ist, wenn die Theilung der Zellen aufgehört hat. Dabei können sich die verschiedenen Richtungen ungleich verhalten; das Mark z. B. kann auf dem Querschnitt schon lange angelegt sein und auf dem Längsschnitt immer noch seine Zellen vermehren. *)

Berücksichtigen wir bloss den Querschnitt, so bieten uns die innerhalb und ausserhalb des Cambiumrings sich bildenden Gewebe eine bemerkenswerthe Verschiedenheit dar. Für die innerhalb liegenden gilt der Satz, dass sie mit dem Aufhören der Zelltheilung angelegt sind, ohne Beschränkung. Beim Mark lassen sich drei Perioden scharf trennen: 1) die der Anlegung, in welcher sich die Zellen noch theilen, 2) die des Wachsthum, in welcher die Zellen nicht an Zahl, wohl aber an Grösse zunehmen, 3) die des ausgewachsenen Zustandes, in welcher die Zellen ihre Grösse, Gestalt und Anordnung behalten, aber Membran und Inhalt verändern. Die Markscheide hat die gleichen drei Stadien, das zweite tritt aber schon mehr zurück. Beim Holz verschwindet das zweite Stadium beinahe gänzlich, weil die Zellen, in denen die Längstheilung aufgehört hat, in der Regel sich kaum bemerkbar ausdehnen.

Bei den ausserhalb des Cambiumringes liegenden Geweben wird der Moment, wo sie angelegt sind, nicht durch das Aufhören der Zelltheilung überhaupt (denn dieselbe dauert ja, so lange sie existiren), sondern durch das Aufhören einer bestimmten Zelltheilung bezeichnet. Während der Periode der Anlegung theilen sich die Zellen durch tangentiale und radiale Längswände, vorzüglich aber durch erstere. Späterhin treten bloss noch radiale Wände auf, und diese nur in dem Maasse, als die Cylindermäntel durch das Wachsthum der eingeschlossenen Gewebe ausgedehnt und ihre Zellen in tangentialer Richtung in die Breite gezogen werden. Wir können daher eine aktive und eine passive Zelltheilung unterscheiden, die erstere während der Periode der Anlegung, die zweite nach dieser Periode.

Wie mit der Zellenbildung verhält es sich auch mit dem Wachsthum dieser Gewebe. Dasselbe hört nie auf, ändert aber seinen Charakter. Wenn ein Gewebe angelegt ist, so dehnt es sich eine Zeit lang in allen Richtungen aus. Nachher aber findet die Ausdehnung nur noch in tangentialer Richtung statt und zwar nur so weit, als es die Zunahme der von dem Cylindermantel eingeschlossenen Masse verlangt. Wir können ersteres das aktive, und letzteres das passive Wachsthum nennen.

An den ausserhalb des Cambiumringes liegenden Geweben sind demnach drei Perioden zu unterscheiden: 1) die der Anlegung oder aktiven Zelltheilung, 2) die des aktiven Wachsthum und 3) die des passiven Wachsthum. Sie treten bei allen Schichten des Rindenparenchyms ziemlich charakteristisch auf, nament-

*) Ich spreche hier nur von der fertigen Anlage; ein Gewebe kann in seiner ersten Anlage oder ersten Andeutung schon lange vorher erkennbar sein.

lich bei der Protenrinde. Der Bast aber verhält sich wie das Holz. Nach der Anlegung findet keine Zellenbildung und nur ein geringes Wachstum statt.

Ich will als Beispiel für die Entwicklungsgeschichte des Stengelquerschnittes zunächst eine Paullinia näher betrachten, welche durch den Mangel der besondern Holzringe sich an den gewöhnlichen Dicotyledonentypus anschliesst. Ein älterer, $4\frac{1}{2}$ M.M. dicker Zweig zeigt uns das längst ausgewachsene Mark mit einem Durchmesser von 1,1 bis 1,2 M.M. und von 16—18 porösen, ziemlich dickwandigen Zellen (V, 11, ν). Die äusserste Schicht, die stellenweise auch doppelt ist, zeichnet sich durch grössere Helligkeit, durch weniger verdickte Wandungen und meist durch gelbe Färbung aus. Die innern Markzellen sind 100—120, die äussern 30—50 Mik. gross. Auf das Mark folgt die Markscheide (V, 11, ψ), bestehend aus dickwandigen, 20—30 Mik. grossen, ungeordneten Zellen, welche an den Kanten 11—12, an den Seiten 8—9 Schichten bilden. — Der Holzring (V, 11, ω), aus strahlig gereihten Holzzellen, porösen Gefässen und Markstrahlen zusammengesetzt, schliesst sich an den Seiten unmittelbar an die Markscheide an; stellenweise aber, vorzüglich innerhalb der Kanten, ist er von derselben durch die primitiven Gefässstränge getrennt, welche aus abrollbaren Gefässen und engen dünnwandigen Zellen bestehen, und deren Gewebe ebenfalls ungeordnet ist. An den Seiten ist der Holzring 0,32—0,4 M.M. dick. An den Kanten zeigt er Lücken, in welche 0,6 bis 0,7 M.M. dicke keilförmige Holzmassen eingeschoben sind (V, 11); letztere springen aussen 0,2 bis 0,3 M.M. über den Holzring vor und sind beiderseits von breiten Markstrahlen eingefasst. — Der Holzring sammt den Holzkeilen an den Kanten ist von dem Cambiumring, dessen Zellen gleichfalls in radialen Reihen stehen, umgeben (V, 11, ξ). — Dann folgt die radialgereichte Epenrinde, von Rindenstrahlen durchbrochen (r in V, 11 und 9). Sie hat an den Seiten eine Dicke von 0,55—0,7 MM., an den Kanten (ausserhalb der Holzkeile) von 0,23 bis 0,36 M.M. Diese ungleichdicke radialgereichte Rinde ebnet die Vorsprünge und Vertiefungen des Holzringes wieder fast ganz aus und reicht überall ziemlich gleichweit nach aussen. — Auf sie folgt die ungeordnete Epenrinde oder Rindenscheide (σ in V, 9 und 11), dieselbe ist an den Seiten im Mittel 0,2 M.M. dick und 9—10 Zellen stark; an den Ecken 0,13 M.M. dick und aus 5—7 Zellschichten bestehend, welche stellenweise deutliche, aber kurze, tangentialreihen bilden. — Der Bastring ist unterbrochen und besteht aus grössern und kleinern Strängen, welche an den Seiten 2—4 und 5, an den Kanten 8 bis 10 Zellen in der Dicke haben (q in V, 9 und 11). — Die Protenrinde ausserhalb des Bastringes besteht, wenn die Epidermis nicht mitgezählt wird, an den Seiten aus 4—5, an den Ecken aus 9—12 Zellschichten (u in V, 9 und 11).

Die Stengelspitze besteht in der ganzen Dicke aus einem Urmeristem von gleich grossen Zellen ohne Ordnung, die alle in Theilung begriffen sind. Zunächst scheidet sich dann ein Kreis von Cambiumsträngen aus, deren Zellen kleiner und ebenfalls ungeordnet sind. Jetzt hört die Theilung in den innersten Zellen auf und es tritt allmählich das Mark deutlich durch seine grünliche Färbung und seine grösseren 5- und 6eckigen Zellen hervor. Fast gleichzeitig oder ein wenig später

zeigen auch die innerhalb der Epidermis liegenden Zellschichten eine grünliche Färbung und geben sich als Rinde zu erkennen. Zwischen Rinde und Mark befindet sich ein kleinmaschigeres Gewebe, ein Cambiumring, in welchen sich die ursprünglichen Stränge vereinigt haben. Zwischen Mark, Cambiumring und Rinde mangelt noch eine scharfe Begrenzung (IV, 5). Doch lässt sich die Ausdehnung dieser Gewebe meist bis auf Eine Zellschicht genau angeben. — Was das Mark betrifft, so beginnt das Aufhören der Zelltheilung auf dem Querschnitt im Centrum und schreitet nach aussen hin fort. Daher haben späterhin die innern Zellen desselben einen 2 bis 3mal grössern Durchmesser als die äussern (IV, 5). Auch die Chlorophyllbildung und die Bildung der Intercellulargänge fängt im Mittelpunkt an. Wir können also sagen, dass die Differenzirung des Markes aus dem Meristem von innen nach aussen hin fortschreitet. — Umgekehrt verhält es sich mit der Rinde. Hier ist es zuerst die Epidermis, welche sich von dem übrigen Meristem unterscheidet und dann folgt von aussen nach innen Zellschicht für Zellschicht (IV, 2, μ). Diese Rindenbildung charakterisirt sich, wie die des Markes, durch 3 Merkmale: die Zellen sind etwas grösser als die des übrigen Meristems, sie zeigen grünen Inhalt, und sie haben die aktive Theilungsfähigkeit verloren, indess die Markzellen überhaupt theilungsunfähig sind.

In dem 0,55 M.M. dicken Querschnitt unter der Spitze ist das Mark und die Rinde schon vollständig angelegt (IV, 4). Jenes hat im Mittel einen Durchmesser von 0,25 M.M. und von 16 bis 18 Zellen. Die Zellen im Centrum sind 20—24 Mik., diejenigen am Umfange 8—10 Mik. gross. Der radiale Durchmesser der Epidermiszellen beträgt 16, derjenige der 4 Schichten von Rindenzellen an einer Stengelseite zusammen 40 Mik., was auf die Zelle 10 Mik. macht. An den Stengelkanten befinden sich unter der Epidermis 8—10 Zellschichten ebenfalls mit 10 Mik. grossen Zellen. Die Zellen des Cambiumringes sind 6—8 Mik. gross.

Das Mark zeigt, wie schon gesagt, fernerhin auf dem Querschnitt keine Zellenbildung mehr; es dehnt sich bloss aus. Die Epidermis- und die Rindenzellen theilen sich von jetzt ab bloss durch radiale (nicht mehr durch tangentielle) Wände, indem sie der Zunahme des eingeschlossenen Gewebes theils durch Vergrösserung, theils durch Vermehrung genügen. Das Verhalten der Epidermiszellen und der innersten Protenrindenzellen (unmittelbar ausserhalb des Bastringes) ergibt sich aus folgenden Messungen.

Dicke des Internodiums in M.M.	0,55	0,9	1,8	2,5	4,8
Zahl der Epidermiszellen am ganzen Umfang	262	302	468	524	900
Breite derselben in Mik.	8	10	12	14	16,5
Zahl der innersten Protenrindenzellen am ganzen Umfang	211	234	335	363	483
Breite derselben in Mik.	9	11,5	15	19	30

Sobald das Mark und die Protenrinde angelegt sind, findet die Vermehrung der Zellschichten allein im Cambiumring statt. Anfänglich sind hier alle Zellen in Theilung begriffen. Dann sind es zuerst einzelne Zellen mitten im Gewebe, die sich in Dauerzellen umwandeln und zu Ring- und Spiralgefässen werden (IV, 1, k, s, t). Nachher fangen die äussersten und die innersten Zellen an,

sich nicht mehr zu theilen und in Dauergewebe überzugehen (IV, 1, ρ und ψ), indessen in einer mittleren Partie die Zellenbildung immer fortdauert (IV, 1, ξ). Von innen nach aussen bildet sich zuerst die Markscheide (ψ in IV, 2, 3 und V, 8), dann das Holz; von aussen nach innen der Bastring, dann die Epenrinde (ρ und σ in IV, 2, 3 und V, 8).

Der Cambiumring und die aus ihm hervorgehenden Dauergewebe sind anfänglich ungeordnet. Erst in dem 1,4 oder 1,8 M.M. dicken Internodium beginnen innerhalb der Kanten im Cambiumring kurze radiale Reihen sichtbar zu werden (IV, 3, ξ). Untersuchen wir hier die Zunahme der Zellen, so finden wir von dem 0,55 M.M. dicken Querschnitt an, wo Rinde und Mark zum ersten Mal deutlich werden, folgende Zunahme:

Dicke des Internodiums in M.M.	0,55	0,9	1,8
Radius des Markes in M.M.	0,12	0,19	0,38
Mittlerer Radius des Cambiumrings in M.M.	0,125	0,20	0,40
Mittlere Umfangslänge desselben in M.M.	0,75	1,50	3,46
Zahl der Cambiumzellen im ganzen Umfang	100	200	400
Zahl derselben in der Dicke an den Stengel-			
kanten	15—17	24—26	41—43
Zahl derselben in der Dicke an den Stengel-			
seiten	5—6	8—10	18—20

Während dieser Periode d. h. während der Stengeldurchmesser von 0,55 auf 1,8 M.M. zunimmt, wächst also der mittlere Radius des Cambiumringes fast auf das Fünffache, seine Zellenzahl im Umfang von 100 auf 400, seine Zellenzahl in der ganzen Dicke (zwischen Mark und Protenrinde) an den Kanten von 16 auf 42, an den Seiten von 6 auf 20. Indessen sind diese Verhältnisse zwischen der tangentialen und radialen Zunahme, insofern sie für das wirkliche Bildungsgewebe gelten sollen, nicht genau, weil bei der Berechnung der radialen Zunahme immer das ganze Gewebe zwischen Mark und Protenrinde, nicht bloss das in Theilung befindliche Cambium berücksichtigt wurde. Die richtige Behandlungsweise ist hier unausführbar, weil die Grenzen zwischen den innern und äussern Dauerzellen einerseits und den zwischenliegenden Bildungszellen andererseits lange undeutlich ist. Erst wenn der Bastring und die Markscheide hinlänglich unterscheidbar geworden sind, kann das zwischen ihnen befindliche Gewebe gemessen werden. In dem 0,9 M.M. dicken Internodium befinden sich an den Kanten zwischen den Gefässen und dem Bastring 6 Zellschichten, in dem 1,4 M.M. dicken Internodium befinden sich daselbst 13 und in dem 1,8 M.M. dicken Internodium 20 Zellen. Die Zellenzahl im Cambiumring nimmt daher an den Kanten in radialer Richtung von 7 auf 20 zu, indess sie in tangentialer Richtung am ganzen Umfang von 200 auf 400 sich vermehrt.

Indess auch dieses Verhältniss ist nicht genau, indem der berechnete Werth immer noch hinter der wirklichen Zunahme in radialer Richtung zurückbleibt. Denn es sind mit dem Cambium auch noch Dauerzellen der Epenrinde mitgezählt. Dazu kommt ein anderer wichtiger Umstand, welcher die Zunahme in tangentialer Richtung betrifft. Diese lässt sich allerdings für den ganzen Umfang ganz ge-

nau feststellen. Allein sie ist nicht überall gleich gross. An dem 0,9 M.M. dicken Querschnitt sind die Kanten äusserst stark ausgebildet; zwischen denselben befinden sich schmale spitze Rinnen, welche die Anfänge der künftigen Stengelseiten sind (IV, 6). Diese bilden sich nun mit dem Dickenwachsthum des Stengels mehr und mehr aus, indem die Ecken verhältnissmässig immer weniger vortreten. Das Stengelinternodium wächst also auf dem Querschnitt beträchtlich mehr an den Seiten als an den Ecken, und zwar sowohl in tangentialer als in radialer Richtung. Wenn daher der Cambiumring von dem 0,55 M.M. dicken bis zum 1,8 M.M. dicken Querschnitt von 100 auf 400 Zellen zunimmt, so sind daran die Stengelseiten weit mehr als die Kanten betheiligt.

Wir können daher mit Gewissheit sagen, dass während dieses Zeitraums in den Kanten die Cambiumzellen in tangentialer Richtung in einem viel geringern Verhältniss als von 200 auf 400, in radialer Richtung dagegen in einem beträchtlich stärkern Verhältniss als von 6 auf 20 Zellen zunehmen. Nach approximativer Schätzung mag dort die Zunahme etwa 50, hier 300—400 % betragen. Damit stimmt denn genau die Thatsache überein, dass in dem 1,8 und auch wohl schon in dem 1,4 M.M. dicken Internodium an den Kanten radiale Reihen von 3—6 Zellen im Cambiumring sichtbar werden (IV, 3, ξ). — An den Stengelseiten ist dagegen die tangentielle Zunahme im Cambium ebenso beträchtlich als die radiale, und von einer Anordnung in radiale Reihen durchaus noch nichts sichtbar (IV, 2, ξ).

Vergleichen wir das 1,8 M.M. dicke und das 2,5 M.M. dicke Internodium mit einander, so zählt man zwischen Markscheide und Bastring an den Stengelseiten des erstern 7 Zellen auf einen Raum von 0,06 M.M. Dicke, beim zweiten 14 Zellen auf einen Raum von 0,14 M.M., — zwischen den Gefässen und dem Bastring an den Kanten des erstern 20 Zellen auf eine Dicke 0,17 M.M., beim zweiten 24 Zellen auf 0,23 M.M.; — der Umfang des Cambiumringes beträgt im ersten Internodium 3,46 M.M. und enthält circa 400 Zellen, im zweiten 5,1 M.M. und etwa 444 Zellen.

In dem 1,8 M.M. grossen Internodium sind die Cambiumzellen an den Seiten noch ungeordnet; in dem 2,3 und 2,5 M.M. grossen Querschnitt bemerkt man daselbst kurze radiale Reihen von 3—5 Zellen (V, 8, ξ). Diess wird durch die Zellenbildung erklärlich. Im Umfang des Cambiumringes nimmt die ganze Zellzahl bloss von 400 auf 444, also von 100 auf 111 zu. Die Zahl der Zellschichten zwischen Markscheide und Bastring wächst von 7 auf 14. Von jenen 7 gehören aber 4 schon der Epenrinde an und theilen sich nicht mehr durch tangentielle Wände, und nur 3 bilden den eigentlichen Cambiumring. In radialer Richtung theilen sich also 3 Cambiumzellen in 11 Zellen. Die Zunahme beträgt daher in tangentialer Richtung 11 %, in radialer Richtung 267 %; und das Verhältniss der radialen zur tangentialen Zunahme ist für die Zeiteinheit noch viel beträchtlicher als 267 : 11, weil die äusseren Zellschichten fortwährend in Epenrinde übergehen und nur ein Theil derselben im Zustande des Cambiums bleibt. Daher muss das letztere nothwendig eine radialgereichte Anordnung annehmen.

In dem 2,3—2,5 M.M. dicken Internodium sind noch alle Gewebe unge-

ordnet, mit Ausnahme des Cambiumringes, welcher an den Seiten 3—5, an den Kanten 8—12 zählige radiale Reihen zeigt. Von diesem Stadium an bleiben nicht nur die Cambiumzellen fortwährend radialgereiht, sondern es behalten diese Anordnung auch alle aus denselben hervorgehenden Gewebe (Holz- und Epenrinde). Diess rührt von der anfänglich noch geringen, später mangelnden Ausdehnung des eingeschlossenen Gewebes her. Der äussere Umfang der Markscheide hat an dem 2,5 M.M. dicken Internodium einen durchschnittlichen Radius von 0,65 M.M., an dem 3,4 M.M. dicken Internodium einen solchen von 0,68 M.M., und dieser Radius bleibt für alle dickern Internodien der nämliche. Es nimmt daher im Cambiumring die Zellenzahl in radialer Richtung viel stärker zu, als in tangentialer.

Diese ungleiche Zunahme ergibt sich aus der Vergleichung der Querschnitte von 2,5 M.M., von 2,9 M.M. und 3,4 M.M. Durchmesser. Die 3—5 zählige Cambiumzellenreihen an den Seiten des erstern haben sich im zweiten in 8—11 zählige (VI, 12, ξ), im dritten in 20—23 zählige Reihen verwandelt, indess der Cambiumring im ersten einen Umfang von 5,1 M.M. und 444 Zellen, im zweiten von 6 M.M. und 490 Zellen, im dritten von 6,8 M.M. und 490 Zellen zeigte. Während die Zellenzahl in radialer Richtung um 450% zunimmt, vermehrt sie sich in tangentialer nur um 18%. — An den Seiten des 3,4 M.M. dicken Internodiums befinden sich 8—9 zählige radiale Reihen, welche dem Cambium und der radialgereihten Epenrinde angehören. Beide Gewebe sind nicht deutlich geschieden; man kann aber mit ziemlicher Sicherheit für den Cambiumring 3—4 Zellen annehmen. Aus denselben sind in dem 4,7 M.M. dicken Internodium Reihen von 29—32 Zellen hervorgegangen, indess sich der Umfang des Cambiumrings von 6,8 M.M. und 523 Zellen auf 8,7 M.M. und 621 Zellen vergrösserte. Hier beträgt die Zunahme der Zellenzahl in radialer Richtung 771%, in tangentialer nur 19%.

Es ist daher begreiflich, dass die radialen Reihen im Cambiumring und im Holz immer deutlicher und schöner werden. Was die Epenrinde betrifft, so ist besonders hervorzuheben, dass auch in ihr die radiale Anordnung sehr augenfällig hervortritt. Es rührt diess von dem Umstande her, dass die Rindenbildung im Verhältniss zur Holzbildung beträchtlich ist, dass also nicht nur das gereichte Cambium in grosser Menge zu Rinde wird, sondern dass auch diese Rinde wegen der geringen Holzbildung nur eine geringe tangentielle Ausdehnung erfährt und wenig in ihrer radialen Anordnung gestört wird.

Diese Thatsachen gelten namentlich für die Stengelseiten. An den Ecken zeigt die Epenrinde in der Regel nur undeutliche radiale Reihen, was durch zwei Ursachen hervorgebracht wird: 1. Weichen die Zellenreihen im Cambium viel mehr auseinander (sie gehören einem geringern Krümmungsradius an) als an den Seiten, 2) ist die Rindenbildung absolut etwas geringer als die Holzbildung, während sie an den Seiten dieselbe übertrifft.

Ich habe bis jetzt die Zellenbildung auf dem Querschnitt mit Rücksicht auf die gereichte und ungereichte Anordnung der Gewebe betrachtet. Einige Bemerkungen mögen ferner die Folge und das Verhältniss betreffen, in welchen die

verschiedenen Gewebsformen aus dem Urmeristem und dem Cambium sich ausscheiden. — In dem Urmeristem, das die Stengelspitze von *Paullinia spec.* in ihrer ganzen Dicke herstellt, wird zuerst die Epidermis gebildet. Diesen Namen muss nach meiner Ansicht die äusserste Zellschicht von dem Moment an erhalten, in welchem sie sich nicht mehr durch tangentialen Wände theilt, wie diess alle übrigen Zellen des Urmeristems noch eine Zeitlang thun. Hat diese Theilung aufgehört, so zeichnen sich die Epidermiszellen auch bald durch hellen Inhalt aus. An dem Querschnitt der Stammspitze, auf dessen kürzesten Durchmesser von 0,22 M.M. nicht mehr als 30 Zellen von 7 Mik. Grösse treffen, ist schon stellenweise die Oberhaut deutlich. Dieselbe bildet von jetzt an fortwährend eine einfache Schicht; aber sie vermehrt durch horizontale und radialsenkrechte Wände ihre Zellenzahl noch sehr bedeutend. — Darauf wird der Kreis von Cambiumsträngen sichtbar, die in Folge der überwiegenden Längstheilung ein kleinmaschiges Gewebe darstellen.

An dem Querschnitt treten nun 4 Erscheinungen fast gleichzeitig hervor: Protenrinde, Mark, die ersten Gefässe und die Vereinigung der Cambiumstränge in einen Ring. Das Mark muss als angelegt betrachtet werden, wenn sich keine Längswände mehr bilden, die Protenrinde, wenn keine tangentialen Längswände mehr entstehen. Ich habe diese Prozesse früher schon erörtert; ich bemerke hier bloss noch mit Rücksicht auf ihr gegenseitiges Verhältniss, dass zuerst die Bildung der Rinde an den Ecken beginnt. An einzelnen Kanten (nämlich an denjenigen, welche den Mittelnerven der beiden nächsten Blätter entsprechen) sind schon die grossen Zellen in dem Gewebe, das sich nachher zum Collenchym ausbildet, deutlich und die ausserhalb befindlichen Rindenzellen angelegt, wenn die Cambiumstränge noch nicht in einen Ring vereinigt sind, wenn das Mark wenig mehr als die Hälfte seiner Zellen besitzt, und, wenn erst in einer Kante die Gefässe deutlich sind. Die Rinde ist vollständig (an den Ecken und Seiten, dort mit 8—10, hier mit 4—5 Schichten) angelegt, der Cambiumring deutlich und die ersten Gefässe in allen Ecken, wenn auch noch nicht in allen Strängen, sichtbar, ehe das Mark vollständig angelegt ist. Ich habe schon früher gesagt, dass das letztere von innen nach aussen, die Rinde von aussen nach innen gebildet wird.

Aus dem Cambiumring, der inzwischen durch Zellentheilung sich stark verdickt hat, scheidet sich zunächst der Bastring, die ungeordnete Epenrinde (Rindenscheide), die Markscheide, und die Cambiformstränge innerhalb der Gefässe aus. Von diesen Partien wird zuerst der Bast angelegt, und zwar früher in den Ecken als an den Seiten (IV, 1, ϱ). Er ist aber noch dünnwandig, cambiumähnlich und wird in seiner Begrenzung nach innen als kleinmaschiges Gewebe erst dann deutlich, wenn auch schon die äussersten Zellen der Epenrinde angelegt sind (IV, 3, ϱ). Die Zeit, in welcher die Markscheide angelegt ist, d. h. in welcher die Theilungen in ihr aufgehört haben, ist nicht sicher zu bestimmen, weil die Abgrenzung gegen Mark und Cambium noch lange undeutlich bleibt. Gewiss erfolgt sie erst nach der Bildung des Bastringes, wahrscheinlich ziemlich gleichzeitig mit der ungeordneten Epenrinde. Zuletzt entstehen die Cambiformstränge aus der Markscheide. Wenn in der letztern die Theilungen

durch Längswände sonst überall aufgehört haben, so theilen sich noch die Zellen innerhalb der Gefässe und zum Theil auch zwischen denselben durch radiale und tangentielle Wände und bilden Stränge, welche deutlich durch das kleinmaschigere Gewebe und später durch die grüne Farbe unterschieden sind (IV, 3, bei g, p und q).

Ich glaube, dass diess ein ziemlich richtiges Bild von den ersten Differenzirungen im Gewebe der Stengelspitze von *Paullinia spec.* giebt. Es ist natürlich unmöglich, genau den Moment zu bezeichnen, in welchem ein bestimmtes Gewebe angelegt ist, d. h. in welchem bestimmte Zellentheilungen aufgehört haben. In der Regel müssen erst andere Erscheinungen, wie Veränderungen des Inhaltes und der Membran, eintreten, ehe man davon versichert sein kann. Dass die Gewebe angelegt sind, giebt sich bei den Sapindaceen gewöhnlich durch das Auftreten von Zellen mit dichtem, das Licht stark brechendem Inhalte kund, welcher sich bald braun färbt. Sie kommen in der Marke und in der Protenrinde zerstreut vor, sowie auch in dem Gewebe, aus welchem der Bast sich entwickelt; in grösserer Menge treten sie in der Epenrinde und in der Markscheide auf. Durch dieselben lassen sich in einzelnen Fällen schon sehr früh die sich aus dem Urmeristem oder aus dem Cambium differenzirenden Gewebe erkennen.

Bei *Serjania mexicana* werden die mit dunklem Inhalt gefüllten Zellen in dem Cambiumring schon sichtbar und deuten die Epenrinde und die Markscheide an, wenn sie selber noch nicht grösser sind, als die wirklichen Cambiumzellen. Man bemerkt sie zuweilen fast zu gleicher Zeit mit den ersten Gefässen, oder doch kurze Zeit nach denselben. In dem sechseckigen Querschnitt durch eine Stengelspitze zeigten z. B. 5 Ecken je 1—3 Gefässe; 2 davon sowie die sechste, gefässlose Ecke hatten je eine mit dunklem Inhalt gefüllte Zelle in der Epenrinde; in der Markscheide befanden sich deren mehrere. Nachher erkennt man die Epenrinde durch diese zerstreuten dunkeln Zellen als einen vollständigen Ring zwischen dem Cambiumring und der Bastzone. Der Bast selber scheint bei *Serjania mexicana* erst angelegt zu werden, wenn die Epenrinde schon als Ring sichtbar ist; wenigstens treten in demselben die dunkeln Zellen erst später auf. Hier ist auch besonders deutlich, dass die Zellentheilungen in derjenigen Partie des Cambiums, welche zu Bast wird, lebhafter vor sich gehen, als in den Theilen, welche die Epenrinde und die Markscheide bilden, da das Gewebe dort deutlich kleinmaschiger wird. Die in dem jungen Bast zerstreuten Zellen mit dunklem Inhalt verhalten sich übrigens bei ihrer weitem Ausbildung nicht verschieden von allen andern; sie werden ebenfalls zu dickwandigen Fasern.

Wenn die Bastzellen bei *Serjania mexicana* anfangen, ihre Wandungen zu verdicken, so hat man auf dem Querschnitt von $2\frac{1}{2}$ M.M. Dicke an den Seiten oder Furchen des Stengels folgende Gewebe: die Epidermis, 5—6 grüne und 1 farblose Schicht von Protenrindenzellen, 3 Schichten von Bastzellen, 3—5 Schichten von Epenrindenzellen, 5—7 Schichten von radialgereihten Cambiumzellen, 5—6 Schichten etwas dickwandiger Markscheidenzellen. Die Bastzellen sind am kleinsten, ihr Durchmesser beträgt 10 Mik.; die Cambiumzellen haben in radialer Richtung 10, in tangentialer Richtung 17 Mik.; die Epenrindenzellen sind 14 Mik.,

die Markscheidenzellen 17—23 Mik. gross; der Durchmesser der Protenrindenzellen beträgt 15—25 Mik. und der dünnwandigen Markzellen 45—90 Mik. Dieser Unterschied in der Zellengrösse der Protenrinde und des Markes rührt von zwei Ursachen her, 1) von dem Umstande, dass das aktive Wachsthum der Protenrindenzellen (in radialer Richtung) viel geringer ist als dasjenige der Markzellen, und 2) von der schon früher erwähnten Thatsache, dass in der Protenrinde, nachdem sie angelegt ist, die Theilungen durch radiale Wände in dem Maasse fort dauern, als es das passive tangential Wachsthum verlangt. Die Cambiformzellen, die sich innerhalb der in den Ecken liegenden Gefässbündel befinden, haben eine Grösse von 9 Mik.

Die Bildung des reihenförmigen Cambiums beginnt bei *Paullinia spec.* in den Ecken des Stengels ausserhalb der Gefässe zu einer Zeit, wo die Markscheide noch nicht fertig angelegt ist. An den Stengelseiten wird es erst sichtbar, wenn die Markscheide und die Cambiformstränge angelegt sind. Aus dem reihenförmigen Cambium wird nach innen das Holz, nach aussen die gereichte secundäre Rinde gebildet. An den Kanten ist die Holzbildung ziemlich mächtiger als die Rindenbildung, so dass in dem 4,7 M.M. dicken Internodium (V, 11) die Dicke des Holzes (bis zu den abrollbaren Gefässen) 0,57 bis 0,6 MM. und im Mittel 36 Zellen, die der radialgereichten Rinde 0,22—0,27 M.M. und 13 Zellen beträgt. An den Seiten wird anfänglich ebenfalls eher mehr Holz als Rinde gebildet. Bald aber überwiegt die Bildung der letztern, so dass in dem 4,7 M.M. dicken Internodium der Holzring 0,3—0,37 M.M. und im Mittel 20 Zellen, die radialgereichte Rinde 0,54—0,6 M.M. und 27 Zellen dick ist. — Das stärkere Wachsthum des Holzes an den Kanten beschränkt sich auf die Partie des Cambiumringes, welche einem einzigen Gefässstrang angehört und veranlasst das Vorspringen von keilförmigen Holzstücken.

Ich erwähne hier noch einer Erscheinung, die zwar auch bei den andern Laubhölzern vorkommt, aber gerade sehr deutlich und charakteristisch bei einigen Sapindaceen sich zeigte. Der Holzring ist scharf von dem Cambiumring geschieden; je die innersten Zellen des dünnwandigen Cambiums bilden sich rasch zu dickwandigen Holzzellen aus. Die porösen Gefässe aber treten fast mitten im Cambiumring isolirt auf, durch 2, 3, 4 cambiumähnliche Zellen (die sich nicht mehr theilen) von den äussersten Holzzellen getrennt. Innerhalb dieser isolirten Gefässe, sowie seitlich und ausserhalb von denselben tritt dann die Verholzung etwas rascher ein, so dass sie sich kurze Zeit nach ihrem Sichtbarwerden in kleinen Vorsprüngen des Holzringes befinden. — Es ist diess nichts anderes als die allgemeine Erscheinung, dass die Gefässzellen ihre Wandungen rascher verdicken als die umgebenden Zellen. So werden in dem ungereichten Cambium die Ring- und Spiralgefässe sichtbar, lange bevor die nächstliegenden Zellen sich ausbilden. Bemerkenswerth ist, dass, wie die vorhin angeführte Thatsache zeigt, in dem gereichten Cambium die vorauseilenden Gefässzellen auch die benachbarten Holzzellen zu einer rascheren Entwicklung veranlassen.

Nachdem ich eine Sapindacee, die dem gewöhnlichen Dicotyledonentypus angehört, weitläufiger betrachtet habe, kann ich mich für diejenigen, welche ausser dem allgemeinen noch äussere besondere Holzringe besitzen, kürzer fassen. Es sind hier im Wesentlichen die nämlichen Erscheinungen, modifizirt durch die genannten eigenthümlichen Verhältnisse.

Bei *Serjania caracassana Willd.* zeigt uns der Querschnitt durch die äusserste Stammspitze ein gleichförmiges Urmeristem, deren Zellengrösse ungefähr 8 Mik. beträgt. Unmittelbar darauf, bei einer Dicke von 0,3—0,4 M.M. findet man in dem Meristem einen Kreis von 6 (5—7) Cambiumsträngen, jenes mit 10 Mik. grossen, diese mit zarten, 5 Mik. grossen Zellen (X, 1, 2). Die Cambiumstränge, welche den Ecken des Stengels und den besondern Holzringen entsprechen, wachsen sehr stark an und verbinden sich durch schmalere Cambiumbänder, die den Stengelseiten entsprechen, zu einem Ring. In den dicken, innerhalb der Ecken befindlichen Cambiummassen gehen nun die Veränderungen vor, die ich früher schon geschildert habe. Es werden nämlich zuerst einige Gefässe sichtbar (X, 3, 6); dann gehen die neben und einwärts von denselben liegenden Cambiumzellen in Dauergewebe über; es ist das Mark des künftigen besondern Holzringes (X, 6, f; 7, τ), während jene Gefässe den Anfang seiner nach der Peripherie gekehrten Gefässstränge darstellen. Gleichzeitig hört die Zellenbildung in den äussersten Zellen des ganzen Cambiumringes auf, und es wird dadurch der Bastring angelegt (ρ in X, 6 und 7). Das an die Gefässe sich anschliessende Dauerparenchym (τ) bildet einen mit der Oberfläche parallel laufenden Streifen, der beiderseits frei endigt, und die Cambiummasse in den Ecken in eine äussere und eine innere Partie (ξ und π) trennt. Etwas später scheidet sich in der innern Partie (6, π) ein mit dem ersten paralleler Streifen von Dauergewebe aus (χ in Fig. 7 und 8), welcher sich rechts und links neben der Kante an die innerhalb des Bastringes liegende Epenrinde anschliesst. Dadurch ist nun die Cambiummasse, wenn wir den durch die Mitte einer Ecke gehenden Radius betrachten, in 3 Theile geschieden, von denen die beiden äussern (π und ξ in X, 5 und 8) zusammen den flachgedrückten Cambiumring bilden, aus dem der besondere Holzring entsteht, und der innere (ρ) dem Cambiumring angehört, welcher den allgemeinen Holzring erzeugt. Gleichzeitig mit dieser Spaltung der innern Cambiumlamelle oder unmittelbar nach derselben werden an ihrer äussern Seite einzelne Gefässe sichtbar, welche der Anfang der nach der Stengelmittle gekehrten Gefässbündel des besondern Holzringes sind (X, 8, g).

Die Scheidung der Gewebe giebt sich auch hier, wie ich es für die Sapindaceen mit einfachem Holzring erwähnt, zuerst durch das Auftreten von Zellen mit dichtem, sich leicht braunfärbendem Inhalte kund. Ihre Anwesenheit zeigt an, dass die aktive Zelltheilung aufgehört hat; dort nimmt die Zahl der Zellen von jetzt an in radialer Richtung nicht mehr zu. Man sieht diese Zellen in Fig. 3—8 auf Taf. X. In Fig. 6 ist erst eine einzige zwischen ξ und ρ bemerkbar, und giebt kund, dass der Bast angelegt ist. In Fig. 7 χ deuten sie ebenfalls den Uebergang des Cambiums in Dauergewebe und die Trennung desselben in zwei Cambiumlamellen π und ρ an.

Bis jetzt zeigen alle Gewebe des Stengels ungeordnete Zellen. Das Mark dehnte sich immer noch beträchtlich aus, und veranlasste eine entsprechende Erweiterung der Cambiumschichten, in welchen desswegen, ausser den tangentialen, auch zahlreiche radiale Wände sich bildeten. Wenn es beinahe ausgewachsen ist, so beginnt das Cambium Reihen zu bilden, und zwar überall, sowohl in den besondern als in dem allgemeinen Ring. Was den allgemeinen Cambiumring betrifft, ist diess von vornherein begreiflich, weil derselbe sich wie der einzige des gewöhnlichen Dicotyledonenstengels verhält. Was die besondern Cambiumringe betrifft, so ist es ebenfalls sogleich einleuchtend, sobald wir die Verhältnisse näher in's Auge fassen. Diese besondern Ringe sind, wie ich schon sagte, in radialer Richtung mehr oder weniger zusammengedrückt, also zum Theil mit dem allgemeinen Cambiumring parallel. Eine Flächenausdehnung des letztern in Folge des Wachstums des Markes hat daher auch eine Flächenausdehnung der besondern Ringe (weil diese mit dem umgebenden Gewebe fest verbunden sind) und somit eine vermehrte Theilung durch radiale Wände zur Folge. Diese Wirkung wird, zwar nur in geringem Maasse und nur in den frühesten Zuständen durch die geringe Ausdehnung des eigenen (besondern) Markes unterstützt. Weiterhin verhält sich der besondere Cambiumring wie ein gewöhnlicher; sein eigenes Mark erfährt keine Ausdehnung, und es müssen daher nothwendig die neu sich bildenden Zellen eine radialgereichte Anordnung annehmen, wie das in jeder zellenbildenden ringförmig-geschlossenen Schicht der Fall ist. Durch das Anwachsen des allgemeinen Cambiumringes sammt seinem Holz und seiner Epenrinde wird der besondere Cambiumring, wie der Bast und die Protenrinde, nach aussen geschoben. Der besondere Cambiumring nimmt einen Theil vom Umfange des allgemeinen ein, und die Verhältnisse werden nicht gestört, wenn sein Durchmesser wie ein entsprechender Bogen des letztern sich ausdehnt. Da der Umfang eines Kreises im gleichen Verhältniss wie sein Radius oder sein Durchmesser zunimmt, so folgt daraus, dass das Gleichgewicht nicht gestört wird, und dass allgemeiner und besonderer Cambiumring einander in ihrem Wachsthum nicht beeinträchtigen, wenn beide ungefähr in gleichem Maasse Zellen bilden. Diess ist in der That der Fall, und es können daher die verschiedenen Cambiumringe mit Rücksicht auf die Anordnung der Zellen, ihren eigenen Gesetzen folgen. Dem entsprechend finden wir die Zellen der Protenrinde, des Protenmarkes, der Markscheide im allgemeinen Holzring, des Epenmarkes in den besondern Holzringen, des Bastringes und der Rindenscheide (der zuerst gebildeten Epenrinde) ungeordnet, dagegen die Zellen des Holzes im allgemeinen und in den besondern Holzringen radialgereicht; ebenso zeigt die Epenrinde innerhalb der zur Rindenscheide gehörenden Gewebe bald mehr bald weniger deutliche Reihen, welche in der Richtung je nach ihrem Ursprunge mit den Radien des allgemeinen oder der besondern Ringe zusammentreffen.

Bei den mit dem gewöhnlichen Typus des Dicotyledonenstammes übereinstimmenden Sapindaceen erfolgt die Anlegung der Gewebe innerhalb des Cambiumringes (Protenmark, Markscheide, Holz) von innen nach aussen, ausserhalb desselben (Epidermis, Protenrinde, Bast, Rindenscheide, Epenrinde) von aussen

nach innen. Die Zellenbildung concentrirt sich immer mehr auf eine ringförmige Zone (den Cambiumring), und hat daselbst, wenn auch nicht ihren ausschliesslichen Sitz, doch ihr bei Weitem überwiegendes Maximum. Im Anfange ist die Zellenbildung auf dem ganzen Querschnitt überall gleich lebhaft. Nachher ist sie in einem ziemlich breiten Cambiumring lebhafter als in Mark und Rinde. Später hat sie in den innern Geweben ganz aufgehört und in den äussern dauern nur passive Theilungen durch radiale Wände (um der Ausdehnung des Cambiumringes zu genügen) noch längere Zeit an, bis auch hier (von aussen nach innen fortschreitend) das Leben ganz er stirbt; die Theilung durch tangential Wände aber beschränkt sich auf den Cambiumring, und hier ist es wieder auf jedem Radius eine mittlere Zelle, wo die Zellenbildung weitaus am lebhaftesten vor sich geht.

Bei den Sapindaceen mit besonderen Cambiumringen sind die Verhältnisse zwar ähnlich, aber durch die gegebenen Eigenthümlichkeiten modificirt. Protenrinde und Protenmark verhalten sich wie gewöhnlich; sie werden aus dem Urmeristem jene von aussen nach innen, dieses von innen nach aussen angelegt. In dem Cambiumring treten complicirtere Erscheinungen auf. Wie ich sagte, theilt sich die Cambiummasse innerhalb einer Ecke durch Zwischenlagerung von Gefässen und Parenchym zuerst in 2 Theile. Die äussere derselben zeigt eine Zeit lang eine lebhaftere Vermehrung, und in Folge derselben kleinere Zellen; sie sind im Mittel 5 Mik. gross (X, 6, ξ), indess sie im innern Theil 7 Mik. Grösse haben und mehr (π). — Dann wird die Zellenbildung in der innern Cambiumpartie lebhafter. Wenn z. B. in einem frühern Stadium zwischen dem ersten Gefäss und der Protenrinde 12—13 Zellen, zwischen demselben und dem Protenmark 8—9 Zellen sich befinden, so zählt man später dort 17, hier 15; die Zunahme beträgt dort 36, hier 76 %. In einem noch spätern Stadium ist die Zellenzahl zwischen dem ersten Gefäss und der Protenrinde auf 21, zwischen demselben und dem Protenmark auf 25—26 Zellen gestiegen, was dort eine fernere Zunahme von 24, hier eine solche von 70 % ergibt. — Die zwei Lamellen, in welche sich die innere Cambiumpartie nachher theilt (π und φ in X, 7 und 8), lassen die gleichen Wahrnehmungen machen. Zuerst ist die Zellenvermehrung in der äussern Lamelle lebhafter, später in der innern.

Das Maximum der Zellenvermehrung schreitet also in der ganzen Cambiummasse, welche innerhalb einer Kante liegt, von aussen nach innen fort. Es ist diess eine Erscheinung, welche auch dem Sapindaceenstengel mit einfachem Holzring nicht mangelt, obgleich sie dort nicht so anschaulich sich nachweisen lässt. Das Maximum der Zellenbildung befindet sich dort nämlich zuerst in dem äussern Theil des einzigen Cambiumringes, wo der Bast angelegt wird, nachher in der Nähe der Gefässe, wo die Cambiformstränge und später das gereifte Cambium auftreten. — In dem Sapindaceenstengel mit besondern Holzringen hat das periodisch gesteigerte Wachstum in jeder der drei auf einem Radius hinter einander liegenden Cambiumlamellen häufig eine gleiche schliessliche Wirkung, so dass späterhin die drei daraus hervorgegangenen Holzlagen die gleiche Mächtigkeit haben. Zuweilen ist die Gesamtproduktion der mittleren Lamelle d. h. des einwärts

gekehrten Theiles des besondern Cambiumrings (π in IX, 11 und X, 8) grösser und das aus demselben entstehende Holz zuletzt mächtiger als der innere (allgemeine) Holzring und als die äussere Seite des besondern. Meistens aber dauert die lebhaftere Zellenbildung in dem allgemeinen Cambiumring am längsten, so dass der allgemeine Holzring, obgleich anfänglich bedeutend hinter den besondern Holzringen zurückstehend, dieselben schliesslich übertrifft.

Die besondern Holzringe sind anfänglich eingebettet in das Gewebe der Kanten, welche nicht mehr als am Stengel von gewöhnlichem Dicotyledonenbau vorspringen (VI, 17; IX, 11). Sie sind umgeben von der zuerst gebildeten Epenrinde (Rindenscheide, $\sigma - \zeta$ in IX, 11), und bedeckt von dem Bastring (ψ) und der Protenrinde (μ). Da diese bedeckenden Rindengewebe nur kurze Zeit ein aktives Wachstum besitzen, so werden sie später durch die zunehmenden innern Theile ausgespannt, wie eine Haut, die sich ausdehnen aber nicht dicker werden kann. Je mehr ein besonderer Holzring anwächst, desto mehr gliedert sich sein Körper von dem allgemeinen Holzring ab, und desto mehr gewinnt es den Anschein, als ob ein Ast hier mit dem Stengel verwachsen wäre.

Ich habe bis jetzt die Ausbildung des Querschnittes rücksichtlich der Form, Anordnung und Entstehungsfolge der Zellen und der ganzen Gewebe betrachtet. Ich will noch Weniges über den Charakter der Gewebe, wie er aus den Quer- und Längsschnitten sich ergibt, beifügen. Das fertige Protenmark besteht aus isodiametrischen oder etwas verlängerten Zellen, die oft dickwandig und porös, oft mit Stärke gefüllt sind, und von innen nach aussen an Grösse abnehmen (IV, 5). Es grenzt sich zuweilen, sowohl auf dem Quer- als Längsschnitt, scharf von der Markscheide ab (V, 11); zuweilen findet ein ziemlich allmählicher Uebergang statt. — Die Markscheide besteht manchmal aus langgestreckten dickwandigen Parenchymzellen; wenn ihre Zellen dünnere Wände haben und den Markzellen gleichen, so findet man zwischen denselben Stränge von schmälern und dickwandigeren Zellen. Diese Stränge verlaufen der Länge nach und bilden meistens einen Kreis in geringer Entfernung von der innern Grenze des Holzringes. Da Markscheide und Protenmark hier eine unterschiedslose Masse bilden, so scheinen sie im Marke zu liegen. Nach Analogie mit andern Pflanzen*) ist es jedoch wahrscheinlich, dass sie dem innersten Theil der Markscheide angehören und somit die Grenze derselben andeuten. Es ist diess um so annehmbarer, als die Markscheide auf diese Weise gerade die Mächtigkeit erhält wie in andern Stengeln, wo sie durch die Beschaffenheit ihres ganzen Gewebes deutlich begrenzt ist. Die genannten Stränge bestehen zuweilen bloss aus mehreren, ohne Ordnung neben einander liegenden engeren Zellen mit dickeren Wandungen (VI, 15). Zuweilen indessen umgeben solche Zellen eine weitere Zelle und sind strahlenförmig um dieselbe angeordnet (VI, 16); namentlich zeigen sich die radialen Reihen auf der dem Holzring zugekehrten Seite deutlich (e). Es können zwei Stränge in einem

*) z. B. mit Solanum, wo ebenfalls im innersten Theil der Markscheide (des Epenmarkes) solche Stränge vorkommen und die Grenze zwischen derselben und dem Protenmark bilden.

einzigem verschmolzen sein. Die beiden weiten Zellen sind dann einander genähert, bloss durch eine einfache Schicht kleinerer Zellen getrennt, und bilden zusammen das Centrum der strahlenförmigen Anordnung. Die weite centrale Zelle des Stranges ist mit dunklem körnigem Inhalte gefüllt; durch Kochen in verdünnter Aetzkalklösung oder Salzsäure zieht sich derselbe zu grössern und kleinern schleimigen, durch zahlreiche Vacuolen unterbrochene Massen zusammen. Da die Siebröhren in einigen Pflanzen (z. B. in Cucurbita) einen ähnlichen Inhalt haben, so sind vielleicht auch die in Frage stehenden Zellen der Sapindaceen so zu deuten. Dieselben haben wie die schmalen umgebenden Zellen gerade Enden und ungefähr die Länge der übrigen Markscheidenzellen. — Das Mark der besondern Holzringe stimmt ganz mit dem Gewebe der Markscheide des allgemeinen Holzringes überein. Doch mangeln darin die vorhin beschriebenen Stränge von engeren dickwandigen Zellen oder sind weniger deutlich von den übrigen Zellen geschieden.

Die Holzringe (sowohl der allgemeine als die besondern) bestehen aus prosenchymatischen Holzzellen, die in radiale Reihen geordnet sind, aus zahlreichen und weiten porösen Gefässen und aus Markstrahlen. Die Gefässe sind zuweilen mit Thyllen angefüllt, die sich durch dicke Membranen mit schönen elliptischen oder spaltenförmigen Poren auszeichnen. Die primitiven Gefässstränge (bestehend aus Spiral- und Ringgefässen) springen auf der inneren Fläche des Holzringes vor. Auf dieselben folgt zuweilen nach innen ein Strang von dünnwandigen, engen, langgestreckten Zellen; die äussern derselben liegen zwischen den Gefässen selbst. Ich habe diese Zellen, weil ihnen der Charakter eines ausgebildeten Gewebes mangelt, als Cambiform bezeichnet. Nachdem das Mark und die Markscheide ihre anfängliche schwach grünliche Farbe verloren haben, zeichnet es sich noch durch eine intensivere grüne Färbung aus.

Die Protenrinde sammt der Epidermis besteht aus ziemlich isodiametrischen grünen Parenchymzellen. An den Ecken ist dieses Gewebe häufig fast ganz durch Collenchym verdrängt (IV, 5; V, 10; IX, 11, μ). Auf die Epidermis folgen mehrere Schichten von Collenchymzellen, und dann noch ein Paar Zellschichten, die mit den innersten Protenrindenzellen übereinstimmen. In dem jungen Collenchym (noch ehe dasselbe seine Wandungen zu verdicken angefangen hat) zeichnen sich einige grosse Zellen aus; sie liegen zu 3—6 in einer Ecke, in einer mit der Oberfläche parallelen Reihe (V, 10; IV, 5, 1, 3). Anfänglich gleichen sie Kanälen mit ölartigem Inhalte; später sieht man deutlich ihre eigenen Wandungen. Im ausgewachsenen Zustande sind sie wenig mehr von den übrigen Zellen verschieden. — Diese Zellen werden sehr früh sichtbar; bei *Paullinia spec.* sind sie schon in den Ecken eines Querschnittes der Stammspitze vorhanden, dessen Mark erst 10 Zellen im Durchmesser zeigt und somit noch nicht ganz angelegt ist, und dessen Cambiumstränge noch nicht in einen Ring sich vereinigt haben.

Innerhalb der Protenrinde liegt der Bastring, anfänglich ununterbrochen, später durch das Wachsthum der eingeschlossenen Masse in viele Bündel zerrissen. Von der Fläche gesehen, stellt er jetzt ein Netz mit langen Maschen dar. Die

auf den Bastring folgende äussere Epenrinde (Rindenscheide) besteht aus ziemlich isodiametrischen Parenchymzellen. Im jüngeren Zustande unterscheidet man darin deutlicher als später Stränge von längern und engern Zellen. Bei einigen Arten finden sich darin auch einzelne Bastfasern, die indess viel kürzer sind, als diejenigen des Bastringes. Die Rindenscheide, die in den jüngeren Zuständen von der Protenrinde durch den Bastring geschieden ist, tritt später durch die Lücken des letztern mit derselben in Berührung (IX, 11; V, 9, 11.). Die Lücken des Bastringes füllen sich also mit kurzen parenchymatischen Zellen, welche theilweise sehr dickwandig werden und auf dem Querschnitt den Bastfasern selbst ganz ähnlich sind. Zuweilen bilden sich auch in geringer Entfernung innerhalb des Bastes noch ein oder zwei Ringe von dickwandigen Parenchymzellen. Offenbar geht daraus hervor, dass die Stelle, wo sich der Bast bildet, für die Verdickung der Zellwandungen überhaupt sehr geneigt ist. — In den Stengeln mit besondern Holzcyllindern findet sich auch zwischen den letztern und dem allgemeinen Holzcyllinder ein Streifen von Epenrinde, welcher mit der Rindenscheide übereinstimmt und sich jederseits an dieselbe ansetzt.

Die innere Epenrinde, welche an dem allgemeinen sowie an den besondern Holzringen zwischen dem Cambium und der Rindenscheide liegt, unterscheidet sich von der letztern, ausser der mehr oder weniger deutlichen reihenförmigen Anordnung, durch die sie durchziehenden Rindenstrahlen (Fortsetzung der Markstrahlen), welche meistens sichtbar sind und zum Theil aus Zellen mit verdickten Wandungen bestehen, und durch die mehr langgestreckten Zellen. Zuweilen haben alle Zellen wenig verdickte Wandungen; zuweilen sind die einen sehr dickwandig. Das Gewebe, welches die besondern Holzringe von einander und vom allgemeinen Ringe trennt, ist zuweilen von zwei Streifen dickwandiger Parenchymzellen durchzogen (VI, 17).

Die Resultate dieses Kapitels sind kurz zusammengefasst folgende:

1. In dem Sapindaceenstengel ohne besondere Holzringe erfolgt die Gewebebildung wie in den gewöhnlichen Dicotyledonenstengeln. Anfänglich ist die Zelltheilung auf dem ganzen Querschnitt thätig; das Aufhören derselben beginnt im Centrum und schreitet ringsum nach aussen, wodurch das Mark angelegt wird. Gleichzeitig beginnt das Aufhören der tangentialen Theilungen an der Peripherie und setzt sich nach innen fort, wodurch die Epidermis und dann die Protenrinde angelegt wird.

2. Eine lebhaftere Zelltheilung in einer mittleren Zone erzeugt den Cambiumring, von welchem je die innersten Zellen in Dauergewebe übergehen, um die ungeordnete Markscheide und das gereifte Holz zu bilden, und von welchem je die äussersten aufhören sich tangential zu theilen, um die ungeordnete Rindenscheide und die gereifte innere Epenrinde darzustellen. Einige Abweichungen von dieser sonst streng centrifugalen und centripetalen Bewegung treten in der Markscheide und in der Rindenscheide auf. In jener werden die Gefässe zuerst angelegt und zu einer Zeit, in welcher auch die mehr central gelegenen Partien des Cambiumringes noch in Zelltheilung begriffen sind. Die

Zellen, welche zunächst neben den Gefässgruppen, namentlich auf der inneren Seite derselben sich befinden, theilen sich noch einige Zeit, wenn die Vermehrung der nämlichen und auch der äussern Kreiszone aufgehört hat, und bilden die kleinmaschigen Cambiformstränge. Die äussere Zone der Rindenscheide wird von dem Bastring gebildet, in welchem ebenfalls die Zelltheilung etwas länger andauert als in der innern Zone.

3. Das Wachstum ist nur in dem allerfrühesten Zustande auf den verschiedenen Radien des Querschnittes gleich. Bald überwiegt das Dickenwachstum in einzelnen Richtungen, welche sich schon zu der Zeit, in welcher das Mark und die Protenrinde angelegt werden, zu vorspringenden Ecken ausbilden. Während die Markscheide und die Rindenscheide aus dem Cambiumring heraustreten, beginnt eine sehr lebhaft tangential Zunahme in den zwischen den Ecken befindlichen Einkerbungen, welche dadurch zu den Stengelseiten sich ausdehnen. Wegen dieses localen überwiegenden tangentialen Wachstums werden die radialen Reihen des Holzes an den Stengelseiten später sichtbar als an den Kanten.

4. Bei den Sapindaceen mit abnormalem Bau ist auf dem Radius, wo sich später ein besonderer Holzring ausserhalb des allgemeinen befindet, nach Anlegung des Markes und der Protenrinde der Cambiumring verdickt. Von demselben trennt sich durch Zwischenlagerung von Dauergewebe zuerst eine äussere Lamelle ab; nachher zerfällt auch seine innere Partie auf gleiche Art in zwei Lamellen. Von diesen drei Cambiumlamellen, von denen die beiden äussern den besondern Ring darstellen, zeigt zuerst die äussere, dann die mittlere, zuletzt die innere eine Zeitlang die lebhafteste Zelltheilung.

5. Die besondern Cambiumringe bilden, wie der allgemeine, an dem ganzen, mit Rücksicht auf ihr eigenes Centrum äussern Umfange zuerst Rindenscheide, dann innere Epenrinde, an ihrem innern Umfange Epenmark (oder Markscheide), dann Holz. Der Bast wird zu der Zeit angelegt, wo sich die Cambiumlamellen noch nicht getrennt haben, und bildet daher einen einfachen Ring, der die besondern und den allgemeinen Holzring einschliesst. Markscheide oder Epenmark und Rindenscheide bestehen sowohl im allgemeinen als in den besondern Ringen von Anfang an aus ungeordnetem Gewebe, da sie durch das Wachstum des Markes eine beträchtliche Ausdehnung erfahren. Das Holz, dem die Ausdehnung mangelt, ist überall radial-gereiht, und in der innern Epenrinde, welche bei den besondern und dem allgemeinen Ring die nämliche geringe Ausdehnung erleidet, sind die Reihen anfänglich immer angedeutet.

4. Längsverlauf der Gefässstränge und der Holzringe im Allgemeinen.

Die Blätter sind in der Regel schraubenständig. In der Terminalknospe zeigen die Blattanlagen der untersuchten Arten eine Divergenz von 135 bis 137°. Von hier an bis dahin, wo die Stengelkanten ausgebildet sind, ändert sich die Divergenz in der Regel. In mehreren Fällen ist es eine Verminderung auf 130 und selbst auf 120°. In andern Fällen kann es auch eine Vergrösserung bis auf

144° sein. Da die Stengelkanten da, wo sie an den noch verkürzten Internodien vollkommen deutlich geworden sind, eine senkrechte Richtung zeigen, so lässt sich aus ihrem Verlaufe mit ziemlicher Genauigkeit die Stellung der Blätter in diesem Stadium ermitteln; — und da die so gefundene Divergenz von derjenigen der Terminalknospe abweicht, so hat an dem Stengel von dem Knospenzustande an, wo die Blätter angelegt wurden, bis dorthin, wo die Kanten ausgebildet sind, eine Drehung stattgefunden; und zwar antidrom zur Blattspirale, wenn eine Verminderung der Divergenz, — homodrom, wenn eine Vergrößerung derselben erfolgt. — An ältern Stengeltheilen haben die Kanten und Furchen sehr oft keine verticale Richtung mehr, sondern zeigen einen spiraligen Verlauf. Es hat also abermals eine Drehung stattgefunden; und diese kann entweder in dem gleichen Sinne wirken wie die erstere, oder sie kann ihr entgegengesetzt sein.

Wir haben demnach an dem Stengel der Sapindaceen, wie an so vielen andern Pflanzen eine doppelte Drehung zu unterscheiden. Die Internodien drehen sich von dem ersten Sichtbarwerden an bis zu dem Stadium, wo sich die Kanten und Furchen ausgebildet haben, was man aus der Stellung der Blätter erkennt. Später drehen sie sich noch einmal in gleicher oder in entgegengesetzter Richtung, was aus dem Verlauf der Kanten ersichtlich ist. Die erste Drehung ist nicht mit Rücksicht auf räumliche Richtung, dagegen immer mit Rücksicht auf die Blattspirale constant, indem sie bei den einen Arten und Gattungen mit ihr homodrom, bei den andern antidrom wirkt. Die zweite Drehung dagegen zeigt sich indifferent bezüglich der Blattspirale, dagegen häufig constant bezüglich der räumlichen Richtung; bei den einen Arten ist sie vorwiegend oder ausschliesslich links, bei den andern rechts.

In dem Winkel eines Blattes befinden sich eine Ranke und ein beblätterter Zweig, jene meistens auf der kathodischen, dieser auf der anodischen Seite; doch ist diese Lage durchaus nicht constant. Die Ranke entwickelt sich rascher als der Laubzweig; in den nicht schlingenden Stengeln abortirt sie. Aus dem Blatte treten 3 Stränge in den Stengel ein (z. B. II, 1, a, b, c), deren Spurweite am entwickelten Stengel im eigenen Internodium 120—131°, zuweilen auch noch weniger beträgt. Aus den Axillargebilden kommen mehrere Stränge (II, 1, v, x), von denen die eine Hälfte auf die rechte, die andere auf die linke Seite vom Medianstrange sich begibt. Jede dieser beiden Stranggruppen kann entweder schon im Knoten, oder nachdem sie vorher durch einen Theil des Internodiums nebenläufig gegangen ist, zu einem einzigen Strang verschmelzen. Wir haben somit nun 5 Stränge, die den seitlichen Organen eines Knotens entsprechen, 3 Foliar- und 2 Axillarstränge.

Der Medianstrang setzt sich meistens an denjenigen der 3. untern Blattspur an (z. B. II, 2, 9 a an 6 a, 10 a an 7 a etc.). Die Vereinigung geschieht zwischen dem 4. und 7. untern Knoten, meistens im 5. oder 6. Knoten. — Dieses Verhalten ist für manche Sapindaceen typisch, obgleich es nicht immer statt hat. Dadurch entstehen in jedem Spross 3 Medianstrangsympodien, von denen sich auf der kathodischen Seite die in die Blattmitte eintretenden Stränge abzweigen. In den 3kantigen Stengeln, wo die Blattstellung im entwickelten Zustande, nach der

äussern Blattspur gemessen, $\frac{1}{3}$ beträgt, haben die Sympodien einen verticalen Verlauf, in den 5 und 6kantigen Stengeln mit grösserer Divergenz dagegen einen schiefen, mit der Blattspirale homodromen Verlauf.

Wenn die Medianstränge 3 Sympodien darstellen, so bildet das freie Ende eines jeden Stranges mit dem ihm angehörigen Stück des Sympodiums einen stumpfen Winkel. Würde der Verlauf der Sympodien als senkrecht angenommen, so betrüge die Blattdivergenz genau 120° . Würden dagegen die freien Enden der Medianstränge (die Abzweigungen der Sympodien) als vertical betrachtet, so wäre die Divergenz etwas grösser. In diesem Falle, so wie in allen andern, wo die Medianstränge keine Sympodien bilden, würde (ihr verticaler Verlauf durch je die 3 obersten Internodien vorausgesetzt) die Blattdivergenz zwischen 124 und 134° schwanken.

Von einem senkrechten Verlauf der Medianstränge kann aber bei den Sapindaceen ebenso wenig die Rede sein, als bei den übrigen Dicotyledonen; derselbe ist nicht einmal gerade. Abgesehen davon dass, wie vorhin erwähnt, die zu Sympodien verketteten Stränge knieartig gebogen sind, biegen sie sich auch hin und her; so dass die Abstände zwischen den Mediansträngen zweier successiver Blattspuren in ihrem Verlauf nach unten stetig ab- und zunehmen. — Mit der Stellung der Blattanlagen (in der Terminalknospe) stimmt die Anordnung der Medianstränge (man mag einen kürzeren oder längeren Abschnitt derselben berücksichtigen) nie in der Art überein, dass der Abstand dort und hier der nämliche wäre. Die Divergenz der innern Blattspur ist um 3 bis 15° geringer als diejenige, in welcher die jüngsten Blattanlagen sichtbar werden. Mit andern Worten, wenn durch die Anlageblattstellung die senkrechte Richtung in einem Spross bestimmt wird, so weicht die innere Blattspur von der Verticalen je auf die Länge eines Internodiums kathodisch um $3-15^\circ$ ab. Die Medianstränge haben also, im Vergleich zur Anlageblattstellung, immer einen schiefen, und zwar mit der Blattspirale homodromen Verlauf.

Ebensowenig stimmt, wenige Ausnahmen abgerechnet, die innere Blattspur mit der äusseren überein. Gewöhnlich weicht sie, auf ihrem Verlaufe von oben nach unten, kathodisch von derselben ab. Da die Medianstränge meistens innerhalb der Stengelkanten liegen, so wird der eben angeführte Widerspruch nur dadurch möglich, dass die Stränge aus einer Kante in die andere übertreten. In der That beobachtet man diess nicht selten an den Knoten. Ein Medianstrang verlässt die Stengelkante, in welcher er z. B. durch 3 Internodien herabgestiegen ist, und begibt sich in die kathodischer Seite zunächstliegende, um in dieser wieder eine Strecke weit abwärts zu gehen.

Der Verlauf der seitlichen Blattspurstränge hängt von der Divergenz der Blätter am entwickelten Zweig und von der Weite der Blattspur ab. Meistens verschmilzt der kathodische Foliarstrang schon am nächst untern Knoten mit dessen anodischem Foliarstrang (II, 1, 2, b mit c). Zuweilen indessen erreicht er ihn nicht, sondern läuft hervwärts von demselben (auf der anodischen Seite) herunter (VIII, z neben r, p neben h etc.). — Der anodische Foliarstrang tritt gewöhnlich am 2. untern Knoten zwischen dessen Blattspur ein, und zwar zwischen

den kathodisch-lateralen und den medianen Blattstrang (I, 1, p zwischen h und g etc.; II, 2, c zwischen b und a), und verbindet sich mit dem dortigen kathodischen Axillarstrang (II, 1). Er kann auch mit dem 2. untern kathodischen Foliarsrang verschmelzen oder kathodischer Seits neben demselben hinabsteigen. — Die Axillarstränge begleiten den Medianstrang rechts und links auf einer längeren oder kürzeren Strecke, und setzen sich zuletzt meistens an denselben an (II, 1, v, x).

Die 3strängige Blattspur ist also mit der 1. untern vereint und mit der 2. verschränkläufig, oder mit der 1. und 2. vereintläufig, oder erst mit der 3. verschränkt.

Das bisher Gesagte bezieht sich auf den Verlauf der Spurstränge, wie derselbe in seiner Projection auf eine Cylinderoberfläche erscheint. Betrachten wir ferner ihre absteigende Richtung auf einer radialen Ebene, so sind die Stränge eines Stengeldurchschnittes nie gleichweit vom Centrum entfernt, auch wenn sie sich alle in dem allgemeinen Cambiumring befinden (IV, 5; V, 10); und dem entsprechend bleibt, wenn der nämliche Strang in seinem Verlaufe von oben nach unten verfolgt wird, auch sein Abstand vom Mittelpunkt nicht der gleiche. Die Stränge haben also nicht eine radialsenkrechte, sondern radialschiefe Richtung und zwar geht dieselbe ganz allgemein von oben und aussen nach unten und innen. Am wenigsten deutlich ist diese Erscheinung in den Stengeln, denen die besondern Holzringe mangeln. Doch sehen wir auch hier, dass der Cambiumring des noch unverholzten Zweiges oder die innere Fläche des Holzrings älterer Zweige mehr oder weniger merkliche Ausfaltungen bildet, dass diese Ausfaltungen da, wo sie den aus dem Blatte eintretenden Strang aufnehmen, am stärksten sind, nach unten allmählich schwächer werden und zuletzt sich verlieren. — Am deutlichsten ist der radialschiefe Verlauf in den Stengeln mit besondern Holzringen. Hier können 3 verschiedene Abstände vom Stengelcentrum unterschieden werden: die äussere Seite eines besondern Ringes, dessen innere Seite und der allgemeine Holzring. Die in den Stengel eintretenden Blattspurstränge befinden sich meistens jeder einzelne zuerst eine Strecke weit an der äussern Seite eines besondern Ringes, dann eine Strecke weit an der innern Seite eines solchen, und endlich treten sie in den allgemeinen Ring ein. — Die beiden Axillarstränge dringen von Anfang an tiefer in den Stengel ein; sie liegen zuerst an der innern Seite eines besondern Holzrings und weiter unten im allgemeinen Ring.

Die besondern Holzringe ausserhalb des allgemeinen entstehen, wie ich früher ausgeführt habe, immer da, wo die Gefässstränge sehr ungleich weit vom Centrum abstehen, und namentlich dann, wenn sie in radialer Richtung genau hinter einander zu liegen kommen. Desswegen zeigen diejenigen Kanten eines Internodiums, welche den seitlichen Blattsträngen der eigenen Spur entsprechen, die meiste Neigung zu jener abnormalen Bildung; denn diese Stränge haben unmittelbar nach ihrem Eintritt in den Stengel die am meisten excentrische Lage. Ein solcher besonderer Holzring kann schon nach einem Internodium sich wieder mit dem allgemeinen vereinigen: er kann auch so weit hinabsteigen bis er wie-

der auf einen in den Stengel eintretenden seitlichen Blattstrang trifft, welcher seine weitere Fortsetzung nach unten vermittelt.

Die Medianstränge sind viel weniger geeignet, besondere Holzringe zu bilden, denn ihr Abstand vom Stengelcentrum ist zuweilen merklich geringer, und wenn er gleich gross ist, so liegen die innern Stränge (Axillarstränge) rechts und links (nicht auf dem gleichen Radius). Die Axillarstränge haben einen tangentielschiefen Verlauf und convergiren nach unten; wenn sie in radialer Richtung nur wenig von dem Medianstrang, den sie zwischen sich fassen, abstehen, so legen sie sich an denselben an. Ist aber der Abstand grösser, so legen sie sich an einander an und kommen so genau innerhalb des eigenen Medianstranges zu liegen. Hier bildet sich nun ein besonderer Holzring, obgleich möglicher Weise die Stränge, wegen ihres radialschiefen Verlaufes, weniger weit vom Stengelcentrum entfernt sind als weiter oben. Der Medianstrang zeigt daher oft die merkwürdige Erscheinung, dass er nach seinem Eintritt in den Stengel zuerst durch $\frac{1}{2}$ bis 2 Internodien in einer Ausfaltung des allgemeinen Holzringes und von da an abwärts in einem besondern Ringe hinabsteigt. Er kann auch von dem Punkte an, wo er aus dem Blatt in den Stengel eintritt, einen besondern Holzring bilden, was namentlich dann statt hat, wenn er weiter vom Mittelpunkt abliegt als die lateralen Foliarstränge.

Für den Spurstrangverlauf besteht also die Verschiedenheit zwischen Stengeln, die bloss einen allgemeinen Holzring, und solchen, die ausserdem besondere Holzringe besitzen, vorzüglich darin, dass zwei Stränge, die dort vereintläufig sind, hier getrenntläufig hinter einander liegen, der eine an der äussern, der andere an der innern Seite eines besondern Ringes, oder der eine an der innern Seite des besondern, der andere im allgemeinen Holzring.

Die aufeinander folgenden Blattspuren eines Zweiges stimmen öfter rücksichtlich der Bildung von besondern Holzringen nicht mit einander überein. Man findet daher Zweige, deren successive Internodien ungleich viele besondere Holzringe zeigen, auch solche, wo die einen Internodien diese Bildung haben, die andern nicht. Auch die beiden lateralen Foliarstränge der gleichen Spur können sich ungleich verhalten, so dass der eine einen besondern Holzring, der andere nur eine Ausfaltung des allgemeinen erzeugt.

Diese verschiedenen Verhältnisse bewirken eine grosse Mannigfaltigkeit im Bau des Sapindaceenstengels. Es giebt schlingende Pflanzen, deren Zweige bloss einen allgemeinen Holzring besitzen, — Zweige, die streckenweise einen einzigen, einem lateralen Foliarstrang entsprechenden, besondern Ring zeigen, — solche, die in ihrer ganzen Länge bald keinen, bald 1 oder 2 besondere Ringe enthalten, oder an denen Internodien mit 1 und mit 2 solchen Ringen, die ebenfalls seitlichen Blattsträngen angehören, mit einander abwechseln, — Zweige, die ihrer ganzen Länge nach 3 besondere Holzringe, durch die seitlichen Foliarstränge gebildet, besitzen, — endlich solche mit 4 und mehr besondern Ringen, deren Zahl in den successiven Internodien wechselt, und die sowohl durch die lateralen als die Medianstränge gebildet werden.

Wenn ein besonderer Holzring nach oben oder nach unten endigt, so ver-

einigt er sich immer mit dem allgemeinen Holzring, setzt sich dabei aber zuweilen noch eine Strecke weit als Ausfaltung desselben fort. Ueberdem öffnen sich die besondern Ringe auch noch an manchen Knoten, die sie berühren, in den allgemeinen. Wenn diess geschieht, so können sie daselbst auch mit benachbarten besondern Holzringen sich vereinigen, so dass zwei obere sich in einen untern, oder zwei untere sich in einen obern fortsetzen. Treten diese Vereinigungen häufig ein, so können die besondern Holzringe eines Zweiges ein Netz mit langgezogenen schmalen Maschen darstellen.

Der Längsverlauf der besondern Holzringe lässt sich wohl am natürlichsten und am anschaulichsten darstellen, wenn man sie, wie ich es bisher gethan habe, als von den an ihrer äussern Seite herabsteigenden Spursträngen erzeugt betrachtet. Ein Foliarstrang bildet nach seinem Eintritt in den Stengel mit andern Strängen höherer Blattspuren einen besondern Ring, welcher unverändert an einem oder an zwei Knoten vorbei nach unten geht, bis er in die Nähe eines in den Stengel eintretenden Blattstranges kommt. Er öffnet sich nun nicht bloss nach aussen um diesen Strang aufzunehmen, sondern in der Regel auch nach innen und vereinigt sich mit dem allgemeinen Holzring. Diese Vereinigung, die in Form einer Ausfaltung des letztern auftritt, beschränkt sich aber auf eine kurze Strecke im Knoten selber; unterhalb desselben schliesst sich die Ausfaltung wieder zu einem besondern Ring. An dieser Stelle hat der besondere Ring einen neuen Strang von aussen erhalten; zugleich sind gewöhnlich ein oder zwei Stränge von der äussern auf die innere Seite übergetreten, und ein oder zwei Stränge, die weiter oben an der innern Seite des besondern Ringes sich befanden, sind in dem allgemeinen Ring zurückgeblieben.

Auf diese Weise kann sich ein besonderer Holzring bilden, welcher längs des ganzen Zweiges oder Stengels verläuft, und in regelmässigen Intervallen sich in den allgemeinen Ring öffnet und daselbst seine Stränge wechselt.

Zuweilen treffen zwei von oben kommende besondere Holzringe auf einen in den Stengel eintretenden Blattstrang. Sie verschmelzen beide mit dem allgemeinen Ring, und reconstruiren sich unterhalb wieder als zwei besondere Ringe; oder ihre Stränge vereinigen sich, nachdem sie einen Theil abgegeben und den eintretenden Foliarstrang aufgenommen haben, zu einem einzigen besonderen Ring, so dass dieser als die Fortsetzung von zwei oberen erscheint. — Zuweilen theilen sich die Stränge eines oberen Ringes sammt dem neu hinzugekommenen in zwei Parteien, und bilden unterhalb des Knotens zwei besondere Ringe, welche die Fortsetzung eines einzigen obern darstellen.

Da an einem Knoten 3 Foliarstränge eintreten, so können daselbst unter Umständen 2, 3 und 4 besondere Ringe mit dem allgemeinen sich vereinigen und unterhalb wieder sich in gleicher oder ungleicher Zahl fortsetzen. Dabei gruppiren sich oft die Stränge anders zusammen; der eine oder andere tritt aus einem besonderen Ring in den andern über; die Stränge eines von oben kommenden und nicht nach unten sich fortsetzenden besonderen Ringes vertheilen sich an die beiden benachbarten Ringe, oder 2 von oben kommende besondere

Ringe geben Stränge ab, um unter dem Knoten einen neuen Ring zwischen sich zu bilden.

Bei den Dicotyledonen entwickeln sich gewöhnlich die Spurstränge von oben nach unten, indem die ersten Gefässe an der Blattbasis sichtbar werden und die jüngsten Stränge nach unten blind endigen (ehe sie diejenigen erreicht haben, an welche sie sich anlegen sollen). Diess hat indess nicht überall statt, und es machen z. B. die Begoniaceen eine entschiedene Ausnahme, bei denen die Spurstränge von unten nach oben sich verlängern, um bei der Blattbasis angelangt in dieselbe auszubiegen. Die Sapindaceen verhalten sich wie die Mehrzahl der Dicotyledonen. Wenn die Anordnung der Spurstränge auf successiven Querschnitten durch die Stammspitze verfolgt wird, so beobachtet man häufig, dass dieselben nach unten hin schwächer werden, und an einzelnen sieht man, dass sie oben 2 oder 3 nebeneinander liegende Gefässe, weiter abwärts nur 1 Gefäss enthalten, und noch tiefer bloss aus einem Cambiumstrang bestehen. Entsprechend dieser Thatsache ist es eine allgemeine Erscheinung, dass die Zahl der Spiralgefässe in einem Spurstrang von oben nach unten hin an Zahl abnimmt, und dass ebenso das dieselben begleitende Cambiformbündel kleiner wird. In einzelnen Fällen wurde selbst beobachtet, dass ein lateraler Foliarstrang im 3., 4. oder 5. untern Internodium seine Spiralgefässe und sein Cambiformbündel gänzlich verloren hatte und bloss noch aus 1—2 porösen Gefässen bestand.

Rücksichtlich des Wachsthumms der Gefässstränge mache ich noch auf eine Erscheinung aufmerksam, welche bis jetzt, so viel mir bekannt ist, noch keine Berücksichtigung erfahren hat. Es ist die Drehung derselben um ihre Axe, so dass z. B. das Cambium hier westlich von den Spiralgefässen, etwas weiter nördlich und noch weiter östlich von denselben liegt. Diese Drehung scheint normal beim Eintritt der Stränge aus dem Blatt in den Stengel überall da vorzukommen, wo dieselben im Blattstiel in einen Kreis gestellt sind. Diejenigen, welche im Blattstiel auf der dem Stengel zugekehrten Seite liegen, haben ihre Spiralgefässe auf der demselben abgekehrten Seite; nach dem Eintritt in den Stengel aber haben sie die umgekehrte Lage, was sie durch eine Axendrehung von 180° , die nach bestimmten Regeln ausgeführt wird, erreichen.

Bei den Sapindaceen aber findet eine solche Drehung mit der Lageveränderung in den Holzringen statt. Die Blattspurstränge liegen anfänglich an der äusseren Seite eines besonderen Ringes und haben hier ihre Spiralgefässe auf der innern (dem Mittelpunkt des Stengels zugekehrten) Seite. Dann treten sie an die innere Seite des besonderen Holzrings, wo ihre Spiralgefässe auf der äussern Seite liegen; sie machen während dieser Wanderung eine halbe Axendrehung, und bleiben zuweilen eine Strecke weit in einer mittleren Stellung, wobei ihre Queraxe mit der Stengeloberfläche parallel ist. Endlich begeben sie sich von der innern Seite des besondern Holzringes in den allgemeinen Ring, wo sie wieder ihre Spiralgefässe auf der innern Seite haben; sie machen also zu diesem Behuf noch einmal eine halbe Axendrehung. Diese letztere Drehung kann der erstern entgegen gesetzt sein, oder sie kann mit ihr übereinstimmen; im letztern Falle

hat der Gefässtrang von der äussern Seite des besondern Ringes bis zur Ankunft in den allgemeinen eine ganze Drehung von 360° ausgeführt.

Die Resultate dieses Kapitels lassen sich folgendermassen zusammenfassen :

1) Die Blattspirale hat bei allen Sapindaceen in dem Momente, in welchem die Blätter angelegt werden, eine constante Divergenz von nahezu 137° . Wenn sich später die Stengelkanten ausgebildet haben, und nach denselben der Abstand der Insertionen gemessen wird, so variirt er bei den verschiedenen Arten von 120° bis zu 144° .

2) An jedem Knoten treten 3 Foliarstränge und 2 Axillarstränge in den Stengel ein. Sie zeigen im Allgemeinen einen tangentialschiefen Verlauf, der von dem der Stengelkanten mehr oder weniger abweicht. Die Medianstränge haben die Neigung in 3 Sympodien sich zu vereinigen.

3) Die Spurstränge haben ferner einen radialschiefen Verlauf, indem sie von der Stelle, wo sie aus dem Blatte und dessen Axillargebilden in den Stengel eingetreten sind, bis da, wo sie sich an den Strang eines tiefern Knotens ansetzen, sich mehr und mehr von der Stengeloberfläche entfernen. Demgemäss liegt ein Strang häufig in einer oben stärker nach aussen vorspringenden, abwärts sich verlierenden Ausfaltung des allgemeinen Holzringes; manchmal auch befindet er sich oben an der äussern, unten an der innern Seite eines besondern Ringes und noch weiter abwärts im allgemeinen Ring.

4) Der Längsverlauf der besondern Holzringe sowie der Falten des allgemeinen Ringes und der Uebergang der einen in die andern wird durch den Längsverlauf der Gefässtränge bedingt. In der Regel bleibt ein besonderer Ring, den man nach oben oder unten verfolgt, intact und unverändert, bis er eine Blattinsertion antrifft. Dort öffnet er sich in den allgemeinen Ring, wobei die Stränge ihre gegenseitige Lage wechseln, und er setzt sich jenseits des Knotens als besonderer Ring oder als Falte fort.

5) Die Blattspurstränge der Sapindaceen werden, wie diejenigen der meisten Dicotyledonen, von oben nach unten ausgebildet, woraus folgt, dass die abrollbaren Gefässe in einem Strang abwärts sich vermindern und manchmal auch ganz aufhören.

6) Der Umstand, dass der nämliche Gefässtrang während seines Verlaufes die Stellung in dem besondern und dem allgemeinen Ring verändert, hat zur Folge, dass auch seine Theile eine andere gegenseitige Lage annehmen, und dass die abrollbaren Gefässe bald auf der innern, bald auf der äussern, bald auf der rechten oder linken Seite liegen. Diese Drehung des Stranges um seine eigene Axe erfolgt nach constanten Regeln.

5. Anordnung der Gefässstränge und Bildung der Holzringe bei einzelnen Arten.

Cardiospermum inflatum Arab.

(Taf. I.)

Laubtriebe (Schlingpflanze im bot. Garten zu München). Die Stengel haben 6 vorspringende Kanten. Nach dem Verlaufe derselben scheint die Divergenz auf den ersten Blick $\frac{1}{3}$ zu sein. Bei genauerer Untersuchung findet man aber, dass die Kanten nicht gleich stark entwickelt und nicht gleich weit abstehend sind, und dass desswegen manche Internodien ebensowohl als 5 kantig bezeichnet werden könnten. Ferner setzen sich nicht alle Kanten von einem Internodium auf das nächstfolgende fort; mitten auf ein Blatt und somit auf die von demselben herabsteigende Medianrippe trifft nämlich nicht eine Rippe des oberen Internodiums, sondern eine Furche desselben, welche von einem Paar von Rippen eingefasst ist. Die eine der letztern und zwar die kathodische ist die Medianrippe des drittoberen Blattes. Darnach lässt sich die Divergenz der Blattspirale am entwickelten Stengel, der senkrechte Verlauf der Kanten vorausgesetzt, ziemlich genau bestimmen, indem man die Messungen der Abstände zwischen den verschiedenen Kanten auf Querschnitten zu Hilfe nimmt. Wenn n den Abstand jenes Kantenpaares über einer Blattinsertion bezeichnet, so ist die Divergenz in Graden $= \frac{360 + \frac{1}{2}n}{3}$, was 129° bis 130° gibt.

In der Terminalknospe ist die Divergenz der Blätter grösser. In einem Fall betrug sie, als Mittel der 9 obersten Insertionen berechnet, 136° . Es findet daher von diesem Zustande bis dahin, wo die Stengelkanten ausgebildet sind, eine Drehung statt, welche für jedes Internodium $6-7^\circ$ beträgt.

In jedes Blatt treten aus dem Stengel 3 Stränge ein, (Fig. 1, abc, def, ghi, klm, nop, qrs, tuv, xyz, $\alpha\beta\gamma$), von denen der mittlere zuerst entsteht. Man trifft daher zuweilen in dem zweitobersten gefässführenden Internodium der Stengelspitze 4 Stränge, 3 für das eigene und 1 (medianen) für das nächstobere Blatt (Fig. 1, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$).

Der Medianstrang der Blattspur (Fig. 1, a, d, g, k, n, q, t, x, α, δ) steigt durch 5 Stengelinternodien hinab, und vereinigt sich am 5. untern Knoten mit dem Medianstrang des 3. untern Blattes (Fig. 1, q mit g, t mit k, x mit n, α mit q, δ mit t). Von dem 3. Knoten an begleitet er den letztern in geringer Entfernung (z. B. q neben g), und die Vereinigung mit demselben kann schon ziemlich über dem 5. Knoten, sie kann aber auch erst tiefer erfolgen.

Diese Vereinigungen der Medianstränge beweisen ihren schiefen Verlauf. Wenn wir uns dieselben allein vorhanden und die Lateralstränge wegdenken, so haben wir in dem Stengel von *Cardiospermum* 3 sympodiale Bündel mit einseitiger (auf der kathodischen Seite befindlicher) Abzweigung der in die Blätter eintretenden Bündel. Wenn wir annehmen dürften, diese 3 sympodialen Stränge hätten eine verticale Richtung, so betrüge die Divergenz zweier auf einander folgender

Blätter genau 120° . Würde dagegen der Verlauf jedes Medianstranges durch die 3 ersten Internodien (von seinem Eintritte in den Stengel gezählt) als senkrecht vorausgesetzt, so wäre die Divergenz der Blattspirale $124\frac{2}{3}^\circ$ — 125° . Der Verlauf der Medianstränge weicht in den 3 ersten Internodien (nach ihrem Eintritt in den Stengel) von der Knospenblattstellung um 11 — $11\frac{2}{3}^\circ$ für jedes Internodium und in den Sympodien um 16° für jedes Internodium ab; diese Abweichungen finden nach der kathodischen Seite statt. — Wird die äussere Blattspur des entwickelten Stengels als senkrecht angenommen, so zeigt der Verlauf der Medianstränge je in den 3 ersten Internodien für jedes Internodium eine Differenz von durchschnittlich 5° von der Verticalen; die ganzen Sympodien aber divergiren um 9 — 10° per Internodium.

Ausser der schiefen Richtung haben die Stränge und ihre Sympodien auf der tangentialen Ebene auch einen krummlinigen Verlauf. Die Nothwendigkeit davon ergibt sich schon aus dem Umstande, dass ein n . Strang sich am $n-5$. Knoten an den $n-3$. Strang ansetzt. Er lässt sich aber auch durch Messungen direkt nachweisen. Der krummlinige Verlauf der Medianstränge und ihrer Sympodien ist schlangenförmig, indem sie je zwei Internodien lang nach rechts, zwei folgende nach links ausbiegen. Die Ausbiegung in den zwei ersten Internodien (nach dem Eintritt in den Stengel) ist immer anodisch.

Für den Verlauf des Medianstranges gibt es von der angeführten Regel einige Ausnahmen. Die erste derselben, welche, wie es scheint, nicht selten eintritt, verhält sich folgender Massen. Der Medianstrang begleitet denjenigen des 3. untern Blattes durch 3 Internodien ohne sich anzusetzen, und verlässt ihn am 6. untern Knoten, um neben dem anodisch-lateralen Strang dieses letzteren hinzuziehen, und sich schliesslich (meist nach einem Internodium) mit ihm zu vereinigen. Zuweilen theilt sich der Medianstrang am 6. untern Knoten in zwei Schenkel, wobei das normale und das eben geschilderte Verhalten vereinigt werden. Auf diese Weise verhält sich Fig. 3, wo t , statt wie in Fig. 1 ganz mit k sich zu vereinigen, nur ein schwaches Bündel an k abgibt und sich mit seiner grössern Masse zu c wendet. — Eine zweite Ausnahme besteht darin, dass der Medianstrang, nachdem er, wie eben angegeben, sich zu dem anodisch-lateralen des 6. untern Blattes gewendet hat, denselben durch zwei Internodien begleitet, sich im 8. Knoten wieder von ihm entfernt, von da an neben dem kathodisch-lateralen des 8. untern Blattes hinzieht, und schliesslich sich mit demselben vereinigt. So verhält es sich mit α in Fig 2; dieser Strang entspricht α in Fig. 1; er hat sich über dem Knoten ghi , statt mit q zu verschmelzen, neben i begeben, und tritt am Knoten abc zu b . — Eine dritte Ausnahme im Verlaufe des Medianstranges kommt selten vor. Nachdem derselbe den 3. untern Medianen durch drei Internodien begleitet hat, wendet er sich von demselben ab und greift über den 6. untern anodisch-lateralen hinaus, so dass er zwischen demselben und dem 2. untern kathodisch-lateralen sich befindet. Er vereinigt sich wie bei der ersten Ausnahme mit dem 6. untern anodisch-lateralen; aber er tritt an denselben von der anodischen, statt von der kathodischen Seite heran (Fig. 2, t ; vgl. mit t in Fig. 1 und 3).

Diese Ausnahmen unterscheiden sich dadurch von der Regel, 1) dass die Medianstränge sich nicht aneinander, sondern an laterale ansetzen und somit keine Sympodien bilden; 2) dass die Abweichung der innern Blattspur von der äussern geringer ist. Beim ersten und dritten Ausnahmefall wäre nämlich bei vertikalem Verlauf der Medianstränge die Divergenz der Blattspirale $130\frac{1}{3}^{\circ}$ bis 131° , also nur um 1° grösser als die aus der äussern Blattspur berechnete Divergenz. Beim zweiten Ausnahmefall betrüge sie ungefähr 125° .

Der kathodische Lateralstrang (Fig. 1, b, e, h, l, o, r, u, y, β) geht durch sein Internodium, und setzt sich zuweilen schon am nächsten Knoten an dessen anodisch-lateralen an. Gewöhnlich aber läuft er erst durch ein Internodium neben demselben hin, und vereinigt sich mit ihm über dem zweiten Knoten (z. B. h mit f, l mit i, o mit m etc.)

Der anodische Lateralstrang (Fig. 1, c, f, i, m, p, s, v, z, γ) steigt durch 2 Internodien hinab, tritt am 2. untern Knoten an dessen Medianstrang heran, begleitet denselben durch 2 folgende Internodien, um über dem 4. Knoten mit ihm zu verschmelzen (p mit g, s mit k, v mit n, z mit q, γ mit t). Diese Vereinigung tritt zuweilen unter dem 4., andere Male erst über dem 5. Knoten ein.

Die Spurweite beträgt im eigenen Internodium durchschnittlich $128\frac{1}{5}^{\circ}$, im 1. untern $126\frac{7}{10}^{\circ}$, im 2. untern $142\frac{3}{5}^{\circ}$ und im 3. untern $141\frac{1}{5}^{\circ}$.

Die Internodien sind, wie bereits bemerkt, 6kantig mit etwas ungleichen Kanten (Fig. 4, 6, 7). Innerhalb jeder derselben liegt ein Strang oder eine Gruppe von 2—3 Strängen, unmittelbar unter einem Knoten auch von 4—5; sind deren 3 vorhanden, so ist der mittlere immer der stärkere. Diese Stränge sind für die entsprechenden Kanten aller Internodien constant dieselben. Beginnen wir mit der vom Rücken des eigenen Blattes herabsteigenden Kante und gehen von da anodisch herum, so finden wir:

A. unter der ersten oder Rückenante den eigenen Medianstrang (Fig. 4, a; 6, a; 7, d); derselbe ist kathodischer Seits von dem 2. obern anodisch-lateralen (4, i; 6, i, 7, m) und anodischer Seits von dem 3. obern medianen begleitet (4, k; 6, k; 7, n).

B. unter der 2. Kante den eigenen anodisch-lateralen Strang (Fig. 4, c; 6, c; 7, f), und anodischer Seits von demselben den 1. oberen kathodisch-lateralen (4, e; 6, e; 7, h). Letzterer kann auch mit dem ersteren verschmolzen sein. Zuweilen kommt kathodischer Seits der 6. obere Medianstrang hinzu (die früher erwähnte erste und zweite Ausnahme für den Verlauf der Medianstränge); sehr selten liegt derselbe anodischer Seits (die dritte Ausnahme; Fig. 4, t).

C. unter der dritten Kante den 1. obern Medianstrang (Fig. 4, d; 6, d; 7, g), welcher kathodischer Seits vom 3. obern anodisch-lateralen (4, m; 6, m; 7, p), und anodischer Seits vom 4. obern medianen (4, n; 6, n; 7, q) begleitet ist; die beiden erstern, oder auch alle drei, können miteinander vereinigt sein.

D. unter der 4. Kante den 1. obern anodisch-lateralen Strang allein (Fig. 4, f; 6, f; 7, i); selten ist derselbe auf der kathodischen Seite von einem kleinern Strang begleitet, der wohl immer der 7. obere mediane mit exceptionellem Ver-

lauf ist (6, x; 7, α); zuweilen befindet sich anodischer Seits der 2. obere kathodisch-laterale als gesonderter Strang.

E. unter der 5. Kante den 2. obern Medianen (Fig. 4, g; 6, g; 7, k); derselbe ist kathodischer Seits von dem 4. obern anodisch-lateralen, und anodischer Seits von dem 5. obern Medianen (7, t) begleitet. Häufig ist der eine oder andere dieser beiden Stränge oder auch alle zwei mit dem erstern verschmolzen.

F. unter der 6. Kante den eigenen kathodisch-lateralen Strang allein (Fig. 4, b; 6, b; 7, e). Selten befindet sich auf der anodischen Seite der 8. obere Medianstrang (bei ganz ausnahmsweisem Verlauf des letztern; Fig. 6, α ; vgl. Fig. 2).

Von den Axillargebilden steht die Ranke gewöhnlich auf der kathodischen, der Laubzweig auf der anodischen Seite; doch gibt es hievon einzelne Ausnahmen. An einem Aste fand ich z. B. regelmässig je in 2 Blattachsen die gewöhnliche und in der dritten die umgekehrte Stellung; so dass an 9 aufeinanderfolgenden Knoten die Ranke folgende Lage zeigte: k, k, a, k, k, a, k, k, a.

An der Basis der Ranke treten meist 6 Gefässstränge in den Stengel ein (Fig. 2, R), von denen bei der gewöhnlichen Stellung der Ranke 3 auf der kathodischen Seite des Medianstranges bleiben, sich mit einigen Strängen der Axillarknospe (Fig. 2, A) vereinigen, und sich schon oben im Stengelinternodium an den den Medianen begleitenden Strang ansetzen (nämlich an den anodisch-lateralen des 2. obern Blattes i in Fig. 2). Die 3 andern Rankenstränge begeben sich auf die anodische Seite des Medianstranges, verschmelzen hier zuerst mit den andern Strängen der Axillarknospe zu einem einzigen, und setzen sich dann ebenfalls schon oben im Stengelinternodium an den Strang an, welcher anodischer Seits neben dem Medianen liegt (an den 3. obern Medianen, k in Fig. 2). Ob immer von den 6 Rankensträngen 3 auf die anodische Seite hinübertreten, weiss ich nicht. Jedenfalls aber sammeln sich die Stränge der Ranke und des Laubzweiges ohne Ausnahme in 2 Axillarbündel, die rechts und links von dem Medianstrang liegen, und sich in der angegebenen Weise anlegen (Fig. 1, im Knoten a b c und d e f; Fig. 5, a x, a x; 7, a x).

Urvillea ferruginea Lindl. *)

(Taf. II, III.)

Laubtriebe im Weingeist. Die Stengel sind scharf-3kantig, nahe am Scheitel stumpfkantig (Fig. 5); die Blätter stehen abwechselnd auf den Flächen. Die Blattstellung hat daher im entwickelten Zustande eine Divergenz von genau $\frac{1}{3}$, oder 120° . — In der Terminalknospe steht das dritte Blatt jedoch nicht über dem Ausgangsblatt (vgl. Fig. 5, wo die auf einander folgenden Blattanlagen mit 12, 13, 14, 15 bezeichnet sind). Die Divergenz beträgt hier deutlich mehr als $\frac{1}{3}$ des Umfanges; sie wurde einmal als Mittel von 3 Abständen (zwischen den 4 obersten Blattanlagen) zu 135° berechnet, was der Stellung $\frac{3}{8}$ gleich wäre. Da

*) Unter diesem Namen aus dem Berliner und Pariser Garten erhalten. *Serjania guarruminea* Mart. aus dem Petersburger Garten ist die nämliche Pflanze.

indess das fernere Wachstum des Stengels die Divergenzen vermindert, so ist es sehr wohl möglich, dass dieser Process bereits begonnen hatte, und dass daher die Divergenzen früher noch grösser waren und den gewöhnlichen von 137° nahe kamen.

Die äussere Blattspur (in den Stengelkanten) weicht von der ursprünglichen Blattstellung in der Terminalknospe um 15° für jedes Internodium ab. Wenn man die Blätter in diese ursprüngliche Stellung versetzt, so haben die Kanten einen schiefen, mit der Blattspirale homodromen Verlauf. In Fig. 7 sind auf der flachgelegten Stengeloberfläche die Blattinsertionen (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) mit der Divergenz $\frac{3}{8}$ angeordnet; die Linien b, c, d zeigen den Verlauf der Kanten. — Nun sind aber die Kanten in einiger Entfernung von der Spitze vertical. Es hat also eine Drehung des Stengels, antidrom zur Blattspirale, stattgefunden, welche immer von einem Knoten bis zum folgenden 15° ausmacht. — Weiter abwärts (an den sich verlängernden Internodien) zeigen die Kanten oft eine schraubenförmige Drehung, die von der frühern unabhängig ist. Bei südwestlicher Blattspirale wurde südwestliche und südöstliche, bei südöstlicher Blattspirale ebenfalls südwestliche und südöstliche Drehung der Kanten beobachtet.

Von den 3 Blattspursträngen geht der mediane (Fig. 2, a, a, a) mitten an einer Seite des 3kantigen Stengels durch 5 ganze Internodien nach unten, und vereinigt sich dann im 5. untern mit dem Medianstrang des 3. untern Blattes (11 a mit 8 a, 10 a mit 7 a, 9 a mit 6 a etc.). Oben im 3. untern Internodium beträgt sein Abstand von dem dortigen Medianstrang $27-33^\circ$. Daraus ergibt sich, dass der Verlauf der innern Blattspur weder mit der Blattstellung in der Knospe noch mit der Blattstellung und der äussern Blattspur an dem entwickelten Stengel übereinstimmt. In der Knospe beträgt die Divergenz 135° , am entwickelten Stengel 120° ; die Divergenz, gemessen durch die Medianstränge an der erwähnten Stelle, wäre $\frac{360 + 27}{3} = 129^\circ$ oder $\frac{360 + 33}{3} = 131^\circ$. Der Medianstrang weicht also durch die 3 ersten Internodien auf jedes einzelne im Mittel berechnet, von der Blattstellung in der Knospe um 5° , von den Stengelkanten um 10° ab. Die schiefe Neigung der Medianstränge ist mit der Blattspirale und der äussern Blattspur homodrom; sie haben übrigens einen krummlinigen Verlauf, indem sie bis dahin, wo sie sich ansetzen, ein S bilden (Fig. 2).

Der kathodische Lateralstrang (Fig. 2, b, b, b) geht innerhalb einer Stengelkante durch ein Internodium und vereinigt sich im nächsten Knoten mit dessen anodischem Lateralstrang (11 b mit 10 c, 10 b mit 9 c etc.).

Der anodische Lateralstrang (Fig. 2, c, c, c) geht innerhalb einer andern Stengelkante durch 2 Internodien und spaltet sich im 2. Knoten in 2 Schenkel (n, o in Fig. 1 und 2). Der eine derselben (o) wendet sich, anodisch abbiegend, gegen die Mitte der Seite, an welcher das 2. untere Blatt steht, dessen Medianstrang er durch 2-3 Internodien begleitet und dann sich mit ihm vereinigt. Der andere (n) bleibt innerhalb der nämlichen Stengelkante, und vereinigt sich nach 3 Internodien mit dem homologen Schenkel des anodischen Lateralstranges vom 3. untern Blatt.

Die Blattspur, welche eine Seite des 3kantigen und gleichseitigen Stengels einnimmt (Fig. 5, a b c), hat durch die 2 nächsten Internodien eine Weite von ziemlich genau 120° . Weiter abwärts zeigt sie, wenn wir von dem äussern kleinern Schenkel des anodischen Lateralstranges absehen, und die Stränge im Uebrigen in ihrer Vereintlängigkeit mit andern verfolgen, abwechselnd etwelche Erweiterungen und Verengerungen, behält aber im Ganzen die nämliche Spurweite. Durch 6 Internodien haben die beiden Lateralstränge einen schiefen Verlauf; ihre Abweichung von den Stengelkanten beträgt auf diese ganze Länge 90° , was auf jedes Internodium im Mittel 15° ausmacht. Von da abwärts gehen sie mit den Stengelkanten parallel.

Im Winkel des Blattes steht ein rankenartiger Zweig und eine Laubknospe, jener auf der kathodischen, diese auf der anodischen Seite. In Fig. 4 sind die Blattbasis (t), die eine Stipula (u), die Ranke (v) und die Laubknospe (x) mit einander verwachsen. Aus der Ranke treten 4 (Fig. 1, v), aus der Knospe 3 Stränge (x) in den Stengel ein, und zwar zwischen den medianen und die lateralen Foliarstränge, näher dem erstern. Zwei Rankenstränge bleiben auf der Kathodalseite des Medianstranges; sie vereinigen sich etwas unter der Mitte des Internodiums mit dem anodischen Lateralstrang des 2. obern Blattes (o) und gegen den Grund des Internodiums mit dem Medianstrang. Die zwei andern Rankenstränge treten auf die Anodalseite des Medianstranges über, und treffen hier mit den 3 Knospensträngen (x) zusammen. Einer der letztern vereinigt sich sogleich mit einem der Rankenstränge, die beiden andern vereinigen sich bald darauf unter einander. Es bleiben somit 3 Stränge übrig, welche unter der Mitte des Internodiums erst unter einander und gegen die Basis desselben mit dem Medianstrang verschmelzen.

Beim Eintritt in die Blattbasis finden an den 3 Spursträngen wiederholte Theilungen und Anastomosen statt. Der Querschnitt durch den untersten Theil des Blattstieles zeigt 8 deutliche Stränge (Fig. 9 und 10); davon sind 6 durch Cambium in einen Ring vereinigt, nämlich ein medianer hinterer (k), 2 laterale hintere (je 1 rechts und links von dem medianen, l und m), ein medianer vorderer (p) und 2 laterale vordere (n und o). Ausserdem befinden sich auf der vordern Seite zwischen dem medianen und den beiden lateralen 2 ausserhalb des Cambiums in der Rinde liegende (extraannuläre) Stränge (q und r). Von den genannten ist p der stärkste, k, l und m etwas schwächer, n und o ziemlich klein, q und r noch kleiner. Diese 8 Stränge zeigen folgende Beziehungen zu den 3 Spursträngen, die aus dem Stengel kommen (Fig. 9, a b c). Der mediane Spurstrang (a) theilt sich in 3 Schenkel, von denen der mittlere unmittelbar zum medianen hintern Strang des Blattstieles (k) wird. Jeder der beiden lateralen Spurstränge theilt sich in 2 Schenkel (b in f und g, c in h und i), von denen der äussere in das Nebenblatt eintritt (f, h). Der innere Schenkel des lateralen Spurstranges (g, i) vereinigt sich mit dem zugekehrten lateralen Schenkel des medianen in eine Masse (g mit d, i mit e), welche sich sogleich wieder in 2 Aeste theilt. Der äussere (von der Medianlinie abgekehrte) Ast theilt sich sehr bald in 2 Stränge, einen lateralen hintern (l, m) und einen lateralen vordern (n, o).

Der innere Ast spaltet sich etwas später in 2 Stränge; der äussere derselben ist ein extraannulärer (q, r); der innere vereinigt sich mit dem innern der andern Seite und bildet den medianen vordern Strang (p). Ausserdem sind zuweilen neben dem medianen hintern Strang in der Blattstielbasis noch 2 kleine Bündel sichtbar (Fig. 10, s, t), deren Vereinigung nach unten nicht verfolgt wurde; wahrscheinlich setzen sie sich an l und m an.

Von allen diesen Strängen entsteht zuerst der mediane Spurstrang, welcher noch ohne Verzweigung in den Rückennerv des Blattstiels geht (Fig. 9, ak), dann die beiden lateralen Spurstränge, welche ebenfalls noch unverästelt in die Nebenblätter eintreten (bf, ch). Erst etwas später bilden sich die von dem medianen und den lateralen Spursträngen abzweigenden Schenkel (g, d, e, i), die sich miteinander verbinden und die übrigen Stränge des Blattstieles erzeugen. — Der Querschnitt durch das abwärts zweite gefässführende Stengelglied zeigt zuweilen 4 Gefässstränge, 3 für das eigene, und einen medianen für das erstobere Blatt. Zuweilen findet man in dem zweiten gefässführenden Stengelglied bloss 2 Medianstränge für das eigene und das nächstobere Blatt, und im dritten 5 Stränge, indem zu den beiden ebengenannten noch die 3 Spurstränge des nächstunteren Blattes hinzukommen (in Fig. 6 sind abc die 3 Stränge der eigenen Blattspur, f und l die medianen für das 1. und 2. obere Blatt.)

Die Spurstränge befinden sich nicht alle in dem allgemeinen Holzring; einzelne bleiben ausserhalb desselben, und bilden in den 3 Stengelkanten eben so viele besondere Holzringe (Fig. 5, cd, hi, bn; 12, hi). Die Rolle, die dabei die einzelnen Stränge spielen, ist sehr regelmässig und constant; in Fig. 1 und 2 sind die im allgemeinen Ring befindlichen Stränge ausgezogen, die an der äussern Seite der besondern Ringe punktirt, die an ihrer innern Seite liegenden gestrichelt. Die medianen (a in Fig. 1, 2, 4, 5) und die Axillarstränge (Fig. 1, v, x; 5, p, q) treten unmittelbar in den allgemeinen Ring ein, und bleiben in demselben. Die beiden lateralen Stränge dagegen (b und c in Fig. 1, 2, 4, 5) verlaufen ausserhalb. Der kathodische (b in Fig. 1 und 2) geht durch ein Internodium an der äussern Seite des entsprechenden besondern Holzringes, um im nächsten Knoten mit dem anodischlateralen dieses Knotens (c) zu verschmelzen. Der anodische (c in Fig. 1 und 2) steigt durch 2 Internodien an der äussern Seite des betreffenden besondern Holzringes hinab. Von den beiden Schenkeln, in die er sich im 2. untern Knoten theilt, tritt der anodische (o) in den allgemeinen Holzring ein, um sich weiter unten mit dem Medianen (a) des 2. untern Blattes zu vereinigen. Der kathodische Schenkel dagegen (n) begibt sich auf die innere Seite des besondern Holzringes, an welchem der ganze Strang oberhalb seiner Theilung die äussere Seite einnimmt. Er verbleibt in dieser Lage durch 2 Internodien und vereinigt sich dann mit dem gleichbedeutenden Schenkel des anodischen Seitenstrangs vom 3. untern Blatt.

Der besondere Holzring, der innerhalb jeder Stengelkante liegt, besteht also aus 2 Strängen (b und n, c und d, h und i in Fig. 1 und 5), einem äussern und einem innern. Der äussere ist in 2 Stengelecken ein lateraler des nächsten

(Fig. 5, b und c), in der dritten Ecke ein anodisch-lateraler des erstobern Blattes (Fig. 5, h; vgl. Fig. 1). Der innere dagegen ist immer der Schenkel eines anodisch-lateralen Stranges, und zwar in einer Stengelecke vom 2. obern (n in Fig. 5 und 1), in der zweiten vom 3. obern (d) und in der dritten vom 4. obern Blatt (i).

Zwischen je zwei besondern Holzringen, also an jeder Stengelseite, befindet sich eine Gruppe von Gefässträngen, welche nach der, durch die Blattstellung gegebenen Bedeutung der Stengelseite und nach der Entfernung des Querschnittes vom Knoten verschieden sich verhält. Dicht am Knoten ist die Seite, die dem nächsten Blatt entspricht, in ihrer ganzen Breite mit Strängen besetzt (Fig. 11, und Fig. 1 zwischen b und c); der mittlere davon zeichnet sich durch seine Grösse aus, es ist der mediane der eigenen Blattspur (a); rechts und links davon liegen die Axillarstränge (Fig. 11, p, q; Fig. 1, v, x); dann folgen einerseits der 3. obere mediane (Fig. 11, r; vgl. Fig. 1), anderseits ein Schenkel des 2. obern anodisch-lateralen Blattstranges (Fig. 11, o; Fig. 1, o). Tiefer im Internodium findet man die Axillarstränge meist in zwei Stränge vereinigt (Fig. 5, p, q); noch tiefer haben sich mit denselben die beiden benachbarten Stränge (Fig. 5, o, r) vereinigt, so dass nun 3 Stränge in der Mitte der Stengelseite sich befinden. Die analogen 3 Stränge, nur etwas näher zusammengedrückt, beobachtet man an der zweiten Stengelseite; sie kommen vom erstobern Blatt (e, f, g in Fig. 5 und 11, vgl. Fig. 1). Die dritte Stengelseite zeigt gewöhnlich in ihrem obersten Theile noch die nämlichen 3 Stränge, die vom 2. obern Blatte herkommen, getrennt (Fig. 5, k, l, m); zuweilen sind dieselben schon dort, immerhin aber weiter abwärts in einen einzigen Strang vereinigt (Fig. 11, klm; vgl. Fig. 1).

Die besondern Holzringe sind vollkommen von dem allgemeinen Holzring geschieden, und lassen sich an ältern Zweigen auch mit Leichtigkeit von demselben ablösen. Sie hängen aber, entsprechend dem vorhin geschilderten Verlaufe der Spurstränge, je in dem 3. Knoten durch eine Anastomose mit ihm zusammen. Diese Anastomose ist der aus dem besondern in den allgemeinen Ring eintretende anodische Schenkel des anodisch-lateralen Spurstranges (o in Fig. 1 und 2). Man findet daher in jedem Knoten einen der besondern Holzringe mit dem allgemeinen verbunden, und zwar ist es in jedem Knoten ein anderer, nämlich derjenige, welcher dem kathodischen Rande des dort befindlichen Blattes entspricht. Fig. 8 gibt eine schematische Darstellung dieses Verhaltens; a ist der allgemeine, b, c, d, die 3 besondern Holzringe; man sieht sowohl in der Längsansicht als an den Durchschnitten der 4 Knoten (I, II, III, IV), wie in jedem desselben ein besonderer Holzring mit dem allgemeinen in Berührung tritt (nämlich b in I, c in II, d in III, b in IV).

Von den beiden Gefässträngen, welche die Grundlage eines besondern Holzringes darstellen, (b und n, c und d, h und i in Fig. 5), entsteht zuerst der äussere (b, c, h); er ist auch fortwährend der stärkere. Zwischen beiden bemerkt man oft zeitlebens starke Markstrahlen, welche auf dem Querschnitt des Stengels mit der Oberfläche desselben parallel laufen.

Die Anastomose in dem Knoten zeigt, wenn wir sie von oben nach unten

verfolgen, nachstehende Erscheinungen. Dicht am Knoten fängt der betreffende besondere Holzring an, sich um seine Axe zu drehen, und zwar nach rechts bei Rechtswendung und nach links bei Linkswendung der Blattspirale. In Fig. 12 hat die Drehung bereits begonnen; die zwei Stränge h und i befinden sich nicht mehr in demselben Radius, wie das z. B. in Fig. 11 der Fall ist. Der besondere Holzring dreht sich um 90° , so dass der äussere grössere Strang (h) dem Blatte zu, der kleinere innere (i) demselben abgekehrt ist. Zugleich öffnet sich der besondere Ring in den allgemeinen, und erscheint jetzt bloss als eine Ausbuchtung desselben (Fig. 13, wo h und i nicht mehr hinter, sondern neben einander liegen). Der grössere äussere Strang (es ist der anodisch-laterale des zweitobern Blattes) theilt sich wenig tiefer in zwei Schenkel, welche nach unten auseinander weichen (Fig. 14, o und n). Der besondere Holzring trennt sich dann wieder von dem allgemeinen los (Fig. 15), indem er den einen Schenkel (o) in demselben zurücklässt. Anfänglich an der innern Seite noch offen (Fig. 15) schliesst er sich hier bald, um sich an der äussern Seite zu öffnen (Fig. 16) und daselbst den kathodischen Seitenstrang des Blattes (b) aufzunehmen, welcher von da an abwärts die äussere Seite behauptet. Der Schenkel (n) des oberhalb vom Knoten äussern Stranges (h) und der innere Strang (i), die eben noch einander opponirt waren, nähern sich beide einander (Fig. 14) und verschmelzen dann miteinander (Fig. 15 und 16 ni), so dass der besondere Holzring nun wieder seinen normalen Bau zeigt mit 2 Strängen, einem grösseren äusseren (Fig. 16, b) und einem kleinen innern (ni).

Mit den Erscheinungen, welche die Anastomose zwischen dem besondern und dem allgemeinen Holzring begleiten, treten, wie ich eben gesagt habe, Drehungen der Gefässstränge auf, welche aus der Lage des Holztheils und des Cambiums derselben ersichtlich sind. Der äussere Strang dreht sich, wenn wir ihn von oben nach unten verfolgen, zuerst nahezu um 90° , homodrom mit der Blattspirale (Fig. 12, 13, h). Sein in den allgemeinen Holzring eintretender Schenkel zeigt eine entgegengesetzte Drehung von gleichem Belange, so dass er wieder seine ursprüngliche Richtung annimmt (Fig. 14, 15, 16, o). Sein anderer Schenkel kehrt zuerst in die ursprüngliche Lage zurück, um sich mit dem andern Strang des besondern Holzringes zu vereinigen (Fig. 15, ni); dann macht er mit demselben eine halbe Drehung, so dass er nun an der innern Seite des untern besondern Holzcyinders sich befindet (Fig. 16, ni), und eine seiner frühern entgegengesetzte Lage zeigt, in welcher er sein Cambium nach dem Centrum des Stammes, statt nach der Peripherie kehrt. Der innere Strang des besondern Holzringes dreht sich zuerst um 90° , homodrom mit der Blattspirale (Fig. 12, 13, i); dann setzt er seine Drehung fort, bis er nochmals 90° zurückgelegt hat, geht dabei die ebengenannte Vereinigung ein (Fig. 15, ni) und kehrt schliesslich in seine frühere Lage zurück (Fig. 16, ni). Andere Drehungen kommen an den Blattspursträngen im Stamme nicht vor. Dagegen finden sich ähnliche Erscheinungen im Grunde des Blattstiels.

Paullinia spec.

(Taf. IV, V, VI, Fig. 1—13).

Laubtriebe (Schlingpflanze aus dem bot. Garten in München). Die ausgebildeten Internodien sind 6kantig; zwei Kanten sind immer sehr genähert (Fig. 4, 5, 6, 10). Wären dieselben ganz verschmolzen, so würde der Verlauf der äussern Blattspur mit den 5kantigen Sapindaceen (z. B. *Serjania mexicana*) übereinstimmen und die Divergenz der Blattspirale $\frac{2}{3}$ betragen. So aber zeigt sich eine deutliche, wenn auch nicht sehr beträchtliche Verschiedenheit. In Fig. 7 ist der Verlauf der Kanten auf der ebengelegten Cylinderfläche dargestellt; α, β, γ sind die 3 von einem Blatte herabsteigenden Kanten, δ die Ranke, und ε die Laubknospe in dessen Achsel, 0...5 die 6 auf einander folgenden Stengelknoten. Die Mediankante (α), welche von dem Rücken des Blattes herabsteigt, setzt sich nicht, wie es beim 5kantigen Stengel der Fall ist, in die kathodisch-seitliche (β) des 2. untern Knotens fort; sondern sie läuft durch das 2. untere Internodium dicht neben derselben her, sich immer mehr nähernd, und vereinigt sich endlich mit ihr, so dass beide ihre Fortsetzung in der anodisch-lateralen Kante (γ) des 3. untern Internodiums finden. Die letztere, über dem 5. untern Blatte anlangend, trifft genau auf die Ranke (δ) und ebenso auf die Mitte des Raumes zwischen der medianen und kathodisch-lateralen Kante des 5. untern Knotens, und setzt sich kathodisch abbiegend in die letztere fort (in Fig. 7 setzt sich die vom Knoten 5 herabsteigende Rücken-kante α in die Kante γ des Knotens 2 fort, und trifft in dieser Verlängerung auf die Ranke δ und somit zugleich auf die Mitte zwischen den Kanten α und β des Knotens 0). — Wird die Divergenz der Blattspirale aus dem Verlauf der Rücken-kante bis zum 5. untern Knoten bestimmt, und dabei die Ausweichung an diesem Knoten nicht in Anschlag gebracht, so beträgt sie 138° .

Der Medianstrang (Fig. 13, a, d, g, k, n, q, t, x) geht durch 3 Internodien nach unten, vereinigt sich im 3. Knoten mit dessen anodischem Axillarstrang (z. B. t mit z, q mit z), steigt dann mit demselben vereintläufig durch 3 fernere Internodien hinab, um im 6. Knoten mit dem 3. untern Medianstrang und dem 6. untern anodischen Axillarstrang zu verschmelzen (t mit k, x mit n).

Die Medianstränge bilden demnach in jedem Stengel 3 Sympodien mit einseitiger, kathodischer Abzweigung in die Blätter. Wenn die Sympodien senkrecht wären, so betrüge die Blattdivergenz $\frac{1}{3}$ oder 120° . Wird nach dem Verlauf der Kanten an dem ausgebildeten Stengel die Divergenz zu 138° angenommen, so beträgt die Abweichung der Medianstrangsympodien von der Vertikalen für jedes Internodium 18° . — Der horizontale Abstand eines in den Stengel eingetretenen Medianstranges von demjenigen der 3. obern Spur beträgt $14-18^\circ$ und im Mittel von 7 Messungen $16\frac{2}{7}^\circ$. Würde der Verlauf der Medianstränge je in den 3 obersten Internodien als vertical angenommen, so wäre die Divergenz der Blätter $125\frac{1}{2}^\circ$. Die Abweichung der Medianstränge, je in den 3 obersten Internodien, von der äussern Blattspur beläuft sich also auf 12° für jedes Internodium. Die Abweichung der innern Blattspur von der äussern

zeigt sich auch deutlich in der Thatsache, dass der Medianstrang am 3. untern Knoten in eine andere Stengelkante übertritt.

Die Medianstränge und ihre Sympodien haben ausser dem schiefen auch einen krummlinigen Verlauf, indem sie schlangenförmig bald nach rechts bald nach links gebogen sind. Damit hängt die Thatsache zusammen, dass zwei Stränge oder Sympodien, wenn man sie durch mehrere Internodien verfolgt, bald sich von einander entfernen, bald sich nähern, und dass in dem nämlichen Internodium die ringsherum aufeinander folgenden Stränge ungleiche Abstände zeigen. Die Messungen an 7 verschiedenen Internodien gaben folgende Mittelwerthe. Der Winkel zwischen n und $n-1$ ist 139° , zwischen $n-1$ und $n-2$ 127° , zwischen $n-2$ und $n-3$ 110° , zwischen $n-3$ und $n-4$ 138° , zwischen $n-4$ und $n-5$ 127° , — wenn in jedem Internodium n der Mediannerv der eigenen Blattspur, $n-1$ derjenige der erstobern, $n-2$ derjenige der zweitobern ist u. s. w.

Der kathodische Lateralstrang der Blattspur (Fig. 13, b, e, h, l, o, r, u) steigt durch ein Stengelinternodium hinab und setzt sich am erstuntern Knoten an dessen anodischen Lateralstrang an (e an c, h an f, u an s etc.). — Der anodisch-laterale Blattstrang (Fig. 13, c, f, i, m, p, s, v) geht durch zwei Internodien nach unten, vereinigt sich am 2. Knoten mit dessen kathodischem Axillarstrang (s mit y, p mit y), mit dem er vereintläufig 2 fernere Internodien durchzieht und am viertuntern Knoten oder etwas tiefer mit dem Medianstrang der zweituntern Blattspur verschmilzt (s mit k, p mit g, v mit n). — Die Blattspur hat im eigenen und im erstuntern Internodium eine durchschnittliche Weite von 127° , und zwar ist sie bald in dem erstern, bald in dem letztern etwas weiter. Der Unterschied beträgt $2-10^\circ$; der häufigere Fall ist, dass sie sich nach unten erweitert.

Die aus den Axillargebilden (Ranke und Laubzweig, von denen die erstere auf der kathodischen Seite sich befindet), in den Stengel eintretenden Gefässstränge verschmelzen in zwei Bündel, von denen das anodische (Fig. 13, z) mit dem Medianstrang der 3. obern, das kathodische (y) mit dem anodischen Lateralstrang der 2. obern Blattspur sich vereinigt.

Die Stengelinternodien haben, wie eingangs bemerkt wurde, 6 Kanten, von denen zwei genähert sind. An den Querschnitten in Fig. 5 und 10 sind dieselben in der nämlichen Art bezeichnet wie am Grunde von Fig. 7; α , β , γ sind die von dem Blatt des eigenen Knotens, α^1 und γ^1 die von dem 1. obern, α^2 die von dem 2. obern Blatt herablaufenden Kanten. Die Gefässstränge sind in Fig. 5 und 10 mit den gleichen Buchstaben benannt, wie in Fig. 13, und folgen in der gleichen Reihe, wie am Grunde dieser Figur. Unter der Rücken-kante (α in Fig. 10) befinden sich 3 Stränge: der Medianstrang (a), und die beiden Axillarstränge, von denen der anodische mit dem 3. obern medianen (k), der kathodische mit dem 2. obern anodisch-lateralen (i) verschmolzen ist. Innerhalb der anodisch-lateralen Kante der eigenen Blattspur (γ) befindet sich in der Regel nur 1 Bündel, das aber zuweilen seine Zusammensetzung aus zweien deutlich erkennen lässt; es ist das anodisch-laterale des eigenen (c) und das kathodisch-laterale des nächstobern Blattes (e). Unter dem Kantenpaar (β und α^2)

liegen 3 Stränge; der kathodisch-laterale der eigenen Blattspur (b), der 2. obere mediane (g), und zwischen beiden ein Medianstrangsympodium (q), welches zunächst den 2. obern anodischen Axillarstrang und den 5. obern Medianen abgiebt. Die Kante, welche zunächst folgt (γ'), enthält nur den anodischen Lateralstrang der 1. obern Spur (f). Die letzte Kante endlich (α') birgt 3 Stränge, den Medianen des 1. obern Blattes (d) mit seinen beiden Axillarsträngen, von denen der anodische mit dem 4. obern medianen (n), der kathodische mit dem 3. obern anodisch-lateralen Blattstrang (m) vereinigt ist.

Von den 5 Strängen, die in einem Knoten aus dem Stengel heraustreten, entsteht zuerst der mediane, nachher die beiden lateralen Foliarstränge, so dass das oberste gefässführende Internodium oft nur einen, das zweitoberste 4 Stränge (Fig. 4 und 13), das drittoberste 6 (Fig. 13) enthält. Die beiden Axillarstränge sind erst im 4. obersten gefässführenden Internodium sichtbar (Fig. 13); dasselbe zeigt 8, das 5. oberste 10 Stränge (Fig. 6 und 13).

Der geschilderte Blattspurverlauf ist der gewöhnliche; es giebt aber, wie bei andern Arten, Ausnahmen davon, indem an bestimmten Stellen neben den grössern Strängen ein kleinerer auftritt (Fig. 5, ζ und η). Diess sind Stränge von höhern Spuren, die sich nicht in der normalen Art ansetzen, oder Abzweigungen von solchen Strängen.

Die Stränge liegen alle in dem allgemeinen Holzring; nur sind diejenigen, welche der Mitte der Kanten entsprechen, meist beträchtlich nach aussen gerückt (Fig. 6, k, n; 10, a). Man sieht zeitlebens die denselben entsprechende Holzpartie vorspringen (Fig. 11). Besondere Holzringe wurden aber nie bei dieser Art beobachtet.

Paullinia alata G. Don.

(Taf. VII, 1—8.)

Laubzweige (in Weingeist aus dem Pariser Garten). Die entwickelten Internodien sind 5- oder 6kantig (Ersteres in Fig. 6 und 8); von 6 Kanten sind zwei einander genähert und die eine davon gewöhnlich schwächer oder undeutlicher (Fig. 7). Der Verlauf der äussern Blattspur stimmt mit der vorhergehenden Art überein.

Der Mediannerv geht durch 6 Internodien hinab und vereinigt sich am 5. Knoten mit dem anodischen Axillarstrang der 3. untern, am 6. Knoten mit dem Medianstrang und dem kathodischen Axillarstrang ebenfalls der 3. untern Spur. Denken wir uns die übrigen Stränge weg, so bilden die Medianstränge eines Sprosses 3 Sympodien mit kathodischer Abzweigung in die Blätter. Der Unterschied von der vorhergehenden Art besteht nur darin, dass diese Abzweigungen mit den Sympodien einen grössern Winkel bilden. — In dem nämlichen Internodium beträgt der Abstand zwischen dem Medianstrang der eigenen und dem der erstobern Blattspur durchschnittlich 137° , zwischen den Mediansträngen der erst- und zweitobern Spur 120° .

Der anodische Lateralstrang der Blattspur steigt durch zwei Internodien hinab und setzt sich im zweiten Knoten an den dortigen kathodischen Lateralstrang an.

Der kathodisch-laterale Blattstrang dagegen vereinigt sich schon am erstuntern Knoten mit dessen anodischem Lateralstrang. Die lateralen Blattspurstränge bilden somit, da sie sich an einander ansetzen, zusammen ebenfalls 3 Sympodien in einem Spross, was mit den 3 Sympodien der Medianstränge zusammen 6 ausmacht. — Die Blattspur scheint im eigenen und im erstuntern Internodium im Mittel eine Weite von 131° zu haben.

Die aus der Ranke und der Laubknospe in den Stengel eintretenden Bündel vereinigen sich in zwei Axillarstränge. Nachdem der anodische derselben durch 2 Internodien eigenläufig hinabgestiegen ist, wird er im 2. untern Knoten oder auch tiefer mit dem Medianstrang des drittobern Blattes vereintläufig und setzt sich im drittuntern Knoten oder unterhalb desselben an den eigenen Medianstrang an. Der kathodische Axillarstrang geht eigenläufig durch 3 Internodien und vereinigt sich ebenfalls im drittuntern Knoten mit dem eigenen Medianstrang; die Verschmelzung erfolgt zuweilen erst weiter abwärts.

Paullinia alata unterscheidet sich im Strangverlauf von der vorgehenden Art (die in Fig. 13 auf Taf. VI dargestellt ist) besonders dadurch, dass der anodische Lateralstrang im zweituntern Knoten an den kathodisch-lateralen Blattstrang statt an den kathodischen Axillarstrang sich ansetzt, und dass die Vereinigung des Medianstrangs mit dem anodischen Axillarstrang der drittuntern Spur nicht schon im 3. Knoten, sondern erst im fünftuntern Knoten oder noch tiefer erfolgt.

Es konnte nur ein einziger Zweig mit terminaler Knospe untersucht werden. Die untern Internodien desselben zeigten, entsprechend der eben geschilderten Stranganordnung, auf dem Querschnitt 14—15 Stränge (Fig. 6, 7). Ein stärkerer Ast hatte über 20 Gefässbündel (Fig. 8). Ob damit ein anderer Verlauf verbunden sei oder ob bei ursprünglich gleicher Anordnung durch Gabelungen und Abzweigungen in den Knoten die Zahl sich nachträglich noch vermehrte, liess sich aus Mangel an Material nicht entscheiden. Die Analogie anderer Arten (z. B. *Serjania mexicana*, Fig. 14 auf Taf. VI) möchte Letzteres vermuthen lassen.

Die Gefässstränge befinden sich in sehr ungleichen Entfernungen von dem Centrum des Markes, und zuweilen trifft es sich, dass innerhalb einer Kante ein Strang in ziemlich genauer radialer Richtung ausserhalb eines andern liegt. Der äussere ist dann immer ein seitlicher Foliarstrang der eigenen oder der nächstobern Spur, der innere dagegen ein Median- oder Axillarstrang der zweitobern oder einer höhern Spur. — Dem entsprechend finden sich an den ältern Internodien ausserhalb des allgemeinen Holzringes häufig 1, 2 oder 3 besondere Holzringe (Fig. 8); doch können dieselben auch ganz mangeln.

Der Querschnitt durch das Internodium zeigt unter 3 Stengelkanten die 3 Stränge der eigenen Blattspur (Fig. 1, l, m, n; 5 und 6, f, g, h; 7, a, b, c; 8, a, b, c). Neben dem Medianstrang befinden sich die Axillarstränge; dicht am Knoten sind dieselben noch in mehrere Stränge getheilt (Fig. 1, o, p; 5, i, k); nachher vereinigen sie sich in je 2 (Fig. 6, i, k; 7, d, e; 8, d, e). — Unter den beiden andern Stengelkanten liegen der mediane und anodische Blattstrang der erstobern Spur (Fig. 1, q, s; 5 und 6, l, n; 7, f, h; 8, f, h); der mediane hat die beiden Axillarstränge der gleichen Spur neben sich (Fig. 1, u, t; 5 und

6, o, p; 7, i, k; 8, i, k). Der kathodische Foliarstrang ist dicht am Knoten noch gesondert (Fig. 1, r; 5, m); weiter abwärts verschmilzt derselbe gewöhnlich mit dem anodischen der eigenen Spur (Fig. 6, m; 7, g); selten bleibt er getrennt (Fig. 8, g). — Die sechste schwächere Stengelkante birgt den Medianstrang der zweitobern Spur (Fig. 1, v; 5 und 6, q; 7, l; 8, l); neben demselben befinden sich die beiden zugehörigen Axillarstränge (Fig. 1, x, y; 5 und 6, t, u; 7, o, p; 8, o, p). Ueber die andern Stränge, welche in den Internodien sichtbar sind, sowie über den Eintritt der Rankenstränge (Fig. 3 und 4, γ , δ , ϵ , ζ), der Laubknospenstränge (Fig. 3, α , β) und der Blattstränge (Fig. 4, η) in den Knoten ist die Erklärung der Tafeln zu vergleichen.

Serjania mexicana Willd.

(Taf. VI, 14; VII, 9).

Laubtriebe (Schlingpflanze im botan. Garten zu München). Die Stengel sind 5kantig (VII, 9). Die Kanten der successiven Internodien treffen alle genau auf einander; nur diejenige, welche von oben her mitten über einem Blatte anlangt, weicht kathodisch ab und trifft, statt auf die Blattmediane, auf die in dessen Achsel befindliche Ranke. Es lässt sich also eine Kante, welche von dem Rücken eines Blattes herabsteigt, durch das eigene und noch 4 Internodien ununterbrochen verfolgen; am Grunde des 4. Internodiums biegt sie aber etwas aus, und kann somit nicht als Fortsetzung der von dem 5. Blatt herabsteigenden Kante betrachtet werden. Ihr unteres Ende entspricht vielmehr der Mitte zwischen der Rücken- und der kathodischen Lateralkante des 5. Internodiums. — Wenn man die Blattstellung an den entwickelten Trieben ausschliesslich nach dem Verlauf der Rücken- und der kathodischen Lateralkanten beurtheilen wollte, so betrüge die Divergenz ziemlich genau $\frac{1 + \frac{9}{10}}{5} \pi = 136,8^\circ$. Wird aber die Ausbiegung der Rücken- und der kathodischen Lateralkanten über dem 5. Blatte, welche mit dem geraden Verlauf der übrigen Kanten im Widerspruch steht, vernachlässigt, so ist die Divergenz $\frac{2}{5} \pi = 144^\circ$. Die letztere Anschauungsweise scheint mir die richtigere.

Da zur Zeit der Untersuchung nur ruhende Triebe zu Gebote standen, so konnte weder die Blattstellung in der Terminalknospe beobachtet, noch die Gefässstränge bei ihrer ersten Anlage verfolgt werden. In den Zweigen, die zu verholzen anfangen, verhält sich die Anordnung der Stränge folgender Massen. Der Medianstrang (VI, 14, a, d, g, k, n, q, t, x) steigt durch 3 Internodien herab, verschränkt sich am 3. Knoten mit dessen anodisch-lateralem (k mit c, n mit f etc.), und vereinigt sich dann mit dem anodischen Axillarstrang dieses Knotens (k mit λ , n mit μ , q mit ν). Er geht nun vereintläufig durch 2 Internodien, verschränkt sich mit dem kathodischen Lateralstrang des 5. untern Blattes (q mit b, t mit e), steigt abermals durch 3 Internodien herunter und vereinigt sich unter dem 8. Knoten mit dem kathodischen Axillarstrang dieses letztern und mit dem anodischen Lateralstrang des 6. Blattes (α der Medianstrang des 8. Knotens mit i und λ , β der des 9. Knotens mit m und μ , γ derjenige des 10. Knotens mit p und ν).

Wenn die Medianstränge der Blattspur einen senkrechten Verlauf hätten, so wäre die Divergenz der Blätter fast genau $\frac{3}{8}$, nämlich $134\frac{1}{4}^\circ$. Wird die Blattstellung am entwickelten Stengel entsprechend dem parallelen Verlauf aller Kanten zu $\frac{2}{5}$ angenommen, so beträgt die Abweichung der Medianstränge von der Verticalen für jedes Internodium beinahe 10° . Dass äussere und innere Blattspur nicht mit einander übereinstimmen können, ergibt sich auch schon aus dem Umstand, dass der Medianstrang am 3. untern Knoten seine Stengelkante verlässt und unter die kathodischer Seite nächstfolgende Kante sich begibt. — Die Medianstränge haben nicht nur einen schiefen, sondern auch einen krummlinigen, bald nach rechts, bald nach links ausbiegenden Verlauf. Mit dieser Thatsache steht in Verbindung, dass die zwei gleichen Medianstränge in verschiedenen Internodien, oder was das nämliche ist, dass im gleichen Internodium die verschiedenen Medianstränge nicht die gleichen Entfernungen zeigen. Die Medianstränge des n^{ten} und $n-1^{\text{ten}}$ Blattes (wenn von oben nach unten gezählt wird) sind im n^{ten} Internodium um 141° , im $n+1^{\text{ten}}$ um 123° und im $n+2^{\text{ten}}$ um 103° von einander entfernt; ebenso stehen im n^{ten} Internodium der n^{te} und $n-1^{\text{te}}$ Medianstrang um 141° von einander ab, der $n-1^{\text{te}}$ und $n-2^{\text{te}}$ um 123° , der $n-2^{\text{te}}$ und $n-3^{\text{te}}$ um 103° . Es sind dies Mittelwerthe aus mehreren Messungen.

Der anodische Lateralstrang (VI, 14, c, f, i, m, p, s) steigt durch 2 Internodien hinunter, verschränkt sich am 2. Knoten mit dessen Blattspur, indem er zwischen den anodisch-lateralen und den Medianstrang hineintritt (m zwischen e und d, p zwischen h und g etc.). Er vereinigt sich dann sogleich mit dem kathodischen Axillarstrang dieses Knotens (m mit μ , p mit ν , s mit ξ), geht mit demselben vereintläufig durch 3 fernere Internodien und verschmilzt unter dem 5. Knoten mit dessen anodischem Axillarstrang und mit dem Medianstrang des 2. Knotens (s mit λ und k).

Der kathodische Lateralstrang (14, b, e, h, l, o, r) setzt sich am nächst untern Knoten an dessen anodischen Lateralstrang an (e an c, h an f, l an i etc.). Etwas über der Ansatzstelle gibt er ein schwaches Bündel ab (δ), welches mit dem genannten anodischen Lateralstrang sich verschränkt und auf der kathodischen Seite desselben nach unten geht. Gewöhnlich setzt es sich nach einem Weg von 2 Internodien im 3. untern Knoten an den Medianstrang des 2. obern Blattes an, (δ von r an x); zuweilen aber geht es eigenläufig noch tiefer im Stengel abwärts (δ von o).

Von den Axillargebilden steht der beblätterte Zweig gewöhnlich genau median, während die Ranke kathodisch von demselben sich befindet. Aus dem Zweig und der Ranke treten mehrere Stränge in den Stengel ein, indem sie sich in zwei Gruppen sondern, von denen die eine auf die linke, die andere auf die rechte Seite des Medianstranges sich begibt, und sogleich je zu einem einzigen Strang vereinigt, (VI, 14, λ , μ , ν , ξ , ϱ sind die Axillarstränge der 5 Knoten 0—4). Dicht unterhalb des Knotens setzt sich der anodische Axillarstrang an den Medianen des 3. obern Blattes (λ an k, μ an n etc.), der kathodische an den anodisch-lateralen des 2. obern Blattes an (λ an i, μ an m etc.).

Die Spurweite beträgt im eigenen Internodium im Mittel 151° , im erstuntern Internodium 124° .

Die untersuchten Zweige von *Serjania mexicana* hatten keine besondern Holzringe. Alle Gefätsstränge sind durch den allgemeinen Cambiumring verbunden; allein sie zeigen sehr ungleiche Abstände vom Centrum, so dass der Holzring 5 stark vorspringende Ecken bildet (VII, 9; vgl. VI, 14, wo die Bezeichnung am Grunde die nämliche ist).

In den Ecken befinden sich die Spurstämme des eigenen (VII, 9, a, b, c) und des nächstobern Blattes (d, e, f); der kathodische Lateralstrang des letztern ist mit dem anodischen des erstern verwachsen (c e). Auf den Medianstrang (a) folgen anodischer Seits zunächst ein Axillarstrang des eigenen Knotens, (λ , hier noch getrennt), dann der anodisch-laterale Blattstrang des 5. obern Blattes (vereinläufig mit dem 3. obern Axillaren) und der Medianstrang des 3. obern Blattes; diese zwei Stränge sind nur dicht am Knoten getrennt, sie vereinigen sich sogleich mit einander (Fig. 9, k) und dann mit dem Axillarstrang; — kathodischer Seits ein Axillarstrang (λ , hier noch getrennt), dann der anodisch-laterale Strang des 2. obern Blattes (i), diese beiden Stränge vereinigen sich unter dem Knoten; — nachher und zwar ziemlich in der Mitte der Stengelseite das schwache Bündel, welches sich im 2. obern Knoten von dem kathodisch-lateralen Strang des 3. obern Blattes abzweigt, insofern dasselbe nicht im Knoten selbst sich an einen andern Strang angesetzt hat (δ). Der anodische Lateralstrang des eigenen Knotens (c), mit dem der kathodische des nächstobern (e) verschmolzen ist, wird kathodischer Seits gewöhnlich von dem kleinen Bündel, das sich von dem letztgenannten Strang oberhalb des Knotens abzweigt (δ in Fig. 9, hier bloss aus einem porösen Gefäss bestehend), anodischer Seits von dem Medianstrang des 6. obern Blattes, welcher mit einem axillaren des 3. obern Knotens vereinläufig ist (t), begleitet. Der kathodische Lateralstrang des eigenen Knotens (b) hat anodisch den 5. obern medianen (mit einem 2. obern axillaren vereinläufig, — q), kathodisch den 2. obern Medianen (g) und weiterhin den 4. obern anodisch-lateralen Blattstrang (mit einem 2. obern axillaren vereinläufig, — p) neben sich. Anodisch vom Medianstrang des nächst obern Blattes (d) befindet sich der 4. obere mediane (n), kathodischer Seits der 3. obere anodisch-laterale Blattstrang (m), der eine und der andere mit einem Axillarstrang des erstobern Knotens vereinläufig. Auf den anodischen Lateralstrang des nächstobern Blattes (f) folgt anodischer Seits der vereinläufige 7. obere Median- und 4. obere Axillarstrang (x), kathodischer Seits das Bündel, welches sich im erstobern Knoten von dem 2. obern kathodisch-lateralen Blattstrang abzweigt ($\delta_{,,}$).

Serjania caracassana Willd.

(Taf. VIII, IX, X).

Laubtriebe. Ein Zweig aus dem Pariser-Garten, welcher zuerst untersucht wurde, verhielt sich folgender Massen. Das spärliche Material erlaubte keine ausreichende Untersuchung.

Der Medianstrang ist in seinem Internodium von dem Medianstrang des nächst-

obern Blattes um $141-155^\circ$, im Mittel aus 9 Messungen um $150\frac{2}{3}^\circ$ entfernt. Im nächstuntern Internodium wird der Abstand kleiner, er beträgt im Mittel von 5 Messungen $129\frac{1}{5}^\circ$. — Die Blattspur hat im eigenen Internodium eine durchschnittliche Weite von $144\frac{1}{2}^\circ$ (Mittel von 10 Messungen).

Der Medianstrang geht mitten in einer Stengelkante durch zwei Internodien. Am zweiten Knoten kommt er innerhalb dessen anodischen Seitenstrangs zu liegen und begleitet denselben kathodischer Seits durch ein Internodium; nicht selten fasst er ihn, indem er am 2. Knoten sich in zwei Schenkel spaltet, zwischen sich. Am drittuntern Knoten wendet sich der ungetheilte Medianstrang oder dessen kathodischer Schenkel (der auch in der Regel der stärkere ist) zu dem dort in den Stengel eintretenden Medianstrang (des 3. untern Blattes), an dessen anodischer Seite er herabsteigt, um sich, wie es scheint, schliesslich mit ihm zu vereinigen.

Der anodisch-laterale Blattstrang steigt mitten in einer Stengelkante durch 2 Internodien hinab, und begleitet vom 2. Knoten an den Medianstrang des letztern, auf dessen kathodischer Seite er sich befindet, und an den er sich wahrscheinlich abwärts anlegt.

Der kathodisch-laterale Blattstrang befindet sich in seinem Internodium mitten in einer Stengelkante; am nächsten Knoten theilt er sich in zwei Schenkel, welche den dortigen anodischen Foliarstrang zwischen sich fassen, und in dieser Weise durch 2 Internodien nach unten begleiten. Es kann aber auch der eine Schenkel auf die kathodische Seite des genannten anodischen Blattstrangs, der andere auf die anodische Seite des Medianstrangs der nämlichen Spur zu liegen kommen. Zuweilen vereinigt sich der ungetheilte kathodische Foliarstrang am nächstuntern Knoten mit dessen anodischem Blattstrang.

Die Stengelinternodien sind 5kantig. Innerhalb 3 Kanten liegen die 3 Stränge der eigenen, innerhalb der beiden andern der mediane und anodisch-laterale Blattstrang der erstobern Spur. Jeder dieser 5 Stränge ist meistens von 2 schwächern Strängen begleitet, welche rechts und links liegen, und theils höheren Blattspuren (gemäss dem vorhin angegebenen Verlauf), theils auch, insofern es den Mediannerv betrifft, den Axillargebilden des gleichen Blattes angehören. Diese schwächern Stränge befinden sich nie auf dem nämlichen Kreis mit dem stärkern, den sie begleiten; sondern immer mehr oder weniger einwärts von demselben. Der allgemeine Cambiumring bildet daher ausspringende Winkel, von denen einzelne zu tiefen Falten sich gestalten, auch als besondere Ringe sich ablösen können. Der nämliche Zweig zeigt hier bloss einen einfachen Holzring, dort überdem 1 bis 3 besondere Ringe. Zu dieser abnormalen Bildung sind besonders diejenigen Kanten, welche die lateralen Stränge der eigenen Blattspur bergen, geneigt. Zuweilen findet man oben im Internodium eine Falte des allgemeinen, unten einen besondern Holzring. In dem letztern nimmt der grosse Strang der Ecke die äussere, die beiden schwächern ihn begleitenden Stränge die innere Seite ein.

Die nämliche Pflanze aus dem Münchner-Garten gab etwas abweichende Resultate. Ueberdem erlaubte ein reichlicheres Material eine vollständigere Untersuchung.

Der Querschnitt durch die Terminalknospe zeigt gleichzeitig die 7 obersten Blattanlagen; das Mittel der Divergenzen beträgt 137° . — Die ausgebildeten Zweige besitzen 7 Längsfurchen, welche ebensoviele, wenig vorspringende Rippen von ungleicher Breite von einander trennen (IX, 5); eine dieser Rippen ist breiter als alle übrigen und durch eine sehr leichte Furche halbiert, welche im nächstobern Internodium in eine der 7 deutlichen Furchen übergeht. Der Zweig hat somit in Wirklichkeit 8 Rippen, von denen die vom Rücken eines Blattes herabsteigende auf die Mitte des 8. untern Blattes trifft. Nach dieser äussern Blattspur beurtheilt, beträgt die Divergenz der Blattspirale $\frac{3}{8}$, wenn man die ungleiche Breite der Rippen nicht berücksichtigt. Es hat also während der Ausbildung des Sprosses kaum eine merkbare Drehung stattgefunden.

Der Medianstrang der Blattspur (VIII, a, d, g, k, n, q, t, x, α) geht durch 3 Stengelinternodien nach unten und vereinigt sich am 3. untern Knoten mit dessen anodischem Axillarstrang (k mit ϵ , n mit η , x mit ν , etc.). Vereintläufig mit demselben begleitet er den Medianstrang des gleichen (3. untern) Knotens durch 3 fernere Internodien (z. B. $x\nu$ neben n), und tritt am 6. untern Knoten zu dessen anodisch-lateralem Blattstrang (z. B. $x\nu$ zu f), läuft durch 2 Internodien neben demselben und geht vom 8. untern Knoten an neben dessen kathodisch-lateralem Foliarstrang noch eine Strecke weit abwärts, um sich dann mit einem in der Nähe befindlichen Strang (wohl gewöhnlich mit dem anodisch-lateralen Blattstrang der 6. untern Spur) zu vereinigen (so setzt sich der Strang $\rho\sigma$, mit dem der Mediane des 9. Knotens vereinigt ist, an m an; $\rho\sigma$ dagegen, in welchem der Medianstrang des 10. Knotens enthalten ist, an den Axillarstrang ϑ).

Der Medianstrang ist in seinem Internodium von dem Medianstrang des nächstobern Blattes ungleich weit entfernt; das Mittel von 7 Messungen in verschiedenen Internodien des nämlichen Sprosses gab einen Abstand von 136° ; in einem andern Spross betrug er im Mittel von 3 Internodien 141° , und in einigen andern Zweigen ergab sich ein durchschnittlicher Abstand von 150° . Die Entfernung eines Medianstranges von demjenigen der nächstobern Spur im erst-untern Internodium betrug im Mittel von 7 Messungen in verschiedenen Internodien des nämlichen Sprosses $123\frac{1}{2}^\circ$ und im Mittel von 3 Internodien eines andern Sprosses $124\frac{1}{3}^\circ$. Diese ungleichen Abstände stehen in Verbindung mit der Thatsache, welche auch durch anderweitige Messungen constatirt wird, dass die Medianstränge eine krummlinige (hin- und hergebogene) Richtung einschlagen, und dass die Biegungen höher oder tiefer eintreten können. Bei dem grössern Abstand von 150° kommt der Medianstrang am zweituntern Knoten in die Nähe des dort eintretenden kathodisch-lateralen Blattstranges, und giebt auch wohl einen Zweig ab, der denselben begleitet. Bei dem kleinern Abstand von 136° ist diess nie der Fall; er bleibt immer ziemlich weit von dem genannten Strang entfernt. — In jedem Falle setzt sich der Medianstrang (ganz oder mit seiner grössern Masse) im dritten Knoten an den dortigen anodischen Axillarstrang an. Dieser ist von dem Medianstrang der eigenen Spur durchschnittlich um 13° entfernt. Hätten die Medianstränge je in den 3 obersten Internodien, durch die sie hinabsteigen, einen vertikalen Verlauf, so betrüge die Divergenz der Blätter

$\frac{360+13}{3} = 124\frac{1}{3}^\circ$. Die innere Blattspur weicht also von der äussern auf die

Länge eines jeden Internodiums um $10\frac{2}{3}^\circ$ ab und zwar nach der kathodischen Seite.

Der anodisch-laterale Foliarstrang (VIII, c, f, i, m, p, s, v, z, γ) geht, einfach oder in zwei nebenläufige Stränge geschieden (Letzteres bei i, p, s), durch 2 Internodien hinunter, biegt im zweitunteren Knoten kathodisch aus, wobei er, wenn er in zwei getrennt war, wieder zum einfachen Strang wird, und begleitet nun den kathodisch-lateralen Blattstrang des genannten Knotens durch 3 Internodien abwärts (z. B. p neben h, v neben o), indem er kathodisch und einwärts von demselben liegt, und zuletzt sich wahrscheinlich an denselben anlegt. Ausnahmsweise unterbleibt die Vereinigung der beiden Schenkel, wobei der eine mit einem Axillarstrang verschmelzen kann (s,, mit α , während s, den gewöhnlichen Verlauf hat).

Der kathodisch-laterale Foliarstrang (VIII, b, e, h, l, o, r, u, y, β) steigt, ebenfalls bald einfach bald in zwei nebenläufige Stränge getrennt (Letzteres bei e, h, o), durch 3 Internodien abwärts, tritt im drittunteren Knoten zwischen dessen Spurstränge ein, und vereinigt sich bald mit dem anodischen, bald auch, wie es scheint, mit dem kathodischen Axillarstrang (o,, mit ζ , r mit ι , u mit λ , y mit ν). Seltener geht der eine Schenkel an einen Blattstrang (o, an m).

Die Stränge der Axillargebilde (Ranke und Laubzweig) sammeln sich wie gewöhnlich in zwei, von denen einer rechts, der andere links vom Medianstrang sich befindet. Der anodische Axillarstrang (VIII, ε , η , ι , λ , ν , π , σ , φ) begleitet den letztern durch 3 Internodien, wendet sich dann von ihm ab, indem der anodisch-laterale Blattstrang der drittunteren Spur zwischen sie tritt, und läuft nun anodisch und einwärts von dem letztern durch 2 folgende Internodien (z. B. ν neben f, π neben i). Er begleitet denselben auch in das fünftuntere Internodium, wo er sich mit ihm vereinigt (σ mit m), oder er wendet sich anodisch von demselben ab, tritt in die Spur des 5. Knotens ein und setzt sich an dessen kathodisch-lateralen Axillarstrang an (φ an ϑ). -- Der kathodische Axillarstrang (VIII, δ , ζ , ϑ , α , μ , ξ , ϱ , τ) geht ebenfalls durch 3 Internodien mit dem Medianstrang nach unten (ϑ neben g), um sich dann, wie es scheint, mit demselben zu vereinigen. Da die Axillarstränge nicht bloss neben, sondern auch einwärts vom Medianstrang liegen, so kommt es häufiger vor, dass sie sich einander nähern, und mit einander verschmelzen (α mit λ , μ mit ν , ξ mit π). Diess geschieht dann, wenn sie mit dem Medianstrang einen besondern Holzring bilden. Der vereinigte Axillarstrang verhält sich in diesem Falle wie es für den anodischen bereits angegeben wurde.

Die Blattspur hat im eigenen Internodium eine durchschnittliche Weite von 123° (Mittel von 6 verschiedenen Internodien). Sie verengert sich nach unten; im nächsten Internodium beträgt sie im Mittel 106° . Die Verschiedenheiten im Strangverlauf zwischen der Pflanze aus dem Pariser und derjenigen aus dem Münchner Garten rühren vorzüglich von der ungleichen Blattspurweite her. Bei jener beträgt sie nach dem Eintritt in den Stengel im Mittel $144\frac{1}{2}^\circ$, bei dieser 123° . Demzufolge trifft bei jener der Medianstrang ziemlich genau auf den zweit-

untern kathodischen Foliarstrang, der kathodische Foliarstrang trifft auf den erstuntern anodischen, der anodische auf den zweituntern medianen, was Alles bei der Münchner Pflanze nicht statt hat. Der abweichende Blattspurverlauf hat auch eine verschiedene Ausbildung der besondern Holzringe zur Folge; — und es wäre wohl möglich, dass die beiden Pflanzen nicht der gleichen Art angehörten.

Der Querschnitt durch das entwickelte Internodium zeigt 5 besondere Holzringe und eine vorspringende Falte des allgemeinen (IX, 1), oder 4 besondere Ringe und 2 Falten (Fig. 6), seltener 4 besondere Ringe und nur eine Falte (Fig. 2) oder 3 Ringe und 3 Falten (Fig. 11). Die eine Falte des allgemeinen Holzringes gehört immer dem Medianstrang der eigenen Blattspur an, welcher sich in der Mitte des Vorsprungs befindet (Fig. 1, k; 2, g; 5 und 6, d; 11, a); im Hals liegen 2 Stränge, nämlich die eigenen Axillarstränge, mit denen Stränge höherer Spuren vereinigt sind, einander gegenüber (1, η ; 2, ζ ; 5 und 6, ϵ ; 11, δ , und δ''), häufig so sehr genähert, dass die beiderseitigen Cambiformbündel in Ein Bündel verschmelzen. Ist eine zweite Falte des allgemeinen Holzringes vorhanden, so steht sie von der ersten um $130-150^\circ$ ab, und zeigt aussen in der Mitte den Medianstrang der erstobern Spur (Fig. 5 und 6, g; 11, d), und zu beiden Seiten nach einwärts die Axillarstränge derselben (5 und 6, ζ ; 11, ϵ , und ϵ''). Wenn eine dritte Falte beobachtet wird, so enthält sie in gleicher Weise den Medianstrang und die Axillarstränge der zweitobern Spur (11, g und ζ). Sind statt der zweiten und dritten Falte des allgemeinen Holzringes besondere Ringe vorhanden, so befinden sich die beiden Axillarstränge an ihrer innern Seite, dem medianen opponirt, und sind meist mit einander verschmolzen (so n— θ in Fig. 1, ferner k— η in Fig. 2 statt der zweiten Falte; q— ι in Fig. 1, ferner k— η in Fig. 5 statt der dritten Falte). Von den übrigen besondern Holzringen hat der eine an seiner äussern Seite den (ungetheilten oder getheilten) kathodischen Blattstrang der eigenen Spur (Fig. 1, l; 2, h; 5 und 6, e; 11, b), — der andere den (ungetheilten oder getheilten) anodischen Blattstrang der eigenen (Fig. 1, m; 2, i; 5 und 6, f; 11, c) und den (ungetheilten oder getheilten) kathodischen Blattstrang der erstobern Spur (Fig. 1, o; 2, l; 5 und 6, h, 11, e), — der dritte den anodischen Blattstrang der erstobern (Fig. 1, p; 2, m; 5 und 6, i; 11, f) und den kathodischen der zweitobern Spur (Fig. 1, r; 2, o; 5 und 6, l; 11 h), den einen und andern entweder ungetheilt oder getheilt. An der innern Seite dieser 3 besondern Holzringe befinden sich Stränge, die höhern Blattspuren angehören. Der erste Ring kann mit dem, welcher ihm kathodisch zunächst liegt, vereinigt sein; dann hat er an seiner äussern Seite den eigenen kathodischen Foliarstrang und den zweitobern medianen (Fig. 2, h—n). Ferner kann der dritte besondere Holzring in zwei getrennt sein; dann befindet sich an der äussern Seite des einen Ringes der erstobere anodische und in dem andern der zweitobere kathodische Blattstrang.

Verfolgen wir die Gefässstränge mit Rücksicht auf ihr Verhältniss zum allgemeinen und zu den besondern Holzringen, so ergibt sich Folgendes. Der Medianstrang befindet sich im eigenen Internodium immer mitten in einer Ausfaltung des allgemeinen Holzringes, und es kann diese Ausfaltung auch noch durch die

2 folgenden Internodien sich fortsetzen (g in Fig. 2, 5 und 11 und auf Taf. VIII). Gewöhnlich aber schnürt sie sich höher oder tiefer (oben oder in der Mitte des erst- oder zweituntern Internodiums) als besonderer Holzring ab, in dessen äusserer Mitte sich der Medianstrang befindet (k in Fig. 1 und 2; q, n, k auf Taf. VIII). Dieser besondere Holzring vereinigt sich, wie bereits bemerkt wurde, zuweilen im zweituntern Internodium mit demjenigen, welcher anodischer Seite neben ihm liegt und den kathodischen Foliarstrang der zweituntern Spur enthält. Am drittuntern Knoten endigt die dem Medianstrang angehörende Ausfaltung oder sein besonderer Holzring, und der Medianstrang geht nach innen, um sich mit einem Axillarstrang zu vereinigen; von hier an befindet er sich im Hals einer Ausfaltung vom allgemeinen oder auf der innern Seite eines besondern Holzringes.

Der kathodische Foliarstrang liegt nach seinem Eintritt in den Stengel an der äussern Seite eines besondern Holzringes, welcher im erstuntern Internodium sich in den besondern Ring des dortigen anodischen Blattstranges (l in Fig. 1 und 2) fortsetzt. Der kathodische Foliarstrang geht an der äussern Seite dieses besondern Ringes durch das 1. und 2. untere Internodium (l in Fig. 2 und 3), biegt am 3. untern Knoten einwärts und begibt sich in den Hals einer Ausfaltung des allgemeinen Holzringes, wo er sich mit einem Axillarstrang vereinigt oder neben demselben hinabsteigt (l in Fig. 10 und 11; vgl. Taf. VIII). Es kann auch eine Partie an die innere Seite eines besondern Holzringes treten, wo sie sich mit andern Foliarsträngen vereinigt (o, auf Taf. VIII).

Der anodische Foliarstrang befindet sich von seinem Eintritte in den Stengel an durch 2 Internodien auf der äussern Seite eines besondern Holzringes (m in Fig. 1 und 2), welcher am 2. untern Knoten sich in den besondern Ring des dortigen kathodischen Blattstranges fortsetzt. Von hier an liegt er durch 3 Internodien an der innern Seite des besondern Holzringes (m in Fig. 5 und 11) und tritt dann in den allgemeinen ein.

Wenn man die besondern Holzringe auf ihrem Laufe von oben nach unten betrachtet, so findet man, dass an jedem Knoten immer diejenigen in den allgemeinen Ring sich öffnen, welche sich auf der Seite der aus dem Blatt in den Stengel eintretenden Stränge befinden, somit diejenigen, welche dem 3. obern medianen, dem 2. obern anodischen und dem nächstobern kathodischen Foliarstrang entsprechen. Unverändert am Knoten geht vorbei der besondere Holzring, welcher den 1. obern anodischen und den 2. obern kathodischen Foliarstrang enthält, und derjenige des 2. obern Medianstranges (insofern letzterer Strang in einem besondern Holzring und nicht in einer Falte des allgemeinen sich befindet).

— Fig. 2 zeigt den Querschnitt über einem Knoten, Fig. 5 unter demselben, Fig. 3 und 4 Schnitte durch den Knoten. Man sieht, dass die beiden besondern Ringe, in denen sich die Stränge k und l—i befinden, unverändert vorbeigehen; dass dagegen die Ringe, welche die Stränge m—o und h—n in Fig. 2 enthalten, sich in den allgemeinen Ring öffnen und dabei neue Stränge aufnehmen. — In gleicher Weise stellt Fig. 6 den Querschnitt über, und Fig. 11 unter einem Knoten, Fig. 7, 8, 9, 10 Schnitte durch denselben dar. Zuerst öffnet sich in Fig. 7 der besondere Ring, in welchem die Stränge l—i befindlich sind. In Fig. 8 sind alle

besondern Ringe mit dem allgemeinen vereinigt, mit Ausnahme desjenigen mit den Strängen f—h. Dieser ist der einzige, welcher unversehrt am Knoten vorbeizieht; denn der andere Complex von Strängen (g—ζ), welcher ebenfalls nicht affizirt wird, bildet hier nicht einen besondern Ring sondern eine Falte des allgemeinen. — Verfolgen wir irgend einen besondern Ring von einem Knoten aus, an dem er ungeöffnet vorbeizieht, nach unten, so finden wir, dass er an den 2 folgenden Knoten sich mit dem allgemeinen Ring verbindet, am dritten nicht, und dass sich diess abwärts immer wiederholt.

An der Stelle, wo sich die besondern Holzringe in den allgemeinen öffnen, treten Stränge ihrer innern Seite oder Theile derselben in den allgemeinen Ring ein. Auch da, wo die von der Mitte eines Blattes herabsteigende Ausfaltung des allgemeinen Ringes sich abschnürt, um einen besondern Ring zu bilden, theilen sich die Axillarstränge, die im Hals der Ausfaltung liegen, gewöhnlich je in zwei Schenkel, von denen die äusseren in den besondern, die innern in den allgemeinen Holzring übergehen.

Die Gefässstränge haben im Allgemeinen einen radialschiefen, von oben und aussen nach unten und innen gerichteten Verlauf. Wir können 3 verschiedene Abstände derselben vom Centrum des Stengels unterscheiden: 1) die äussere Seite der besondern Holzringe oder der Ausfaltungen des allgemeinen, 2) die innere Seite der besondern Holzringe oder der Hals der Ausfaltungen des allgemeinen Ringes, 3) der allgemeine Holzring mit Ausschluss seiner Ausfaltungen. Wenn wir nun jedes Internodium einen Schritt nennen und die Spurstämme von ihrem Eintritte in den Stengel an abwärts verfolgen, so macht der Medianstrang zuerst 3 Schritte in der äussern, dann 3 Schritte in der mittlern Stellung, um zuletzt in die innere sich zu begeben. Der kathodische Blattstrang bleibt ebenfalls 3 Schritte in der äussern, dann 3 in der mittleren Stellung, ehe er in die innere eintritt. Der anodische Blattstrang befindet sich während der ersten 2 Schritte in der äussern, dann während 3 Schritten in der mittleren Stellung. Alle die genannten Stränge bleiben häufig, sei es ganz, sei es theilweise, länger in der mittleren Stellung, als eben angegeben wurde, und treten also erst weiter abwärts in den allgemeinen Ring ein. Die Axillarstränge sind von Anfang an in der mittlern Stellung und bleiben theilweise durch 5 und mehr Internodien in derselben, um zuletzt ebenfalls in die innere Stellung sich zu begeben.

Serjania spec.

(Taf. VI, 17).

Laubzweige (trocken, aus Brasilien, mitgetheilt von Herrn v. Martius.) Um den allgemeinen Holzring liegen 8 besondere Ringe. Von dem letztern können 1 oder auch 2 bloss als Falten des allgemeinen Ringes vorhanden sein (Fig. 17); sie entsprechen dem eigenen und dem nächstobern Medianstrang. Es kommt auch vor, dass ein oder zwei neben einander liegende besondere Holzringe mit dem allgemeinen so vereinigt sind, dass sie nicht einmal als Falten besonders stark vortreten.

In jedem besondern Holzringe befinden sich 1 oder auch 2 äussere und ebenso 1 oder 2 innere Gefässstränge. Der Verlauf derselben wurde nicht ver-

folgt; allein die Analogie mit andern Sapindaceen, namentlich mit *Serjania caraccasana* lässt mehrere Punkte sicher oder mit grosser Wahrscheinlichkeit entscheiden. Die Kante, welche von der Mitte des eigenen Blattes herabsteigt, wird durch eine Ausfaltung des allgemeinen Holzringes gebildet; sie enthält an der äussern Seite den Medianstrang (a), einwärts die beiden Axillarstränge der eigenen Spur. Der Medianstrang der 1. obern Spur (d) bildet einen besondern Ring, an dessen innerer Seite sich die beiden zugehörigen Axillarstränge in einem einzigen verschmolzen befinden. In gleicher Weise stellt der Medianstrang der 2. obern Spur (g) und der ihm opponirte vereintläufige Axillarstrang einen besondern Ring dar. In den übrigen besondern Holzringen nehmen laterale Foliarstränge die äussere Seite ein: in den beiden der Ausfaltung (a) zunächst liegenden die beiden seitlichen Blattstränge der eigenen Spur (b und c), in den andern die Stränge der 1. obern (e und f) und der kathodische der 2. obern Spur (h). An der innern Seite dieser besondern Holzringe befinden sich, ausser dem anodisch-lateralen Strang der zweitobern Spur, die Foliar- und Axillarstränge der nächst höhern Spuren. In dem allgemeinen Ring sind einige Stränge bemerkbar, welche noch höhern Blättern angehören.

Die vorliegende *Serjania* unterscheidet sich demnach von *Serjania caraccasana* vorzüglich dadurch, dass der besondere Ring, welcher bei letzterer anodisch neben dem eigenen Medianstrang (IX, 1, m—o) und derjenige, welcher anodisch neben dem 1. obern Medianstrang liegt, (IX, 1, p—r), bei der erstern je in 2 besondere Ringe zerfallen ist (VI, 17, c und e, f und h).

Erklärung der Tafeln I—X.

Die in () eingeschlossenen Zahlen geben die Vergrösserung an. Alle Querschnitte sind mit der Camera lucida oder mit dem Sömmering'schen Spiegelchen gezeichnet.

Taf. I. *Cardiospermum inflatum* Arrab.

1. Schematische Darstellung des Strangverlaufs in einem Zweigende, auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen; sie wurde nach successiven Querschnitten ausgeführt, von denen zwei in Fig. 5 und 6 gezeichnet sind. abc, def, ghi, klm, nop, qrs, tuv, xyz, $\alpha\beta\gamma$ die successiven 3strängigen Blattspuren; von der obersten Spur ist erst der Medianstrang δ angelegt. Die beiden Axillarstränge sind nur in den beiden untersten Knoten (bei abc, und def) gezeichnet; sie waren auch in den 5 folgenden Knoten (bei ghi, klm, nop, qrs und tuv) vorhanden.

2. Schematische Darstellung des Strangverlaufes durch einen Knoten, auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen; sie wurde nach successiven Querschnitten ausgeführt. abc die Stränge der eigenen, def der nächst obern Blattspur; die übrigen Bezeichnungen entsprechen ebenfalls denjenigen von Fig. 1; R die Stränge der Ranke, A diejenigen der Laubknospe. — Fig. 4 zeigt einen Querschnitt durch das untere, Fig. 7 einen solchen durch das obere Internodium, jener etwas unterhalb, dieser etwas oberhalb des in Fig. 2 dargestellten Strangverlaufs, mit gleicher Bezeichnung.

3. Schematische Darstellung des Strangverlaufes durch einen Knoten, auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen, nach successiven Querschnitten ausgeführt. Bezeichnung wie in Fig. 1 und 2.

4 (15). Querschnitt durch das Internodium unter dem Knoten, dessen Strangverlauf in Fig. 2 dargestellt ist. Die Stränge sind die nämlichen wie an dem untern Rande dieser Figur, nur dass sich p und g jetzt vereinigt haben. Die Bezeichnung stimmt mit Fig. 2 und 1 überein.

5 (40). Querschnitte durch das abwärts 7. gefässführende Internodium des Stengeldes, dessen Strangverlauf in Fig. 1 dargestellt ist, dicht unter dem Knoten klm dieser Figur. klm die Stränge der eigenen Blattspur; ax, ax die beiden eigenen Axillarstränge, die sich noch nicht mit dem nächstliegenden (t und s) vereinigt haben.

6 (20). Querschnitt durch ein älteres Internodium des Zweiges, von dessen Ende der Strangverlauf in Fig. 1 dargestellt ist. Die Bezeichnung ist so durchgeführt, das abc die eigene, def die 1. obere Blattspur bedeutet u. s. f. wie in Fig. 1. Die Anordnung der Stränge entspricht derjenigen am untern Rande von Fig. 1, mit der einzigen Ausnahme, dass neben f sich ein schwacher Strang x befindet, welcher der 7. obere Mediane mit abnormalem Verlaufe ist.

7 (15) Querschnitt durch das Internodium über dem Knoten, dessen Strangverlauf in Fig. 2 dargestellt ist. Die Stränge sind die nämlichen wie an dem obern Rande dieser Figur, nur dass g und q, f und h, ax (der eine zu d gehörende Axillarstrang) und m noch getrennt sind. Die Bezeichnung stimmt mit Figur 2 und 1 überein.

Taf. II. III. *Urvillea ferruginea* Lindl.

Fig. 1, 2. Schematische Darstellung des Strangverlaufes auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen, nach successiven Querschnitten ausgeführt. Fig. 2 zeigt die Blattspurstränge des ganzen Zweigendes, mit Ausschluss der Axillarstränge; in Fig. 1 ist eine untere Partie dieser Zeichnung mit den Axillarsträngen dargestellt, und alle Stränge der 3 untern Knoten nach oben verfolgt, bis da, wo sie den Stengel verlassen. — Die ausgezogenen Stränge liegen in dem allgemeinen Holzring, die punktierten an der äussern, die gestrichelten an der innern Seite der besondern Holzringe 0, 1 . . . 13 die Stengelknoten; a, b, c die 3 Blattstränge; n, o die beiden Schenkel, in welche sich c spaltet. v die Stränge für die Ranke, x diejenigen für die Laubknospe. — Die Bezeichnung am untern Rande von Fig. 1 stimmt mit derjenigen von Fig. 5 und 11 überein, die von Fig. 2 mit derjenigen von Fig. 4, 5 und 11.

3 (40). Querschnitt durch die Terminalknospe des Zweiges, dessen Strangverlauf in Fig. 2 dargestellt ist. 12 und 13 die beiden jungen Blätter, welche an den Knoten 12 und 13 in Fig. 2 inserirt sind, jedes mit seinem Medianstrang; 14 und 15 die beiden folgenden Blattanlagen. 13, 14 und 15 haben jedes die beiden Nebenblätter neben sich. 16 Höcker, aus dem sich das nächstfolgende Blatt erheben wird.

4 (20). Querschnitt durch das abwärts 7. gefässführende Internodium eines Zweiges (Fig. 2 unterhalb des mit 7 bezeichneten Knotens). a, b, c die eigene Blattspur; die Bezeichnung ist im Uebrigen die nämliche wie am Grunde von Fig. 2. — t Basis des Blattstieles (der am Knoten 6 in Fig. 2 inserirt ist). u, u die beiden Nebenblätter, jedes mit einem Gefässbündel; das rechte Nebenblatt ist mit dem Blattstiel verwachsen. v die Ranke mit 4 Strängen, dem Blattstiel angewachsen. x die Laubknospe, noch ohne Gefässe, mit dem Blattstiel und der Ranke verwachsen.

5 (40). Querschnitt durch das abwärts 10. gefässführende Internodium des in Fig. 1 und 2 dargestellten Zweiges (unterhalb des Knotens 4 in Fig. 2). a, b, c die eigene Blattspur; die Bezeichnung stimmt genau mit der am Grunde von Fig. 1 und 2 befindlichen. y Bastring.

6 (66). Querschnitt durch den abwärts 3. gefässführenden Knoten eines Zweiges (entsprechend 11 in Fig. 2). a, b, c die in den Stengel eintretende Spur des eigenen Blattes. f erstoberer, l zweitoberer Medianstrang. h Cambiumstrang, in welchem der anodische Gefässstrang für das erstobere Blatt sich bilden wird. y Bastring.

7. Blattstellung auf der ebengelegten Cylinderfläche nach der Divergenz $\frac{3}{8}$, welche in der Terminalknospe beobachtet wird, ausgeführt. 0, 1 . . . 8 die successiven Blattinsertio-

nen. b, c, d die 3 Stengelkanten, welche erst durch eine Drehung des Stengels eine senkrechte Richtung erhalten.

8. Schematische Darstellung der Vereinigungen, welche zwischen dem allgemeinen (a) und den besondern Holzringen (b, c, d) stattfinden; vgl. Pag. 52.

9. Schematische Darstellung des Eintrittes der Blattstielstränge k, l, m, n, o, p, q, r und der Nebenblattstränge f, h in den Stengel und Bildung der Blattspurstränge a, b, c; vgl. Pag. 50.

10 (14). Querschnitt durch den Grund eines Blattstieles k, l, m, n, o, p, s, t die durch einen Cambiumring verbundenen Gefäßstränge; q, r die beiden extraannulären Stränge auf der dem Stengel zugekehrten Seite

11 (14). Querschnitt durch das abwärts 12. gefäßführende Internodium des in Fig. 1 und 2 dargestellten Zweiges, dicht unter dem Knoten 2 von Fig. 1 und 2. a, b, c die eigene Blattspur; p, q die eigenen Axillarstränge. Die Bezeichnung stimmt genau mit der am Grunde von Fig. 1 und 2 überein.

12—16 (14). Querschnitte durch einen Knoten, um die Veränderungen in dem besondern Holzring, der hier mit dem allgemeinen sich verbindet, zu zeigen h, i die beiden Stränge des besondern Ringes; f, g die nämlichen Stränge des allgemeinen Ringes wie diejenigen mit der gleichen Bezeichnung in Fig. 11; y Bastring; z Protenrinde; α Epenrinde; β allgemeiner Cambiumring und dessen jüngste Producte; γ Holzring; δ Markscheide; ϵ besonderer Cambiumring. — 12 dicht über dem Eintritt der Blattstränge in den Stengel — 13 der besondere Holz- und Cambiumring hat sich mit dem allgemeinen vereinigt. — 14 der Bastring hat sich geöffnet, um den Foliarstrang eintreten zu lassen. — 15 ein Theil des frühern besondern Holzringes hat sich wieder vom allgemeinen abgelöst. Der Foliarstrang b ist im Begriff, durch die in dem Bastringe gebildete Oeffnung einzutreten. — 16 der Bastring hat sich wieder geschlossen und der Foliarstrang b vereinigt sich mit dem besondern Holzring. — Vgl. übrigens, was die Gefäßbündel betrifft, den Text (Pag. 53).

Taf. IV, V, IV, Fig. 1—13. *Paullinia spec.*

1 (260). Querschnitt durch ein 0,9 M.M. dickes Internodium der Zweigspitze Die gezeichnete Partie entspricht der Seite α von Fig. 6. k, t, s die nämlichen Gefäßstränge wie in Fig. 6; μ Protenrinde; ν Protenmark; ψ Markscheide. ξ Cambiumring, von dem man kaum die äussere in Bast übergehende Partie ϱ unterscheidet.

2 (260). Querschnitt durch das nächstuntere 1,4 M.M. dicke Internodium. Das gezeichnete Stück entspricht einem einspringenden Winkel (wo sich also keine Gefäßstränge befinden). μ Protenrinde; ν Protenmark; ξ Cambiumring; ϱ junger Bast; σ Epenrinde; ψ Markscheide.

3 (260). Querschnitt durch das gleiche Internodium wie Fig. 2. Das gezeichnete Stück entspricht der von dem eigenen Blatte herabsteigenden Mediankante. g, p, q die drei Gefäßgruppen dieser Kante mit den kleinmaschigen Gambiformsträngen. μ Protenrinde; ϱ junger Bast; σ Epenrinde; ξ Cambiumring; unterhalb desselben die Markscheide ψ .

4 (50) Querschnitt durch das abwärts 2. gefäßführende Internodium eines Zweiges, von 0,55 M.M. Dicke. α, β, γ die Kanten und die Stränge der eigenen (äussern und innern) Blattspur. α^1 die Mediankante mit dem Medianstrang der 1. obern Spur; γ^1 die anodische Seitenkante derselben; α^2 die Mediankante der 2. obern Spur (vgl. Fig. 7). Ausser den Gefäßsträngen erkennt man das Protenmark und die Protenrinde als ein schwach grünliches Gewebe, zwischen beiden den farblosen Cambiumring.

5 (40). Querschnitt durch ein 2,3 M.M. dickes und 80 M.M. langes Internodium. Die Bezeichnung der Kanten $\alpha, \beta, \gamma, \alpha^1, \gamma^1, \alpha^2$ ist die nämliche wie am Grunde von Fig. 7. Die Bezeichnung der Stränge stimmt mit derjenigen am Grunde von Fig. 13 überein. α, β, γ und a, b, c Kanten und Stränge der eigenen Blattspur; ξ und η schwache Stränge von ungewöhnlichem Verlauf. — ϱ Bastring; ausserhalb desselben die Protenrinde; σ Epenrinde; ξ Cambiumring; ψ Markscheide; innerhalb derselben das Protenmark.

6 (50). Querschnitt durch das abwärts 5. gefäßführende Internodium eines Zweiges,

von 0,9 M.M. Dicke. Die Bezeichnung der Kanten ($\alpha, \beta, \gamma, \alpha^1, \gamma^1, \alpha^2$) ist die gleiche wie am Grunde von Fig. 7. Die Stränge sind mit den gleichen Buchstaben benannt, wie in Fig. 13. α, β, γ und k, l, m die Kanten und Stränge der eigenen Blattspur; ρ junger Bastring; ausserhalb desselben die Protentrinde; ξ Cambiumring; innerhalb desselben das Protentrunk.

7. Schematische Darstellung des Verlaufes der Stengelkanten auf der eben gelegten Cylinderfläche, von aussen gesehen. 0, 1, 2, 3, 4, 5 die 6 Stengelknoten; α, β, γ die 3 von einem Blatt herabsteigenden Kanten. Die Bezeichnung am Grunde stimmt mit derjenigen der Querschnitte in Fig. 4, 5, 6, 10 überein. δ Ranke; ε Laubzweig.

8 (260). Stück des in Fig. 5 dargestellten Querschnittes; derselbe ist von der linken Seite dieser Figur zwischen f und g, und somit als ein älteres Stadium der Fig. 2 zu betrachten. μ Protentrinde; ν Protentrunk; ξ Cambiumring; ρ Bast; σ Epenrinde, ψ Markscheide.

9 (100). Ein Stück des in Fig. 11 dargestellten Querschnittes. μ Protentrinde; ξ Cambiumring; ρ Bastring; σ äussere ungeordnete Epenrinde; τ innere Epenrinde, undeutlich in radiale Reihen geordnet; φ Anfang der Peridermbildung (?); ω Holz.

10 (40). Querschnitt durch ein 1,8 M.M. dickes und 38 M.M. langes Zweiginternodium. Die Bezeichnung der Kanten ($\alpha, \beta, \gamma, \alpha^1, \gamma^1, \alpha^2$) ist die nämliche wie am Grunde von Fig. 7. Die Bezeichnung der Stränge stimmt mit derjenigen am Grunde von Fig. 13 überein. Die Abweichung besteht nur darin, dass e sich noch nicht mit c vereinigt hat. α, β, γ und a, b, c Kanten und Stränge der eigenen Blattspur.

11 (14). Querschnitt durch ein älteres, $4\frac{1}{2}$ M.M. dickes Internodium (ein Stück davon ist in Fig. 9 stärker vergrössert). μ Protentrinde; ν Protentrunk; ξ Cambiumring; ρ Bastring; σ äussere ungeordnete Epenrinde; τ innere, undeutlich in radiale Reihen geordnete Epenrinde; ψ Markscheide; ω Holzring.

12 (400). Querschnitt durch ein 2,9 M.M. dickes Internodium; das gezeichnete Stück entspricht einem einspringenden Winkel (wie Fig. 2 und 8). ξ Cambium; ρ Bast; σ Epenrinde; ψ Markscheide

13. Schematische Darstellung des Strangverlaufes eines Zweigendes auf der eben gelegten Cylinderfläche, von innen gesehen, nach successiven Querschnitten ausgeführt. a b c, d e f, g h i, k l m, n o p, q r s, t u v die successiven 3strängigen Blattspuren; von der obersten Spur ist erst der Medianstrang x angelegt. y, z die beiden Axillarstränge, welche Bündel für die Ranke (ε) und für die Laubknospe (λ) abgeben. Die Bezeichnung am Grunde stimmt mit derjenigen in Fig. 5 und 10 überein.

Taf. VI, 14. *Serjania mexicana Willd.*

Schematische Darstellung des Strangverlaufes auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen, nach successiven Querschnitten ausgeführt. 0, 1, 5 die aufeinander folgenden Stengelknoten. a b c, d e f, g h i, k l m, n o p, q r s die successiven dreisträngigen Blattspuren. t u v Spur des 6. Knotens; x z 2 Stränge der 7. Spur; α und β Medianstränge der 8. und 9. Spur; δ Schenkel des katodischen Lateralstranges; $\lambda, \mu, \nu, \xi, \rho$ Axillarstränge. Die Bezeichnung am Grunde der Figur stimmt mit derjenigen des Querschnittes in Fig. 9. auf Taf. XV überein.

Taf. VI, 15—17. *Serjania spec.*

15 (200). Querschnitt durch einen der an der Grenze zwischen Mark und Markscheide befindlichen (Phloëm-) Stränge; derselbe besteht bloss aus engen Zellen.

16 (200). Querschnitt durch einen solchen Strang, der aus einer weiten, mit dunklem Inhalte gefüllten Zelle (Siebröhre) und aus engen Zellen zusammengesetzt ist. e äussere, dem Holzring zugekehrte Seite.

17 (12). Querschnitt durch einen Stengel (vgl. Pag. 67).

Taf. VII, 1—8. *Paullinia alata G. Don.*

1 (20). Querschnitt durch das Internodium einer Zweigspitze, dicht unter dem Knoten. l, m, n die 3 Foliarstränge der eigenen Spur; o, p die Axillarstränge derselben.

q, r, s die Blattstränge der erstobern Spur; t, u die Axillarstränge derselben. v, x, y der Medianstrang und die Axillarstränge der 2. obern Spur. w, z, a Stränge höherer Spuren.
 2 (20). Das gleiche Internodium wie Fig. 1, unmittelbar am Grunde und über dem Knoten, mit der nämlichen Bezeichnung. n und r sind miteinander verschmolzen, ebenso y und a, ferner die Stränge o, p, w; dagegen hat sich z in zwei getheilt.

3 (20). Querschnitt unter Fig. 2. α, β die beiden Stränge der noch ganz kleinen Laubknospe. $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta$ die 4 stärkern Stränge der Ranke. In den Strängen des Stengels ist keine Veränderung eingetreten, ausgenommen, dass neben z noch ein schwacher Strang liegt, der vielleicht eine weitere Abzweigung von z, vielleicht auch für die Axillarknospe bestimmt ist.

4 (20). Querschnitt unter Fig. 3. Ranke und Knospe haben sich mit dem Stengel vereinigt. $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta$ mit den dazwischenliegenden Bündeln gehören der Ranke an. ζ hat sich getheilt, um den Medianstrang des Blattes zwischen den beiden Schenkeln eintreten zu lassen. α, β Stränge für die Knospe, von denen nur zwei in den Schnitt 3 hinaufreichen. Die übrigen Stränge sind die nämlichen geblieben. η Querschnitt durch den Blattstiel.

5 (20). Querschnitt unter Fig. 4. Die Stränge des Blattstieles (δ, η) haben sich in 3 vereinigt (f, g, h), welche in den Stengel eingetreten sind und von denen g sogleich mit s verschmolzen ist. Die Stränge α bis zum einen Schenkel ζ von Fig. 4 haben sich in die 3 Bündel k von Fig. 5, — β bis zum andern Schenkel ζ von Fig. 4 in die 4 Bündel i von Fig. 5 vereinigt. Die übrigen Stränge verhalten sich wie in Fig. 5.

6 (20). Querschnitt mitten im Internodium unter Fig. 5. Die getrennten Stränge i und k sind verschmolzen. x und y haben sich mit v vereinigt, ebenso z mit u. Dagegen hat sich ω in zwei Schenkel gespalten.

7 (20). Nächst unteres Internodium. a, b, c die neu eingetretenen Blattspurstränge; d, e die dazugehörigen Axillarstränge c hat sich mit g vereinigt, b mit n, ferner t und u mit q; die beiden Schenkel von ω sind wieder verschmolzen. y Bastring; z Markscheide.

8 (14). Querschnitt durch ein Internodium eines andern dickern Zweiges. a, b, c die eigenen Blattspurstränge; d, e die dazugehörigen Mediaustränge; f, g, h die Stränge der 1. obern Blattspur; k, i deren Axillarstränge; l Medianstrang der 2. obern Spur; m kathodischer Foliarstrang derselben; o, p dazugehörige Axillarstränge. — v Protenrinde; x Epenrinde; y Bastring; z Markscheide.

Taf. VII, 9. *Serjania mexicana Willd.*

9 (12). Querschnitt durch einen Zweig; a, b, c die eigene Blattspur; λ, λ die Axillarstränge. Die Bezeichnung ist die nämliche wie am Grunde von Fig. 14 auf Taf. VI. y Bastring; z Markscheide.

Taf. VIII, IX, X. *Serjania caracassana Willd.*

Taf. VIII.

Schematische Darstellung des Strangverlaufes auf der ebengelegten Cylinderfläche, von innen gesehen, nach successiven Querschnitten, von denen eine Auswahl auf Taf. IX abgebildet ist, ausgeführt. 0.1.....7 die aufeinander folgenden Internodien. abc, def, ghi, klm, nop, qrs, tuv, xyz, $\alpha\beta\gamma$ die 3strängigen Spuren der successiven Blätter. $\delta, \delta, \epsilon, \epsilon, \zeta, \zeta, \eta, \eta, \theta, \theta, \iota, \iota, \kappa, \kappa, \lambda, \lambda$, Axillarstränge, gebildet durch die aus dem Laubzweig und der Ranke in den Stengel eintretenden, je in zwei Massen sich vereinigen- den Stränge. Die Bezeichnung am Grunde der Figur ist die nämliche, wie in Fig. 11 auf Taf. IX. Die ausgezogenen Stränge liegen in dem allgemeinen Holzring, die punktirten an der äussern und die gestrichelten an der innern Seite der besondern Holzringe, welche auf der Zeichnung durch die schmalen Ellipsen angedeutet sind. Einige der in den allgemeinen Holzring eingetretenen Stränge wurden übrigens nicht bis zum Grunde fortgeführt, theils um die Zeichnung nicht zu verwirren, theils weil ihre Spur verloren ging.

Taf. IX.

Querschnitte durch den Zweig, dessen Strangverlauf auf Taf. VIII dargestellt ist. In dieser Figur sind die Stellen in den Internodien angedeutet, die den Querschnitten 1, 2, 5,

6 und 11 entsprechen; die übrigen Schnitte gehen durch die Knoten. Die Bezeichnung ist die nämliche wie auf Taf. VIII.

1 (10). Querschnitt durch das Internodium unter dem Knoten, der auf Taf. VIII mit 3 bezeichnet ist.

2 (10). Querschnitt durch das Internodium über dem Knoten 1 auf Taf. VIII.

3 (10). Querschnitt durch den Knoten 1 auf Taf. VIII unmittelbar über dem Eintritt der Foliarstränge. Die beiden besondern Ringe der Fig. 2 mit den Strängen h—n und o—m haben sich mit dem allgemeinen Ring vereinigt.

4 (10). Querschnitt durch den nämlichen Knoten wenig tiefer; die Foliarstränge d, e, f sind im Begriff zwischen die andern Stränge einzutreten. Der allgemeine Ring hat sich an mehreren Stellen geöffnet, theils um diesen Eintritt, theils um die Wiederbildung der besondern Ringe zu gestatten.

5 (10). Querschnitt dicht unter demselben Knoten (1 auf Taf. VIII).

6 (10). Querschnitt über dem Knoten 0 auf Taf. VIII.

7 (10). Querschnitt durch den obersten Theil des Knotens 0 auf Taf. VIII. Der besondere Ring der Fig. 6 mit den Strängen l—i hat sich mit dem allgemeinen Ring vereinigt.

8 (10). Querschnitt durch den nämlichen Knoten unmittelbar unter Fig. 7. Auch die beiden andern besondern Ringe mit den Strängen k und e haben sich in den allgemeinen Ring geöffnet.

9 (10). Querschnitt durch den nämlichen Knoten unmittelbar unter Fig. 8. Die Foliarstränge a, b, c sind im Begriff zwischen die andern Stränge einzutreten; der allgemeine Ring hat sich an drei Stellen geöffnet, um sie aufzunehmen.

10 (10). Querschnitt durch den nämlichen Knoten dicht unter Fig. 9. Die Foliarstränge a, b, c sind zwischen die andern Stränge eingetreten. Der besondere Ring mit dem Strang b hat sich getrennt; derjenige mit dem Strang c ist im Begriff es zu thun.

11 (30) Querschnitt durch das Internodium unter dem Knoten 0 auf Taf. VIII. μ Protenrinde; ν , Collenchym; ν Protenmark; ρ Bastring; σ Epenrinde ausserhalb des besondern Holzringes, χ dieselbe zwischen dem besondern und dem allgemeinen, $\chi\sigma$ dieselbe ausserhalb des allgemeinen Holzringes; ξ und π Cambium des besondern Ringes auf der äussern und innern Seite; φ und φ , Cambium des allgemeinen Ringes; ω Markscheide des allgemeinen Ringes.

Taf. X.

1 (120). Querschnitt durch ein 0,33 M.M. dickes Internodium der Zweigspitze, in dem Meristem sind Cambiumstränge sichtbar geworden. a, b, c die Stränge für das eigene Blatt; d, e, f diejenigen für das erstobere, g der Medianstrang für das zweitobere Blatt.

2 (300). Ein Theil des nämlichen Querschnittes stärker vergrößert; c der Cambiumstrang, der in Fig. 1 mit dem nämlichen Buchstaben bezeichnet ist.

3 (50) Querschnitt durch ein 0,7 M.M. dickes Internodium des gleichen Zweiges; d, e, f die Stränge für das erstobere Blatt.

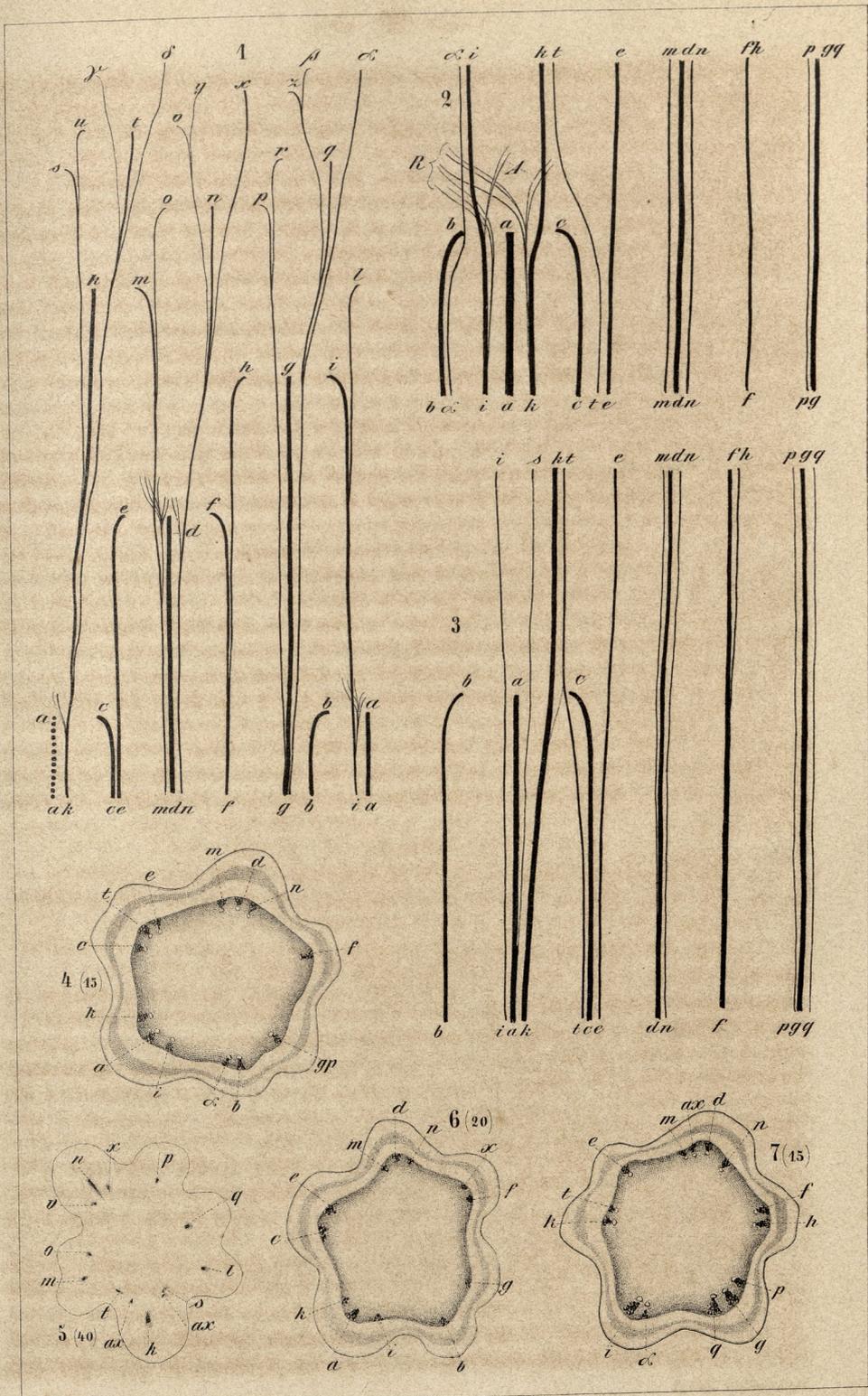
4 (50). Einige Schnitte tiefer als Fig. 3; D.M. = 1 M.M.

5 (50). Noch einige Schnitte tiefer. ξ und π besonderer, φ allgemeiner Cambiumring.

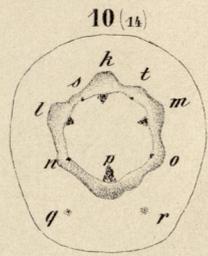
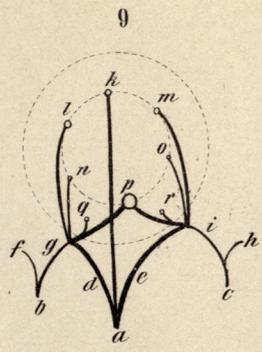
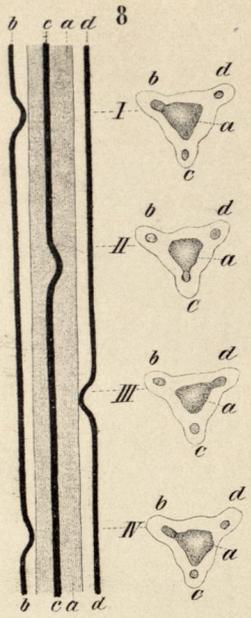
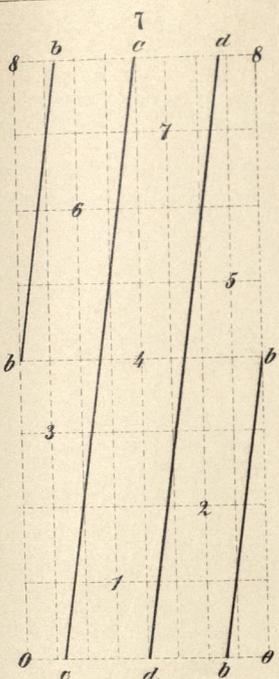
6 (300). Ein Theil der Fig. 3, entsprechend der Kante f stärker vergrößert. f Gefässe und Mark des künftigen besondern Holzringes; μ Protenrinde; ν Protenmark; ξ äussere Cambiumlamelle; π innere Cambiumlamelle; ρ junger Bast.

7 (300). Ein Theil der Fig. 4, entsprechend der Kante f, stärker vergrößert. f Gefässstrang; μ Protenrinde; ν Protenmark; ξ äussere Cambiumlamelle; π — φ innere Cambiumlamelle, welche durch Zwischenlagerung des Dauergewebes χ in zwei zerfällt. ρ junger Bast; σ Epenrinde; τ Mark des künftigen besondern Holzringes.

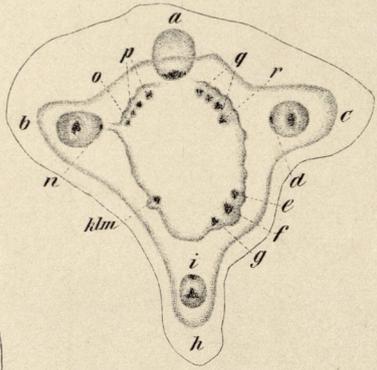
8 (300). Querschnitt durch die nämliche Kante der Zweigspitze, etwas tiefer. μ Protenrinde; ν Protenmark; ρ junger Bast; σ Epenrinde; ξ und π Cambium des besondern Ringes auf der äussern und innern Seite; f und g Gefässstränge des besondern Ringes auf der äussern und innern Seite; τ Mark des besondern Ringes; φ Cambiumlamelle, welche sich in den allgemeinen Cambiumring fortsetzt; χ Epenrinde zwischen dem allgemeinen und besondern Ring.



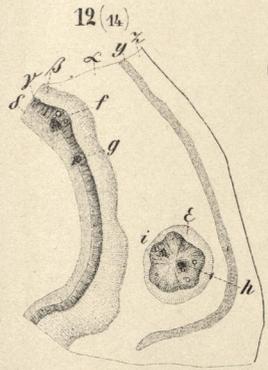
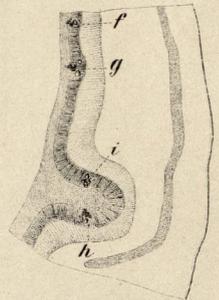
Cardiospermum inflatum.



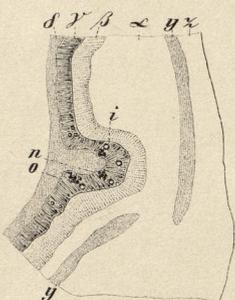
11 (14)



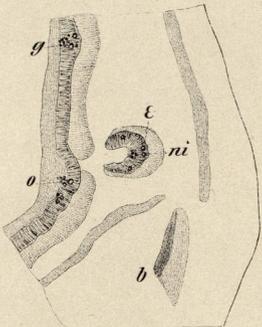
13 (14)



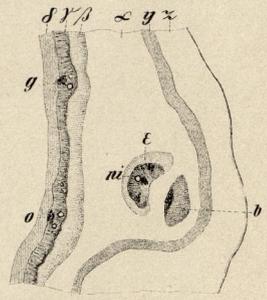
14 (14)



15 (14)

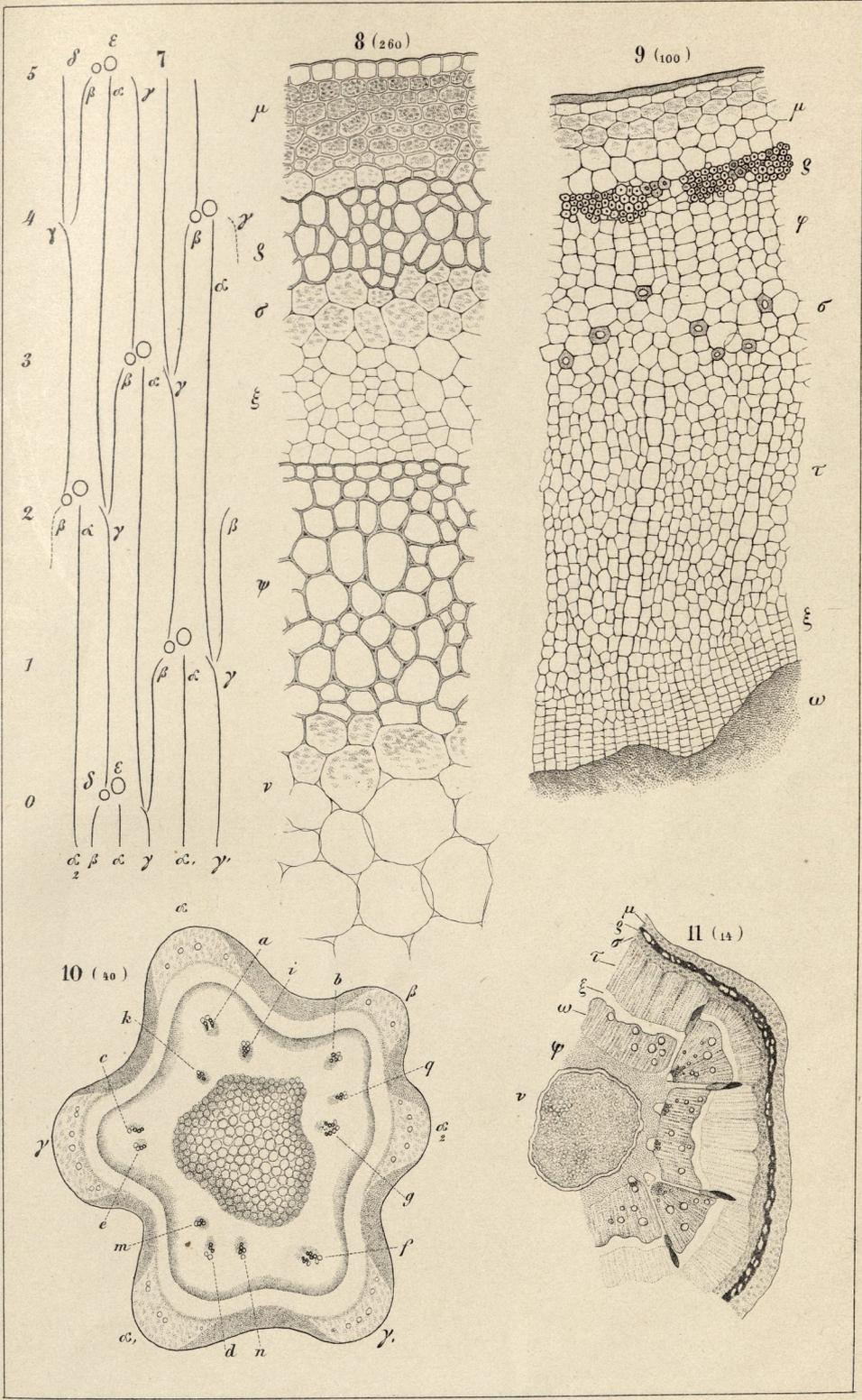


16 (14)

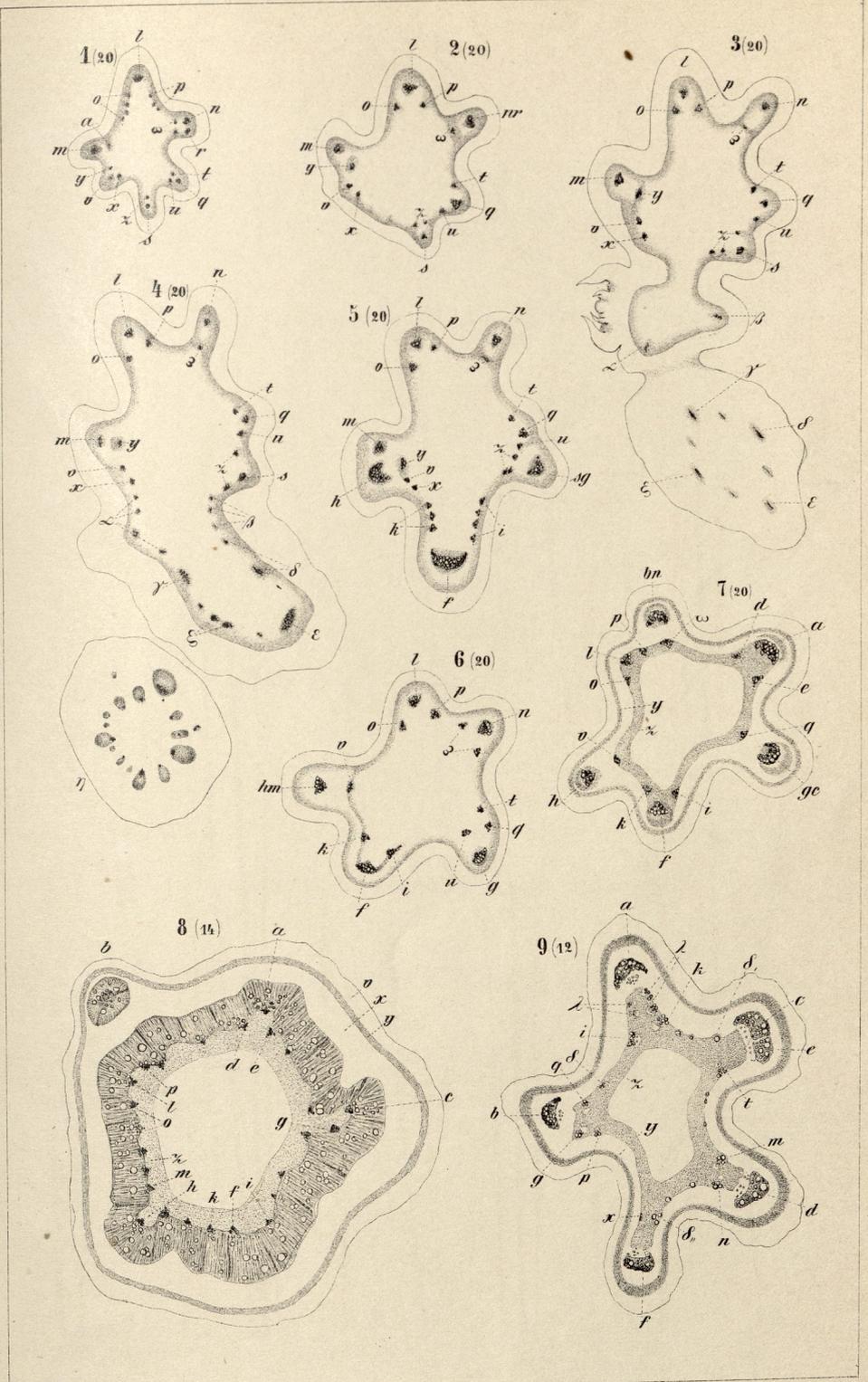


S. Messinger'sche lith. Anst. München.

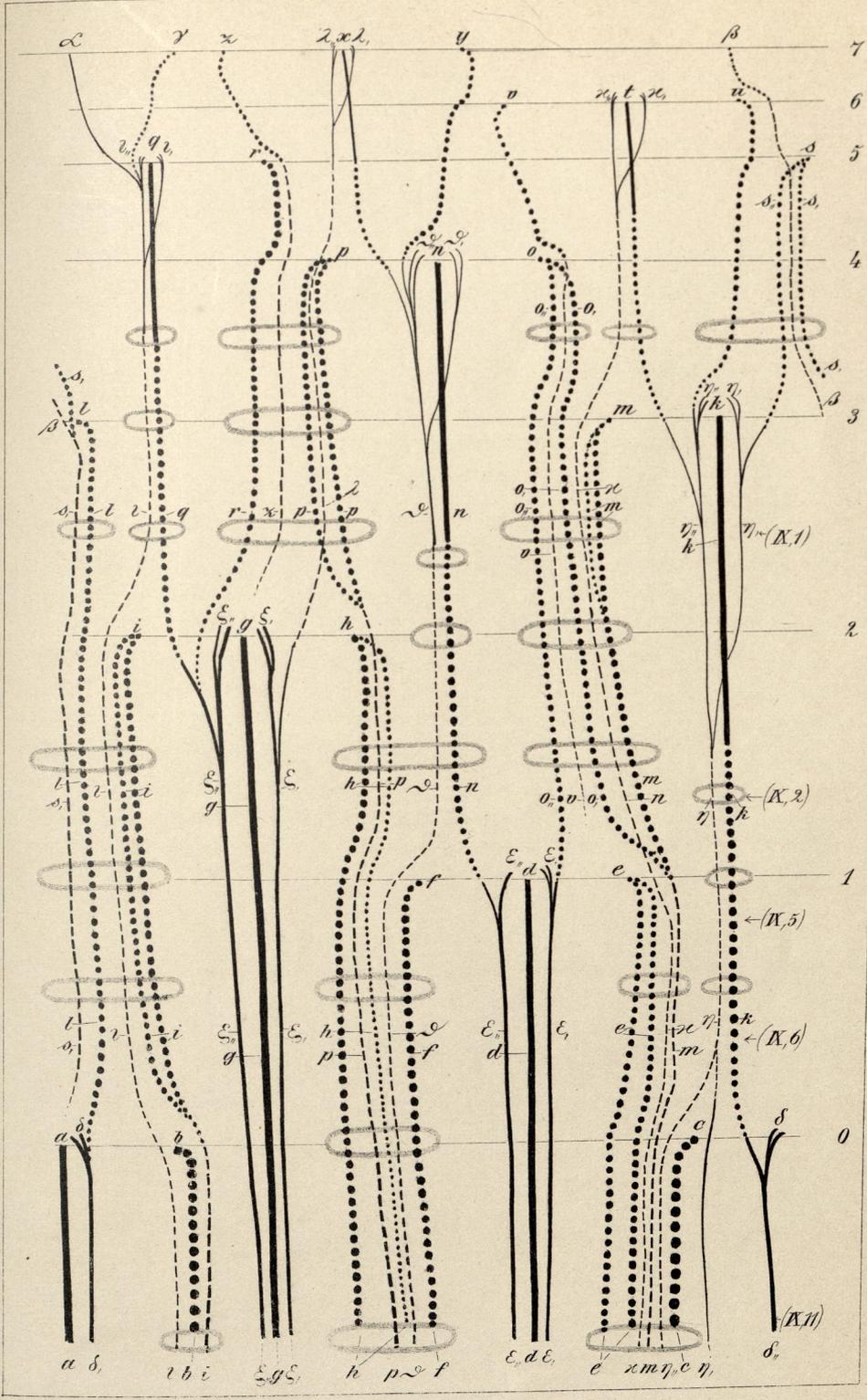
Urvillea ferruginea.



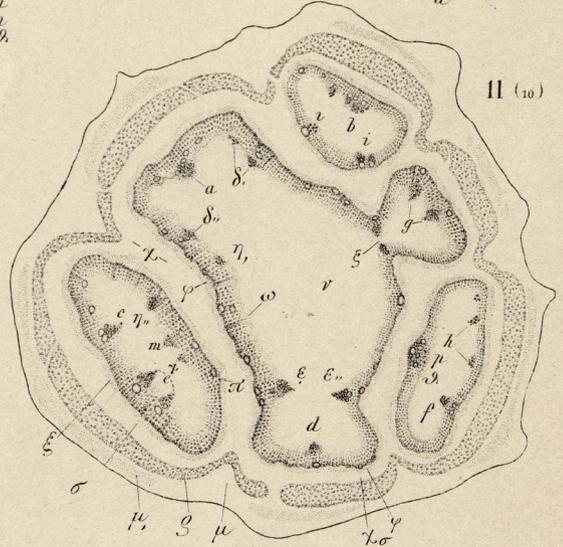
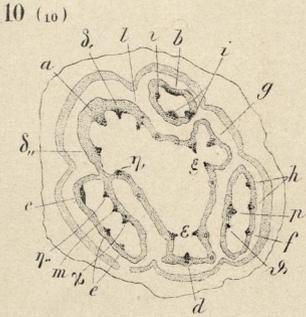
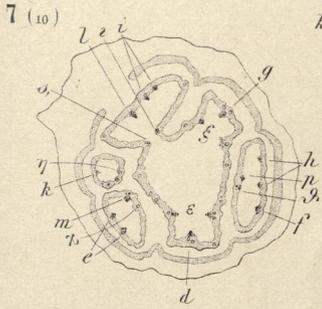
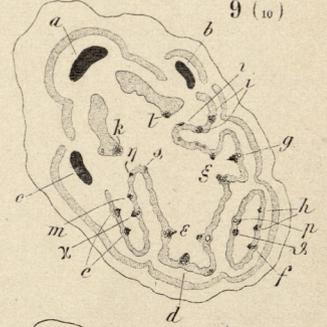
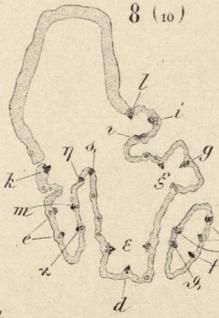
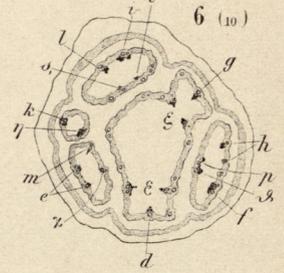
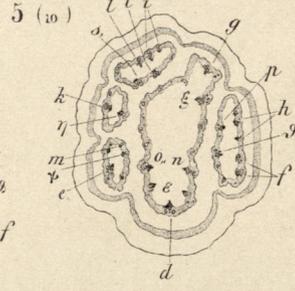
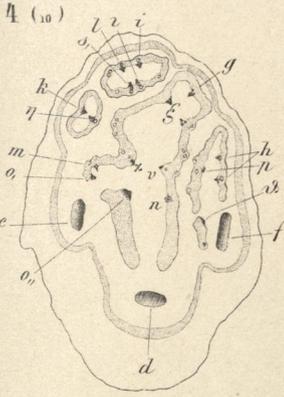
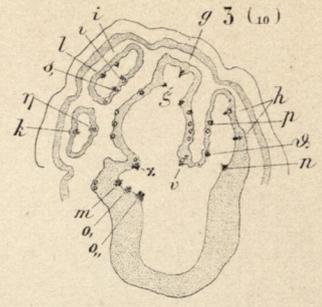
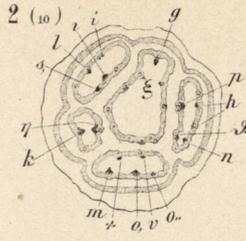
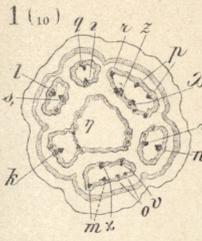
Paullinia spec.



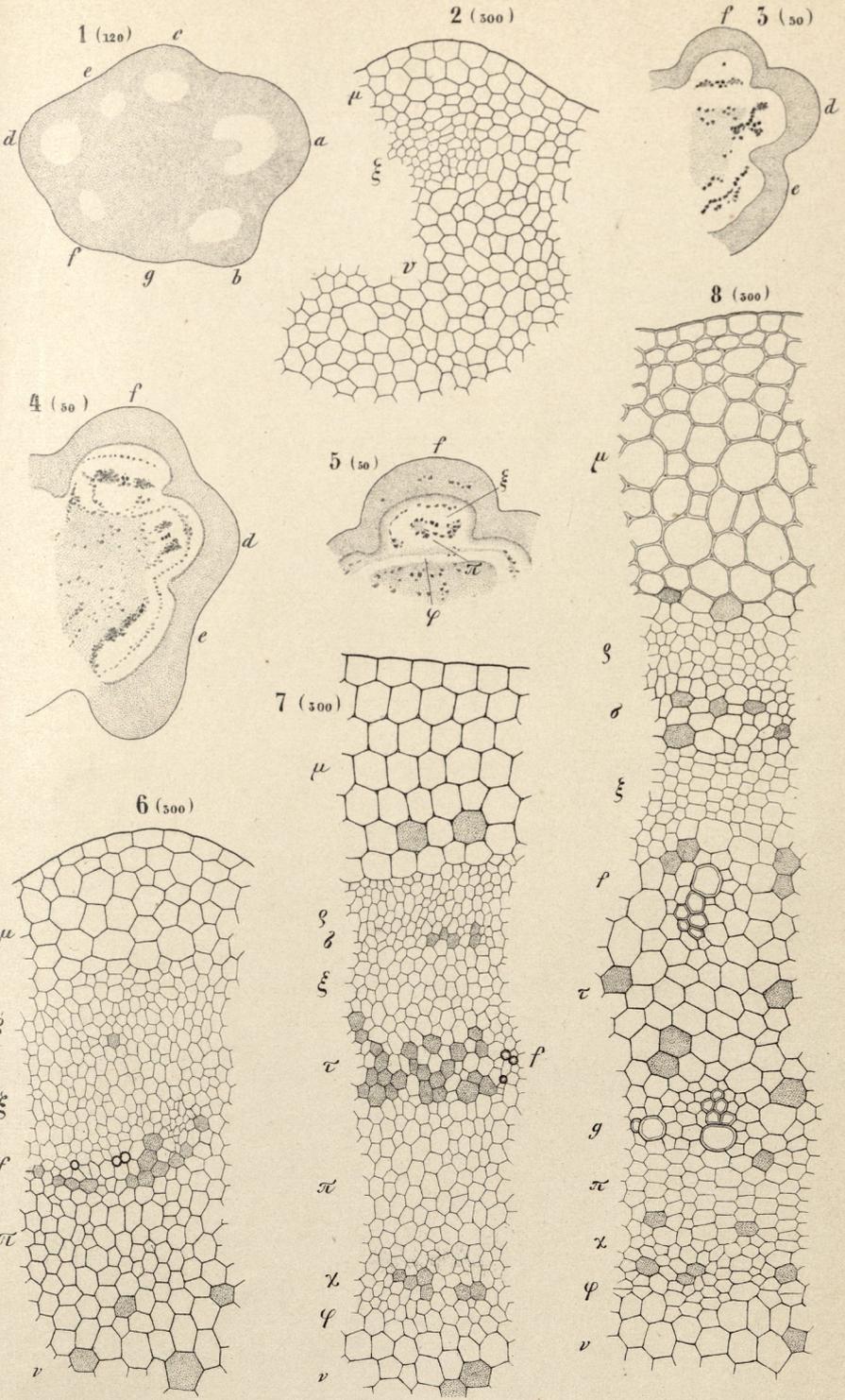
18 *Paullinia alata*. 9 *Serjania mexicana*.



Serjania caracassana.



Serjania caracassana.



Serjania caracassana.

UB Wien



+AM505868106

