

Ueber das Wachsthum des Gefässstammes

Autor(en): **Nägeli, Carl**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik**

Band (Jahr): **1 (1844-1846)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **14.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-357986>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ueber das Wachstum des Gefässstammes

von

Carl Nägeli.

(Tab. V.)

Unger ¹⁾ unterscheidet drei Arten des Wachstums für den Gefässstamm:

1) „Die Gefässbündel setzen sich in ihrer Entwicklung nach oben fort, ohne sich zu vervielfältigen: *Gipfelansatz* oder *endsprossendes Wachstum*.“

2) „Den Gefässbündeln kömmt nur eine bestimmte Länge ihrer Entwicklung zu, und neue Gefässbündel, welche zu den vorhergehenden hinzukommen, und sich von aussen an dieselben legen, vergrössern und verlängern den Stamm: *Umsprossendes Wachstum*.“

3) „Die Gefässbündel setzen sich nicht nur allein nach oben fort, sondern sie vervielfältigen sich zugleich nach aussen, was zur Bildung eines centralen und peripherischen Gefässbündelsystems Veranlassung giebt: *Endumsprossendes Wachstum*.“

Nach diesen drei verschiedenen Arten des Wachstums theilt Unger die Gefässpflanzen ein, in

1) *Acrobrya vascularia*, wohin die *Rhizanthaeae*, *Filices*, *Equisetaceae*, *Lepidodendreae*, *Lycopodiaceae*, *Stigmarieae*, *Cycadeae* und *Hydropeltideae* gerechnet werden.

¹⁾ Aphorismen pag. 17.

2) *Amphibrya*, welche synonym mit den *Monocotyledonen* sind

3) *Acramphibrya*, wozu die *Coniferae*, *Calamiteae*, *Piperinae* und *Dicotyledones* gehören.

Die gleiche Eintheilung liegt bekanntlich dem *Endlicher'schen* Systeme zum Grunde.

Diese Theorie von den Wachstumsarten des Gefässstammes erscheint in noch schärferer Form und in weiterer Ausbildung in den Grundzügen der Botanik von *Endlicher* und *Unger*¹⁾. Es werden drei Fundamentalgesetze für das Wachstum unterschieden:

1) »Das Anwachsen neuer Elementartheile der Gefässbündel geschieht zwar *continuirlich*, aber *einzig* und *allein* an der Spitze derselben: *Endsprossendes Wachstum*.«

»Es ist demnach ein einziges zusammenhängendes System von Gefässbündeln vorhanden. Der Stamm verlängert sich ohne zugleich dicker zu werden.«

2) »Der Gipfelansatz neuer Elementartheile der Gefässbündel ist beschränkt, es entstehen aber immer neue Gefässbündel vom Umfange des Stammes zur Mitte der Stammesspitze, und bedecken die bereits vorhandenen: *Umsprossendes Wachstum*.«

»Es ist ein einziges, aber *vervielfältigtes* Gefässbündelsystem vorhanden. Der Stamm wächst an der Spitze und an der Peripherie.«

3) »Der Ansatz neuer Elementartheile der Gefässbündel geschieht auf eine doppelte Weise. Ein Theil des Gefässbündels verlängert sich *continuirlich* durch Gipfelansatz, während sich ein zweiter fortwährend am Umfange *vervielfältigt*: *Endumsprossendes Wachstum*.«

»Es sind also gleichsam zwei Gefässbündelsysteme vorhanden, oder das ursprünglich eine sondert sich in zwei Theile, in ein *centrales* und in ein *peripherisches*, von denen das erstere dem Gesetze des *endsprossenden* Wachsthumes folgt, während sich das

¹⁾ Pag. 88.

letztere nach der Norm des umsprossenden Wachsthumes vervielfältiget, und wir finden hier die beiden vorhergehenden Vegetationsweisen vereinigt. — Der Stamm wächst an der Spitze und an der Peripherie.“

Es ist überflüssig, hier andere Physiologen zu citiren, da die Theorie nirgends so scharf und bestimmt ausgesprochen wurde.

Die Entscheidung, ob die Theorie richtig sei oder nicht, ist gewiss von der grössten Wichtigkeit, theils wegen des unmittelbaren, theoretischen Interesses, theils wegen ihrer nothwendigen Consequenzen auf andere Punkte der Physiologie und auf die Systematik. Ich wollte es daher bei den schon früher ¹⁾ ausgesprochenen Zweifeln nicht bewenden lassen, sondern wo möglich durch Untersuchungen an der Terminalknospe zu Gewissheit gelangen.

Der Hauptgrund, warum ich an der bisherigen Theorie zweifeln zu dürfen glaubte, war der, dass wenn sie richtig war, nothwendig die Bedeutung von Stamm und Blatt bei Monocotyledonen einerseits, bei Gefässcryptogamen und Dicotyledonen andererseits wesentlich verschieden sein musste, — was aus andern Gründen nicht wahrscheinlich war. Das gleiche Organ, nämlich das Blatt, konnte kaum bei Monocotyledonen bloss die obern Theile der Gefässbündel des Stammes enthalten, und zugleich bei Gefässcryptogamen und Dicotyledonen eigene und vollständige Gefässbündel besitzen. Das gleiche Organ, nämlich der Stamm, konnte kaum bei Monocotyledonen bloss aus Gefässbündelstücken bestehen, und zugleich bei Gefässcryptogamen und Dicotyledonen ganze und eigene Gefässbündel haben.

Die Untersuchung hatte also vor Allem aus die Frage zu beantworten, woher kommen die zu den Blättern gehenden Gefässbündel, und wie verhalten sie sich zu den Gefässbündeln des Stammes? Ich will mich hier bloss an diese beiden Fragen halten, und desswegen nur auf die an den Gefässpflanzen mit wahren Blättern gemachten Beobachtungen Rücksicht nehmen. Es kommen also vorzüglich *Lycopodiaceen*, *Equisetaceen*, *Monocotyledonen*

¹⁾ 1. Heft pag. 19.

und *Dicotyledonen* in Betracht. Mit Unrecht wurden bisher immer, bei den betreffenden Untersuchungen und Betrachtungen, mit den Lycopodiaceen und Equisetaceen auch die Farren und Rhizocarpeen zusammengeworfen, und aus ihnen der Typus der acotyledonen Gefässpflanzen abgeleitet, ohne dass man sich vorher sicher darüber Rechenschaft gab, ob wirklich die Farren und Rhizocarpeen in gleicher Weise einen beblätterten Stamm besitzen, wie Lycopodiaceen und Equisetaceen, oder nicht.

Der Stamm der *Lycopodiaceen*, mit Ausnahme von *Selaginella*, soll nach übereinstimmenden Aussagen der Physiologen und Systematiker ein einziges centrales Gefässbündel besitzen, von welchem die Gefässbündel für die Blätter seitlich abgehen. Ein Querschnitt und ein Längsschnitt an alten Stammtheilen scheinen allerdings dieses Resultat zu liefern. Macht man aber einen verticalen Durchschnitt durch die Terminalknospe, oder einen horizontalen Durchschnitt dicht unterhalb der Terminalknospe, so ändert sich die Sachlage vollständig.

Ich habe *Lycopodium clavatum* zu diesem Zwecke untersucht. Ein verticaler Längsschnitt durch die Terminalknospe (Tab. V. Fig. 1) zeigt an dem Punctum vegetationis ein farbloses, helles, kleinzelliges Gewebe, mit homogenem Zelleninhalte und ohne Inter-cellularräume (Fig. 1, *a*). Unterhalb dieser Stelle scheidet sich das Gewebe in zwei Theile, in einen innern, den ich das Mark (Fig. 1, *b*) nennen will, und in einen äussern, die Rinde (Fig. 1, *c*).

Das Mark, das anfangs bedeutend beträchtlicher ist als die Rinde, unterscheidet sich von der letztern durch die grössere Helle und Durchsichtigkeit des Gewebes (*b*). Es erscheint etwas weiter nach unten senkrecht gestreift, indem hellere und dunklere Streifen mit einander abwechseln (Fig. 1, *d*). Die hellern Streifen enthalten wasserhelle, langgestreckte Zellen. Die dunklern Streifen werden von kürzern Zellen mit Schleiminhalt und mit Kernen gebildet; in denselben dauert die Zellenbildung fort. Der äusserste Streifen jederseits vor der Rinde ist immer ein heller.

Die Rinde zeichnet sich vor dem Marke zuerst durch die dunklere Schattirung aus (Fig. 1, *c*). Sie erscheint dann ebenfalls

gestreift (Fig. 1, e); die Streifung geht aber nicht senkrecht, sondern schief von unten und innen nach oben und aussen. Die hellern Streifen sind schmaler als die andern; sie gehen jeder zu einer Blattbasis und setzen sich in das Blatt fort. Die dunklern Streifen sind breiter; sie treffen auf den Zwischenraum zwischen zwei Blattansätzen, und setzen sich theilweise in das obere und in das untere Blatt fort. Die dunkeln Streifen endigen nach innen plötzlich, wo das Mark beginnt; sie enthalten kürzere, mit körnigem Schleim gefüllte Zellen, in denen noch Zellenbildung stattfindet. Die hellen Streifen gehen nach innen ohne Unterbruch in den äussern hellen Streifen des Markes über; sie werden von längern, mit wässriger Flüssigkeit erfüllten Zellen gebildet.

Etwas weiter abwärts bemerken wir jederseits ein Gefässbündel (Fig. 1, f, f). Es steigt in der äussersten Schicht des Markes, an der innern Grenze der Rinde, in die Höhe, biegt sich nach aussen, verläuft schief durch die Rinde nach aussen und oben, und tritt in ein Blatt ein. Das unterste Ende des Gefässbündels trifft auf die Biegungsstelle eines andern Gefässbündels, welches ebenfalls zuerst eine Strecke weit senkrecht zwischen Mark und Rinde emporsteigt, und dann in ein Blatt ausläuft. Diese Anordnung wiederholt sich beiderseits nach oben. Das nächste Gefässbündel, welches entstehen wird, wird sich an den innern obern Winkel der Biegungsstelle des obersten Gefässbündels festsetzen, durch den äussersten hellen Streifen des Markes in die Höhe steigen, und in den nächsten hellen Streifen der Rinde ausbiegen, um in das nächste Blatt einzutreten.

Die senkrechten Durchschnitte durch die Terminaltriebe von *Lycopodium clavatum* zeigen uns demnach jederseits eine Reihe successiver Gefässbündel, von denen jedes in ein Blatt ausläuft.

Betrachten wir noch Mark und Rinde in der Höhe des obersten Gefässbündels etwas genauer. Das Mark zeigt sich, wie höher oben, noch immer senkrecht gestreift. Die hellen Streifen (Fig. 1, g, g) enthalten langgestreckte, weite Zellen mit wässrigem Inhalte. Die dunkeln Streifen (Fig. 1, h, h) bestehen ebenfalls aus

langgestreckten, aber aus kürzern und viel schmälern Zellen mit körnigem Inhalte und mit Kernen. — An der äussern Fläche der Gefässbündel folgt zunächst ein heller Streifen, bestehend aus durchsichtigem elliptischem Parenchym, dessen Zellen nach oben und innen geneigt sind (Fig. 1, *i*). Dann folgt eine dunkle Schicht, aus langgestreckten, schon deutlich porösen, senkrecht stehenden Zellen gebildet (Fig. 1, *k*). An dieselbe schliesst sich nach aussen eine helle Schicht, bestehend aus durchsichtigen, elliptischen, noch sehr zart spiralig-porösen Parenchymzellen (grösser als die der Schicht *i*), welche nach oben und aussen geneigt sind (Fig. 1, *l*). Nach aussen macht den Schluss ein dunkler Streifen von senkrecht stehenden, schmälern Zellen (Fig. 1, *m*).

Zur Vervollständigung der Anschauung wollen wir nun von oben nach unten die horizontalen Durchschnitte betrachten. Der erste Durchschnitt dicht unter dem Punctum vegetationis, etwas über der Stelle geführt, wo bei senkrechten Schnitten die Blattanfänge sichtbar werden, zeigt uns ein homogenes, von innen nach aussen gleiches, zartes parenchymatisches Gewebe, mit homogenem schleimigem Zelleninhalte und ohne Intercellularräume.

Ein etwas tieferer Schnitt lässt schon eine Sonderung des Gewebes erkennen; ein wenig helleres Mark wird von einer etwas dunklern Rinde umschlossen.

Trifft der Schnitt noch etwas tiefer, so hat sich sowohl Mark als Rinde, jedes in zwei Theile geschieden (Fig. 2). In dem Mark wird ein Kreis von dunklern Stellen bemerkbar, die nach aussen ziemlich abgegrenzt sind, nach dem Centrum hin sich allmählig verlieren. Die Rinde erscheint radial gestreift; die breitem dunkeln und die schmälern hellern Streifen wechseln regelmässig mit einander ab. Die dunkeln Streifen entsprechen genau den dunklern Stellen im Marke. In Fig. 2 sind von beiden je zehn vorhanden.

Bei dickern Schnitten sieht man mehr radiale Streifen in der Rinde als im Marke (z. B. 22 in der Rinde, 12 im Marke). Es rührt diess daher, weil, wie uns die Vergleichung mit dem senkrechten Durchschnitte lehrt (Fig. 1), die Streifung im Mark von

unten nach oben in der Regel die gleiche bleibt, in der Rinde dagegen von unten nach oben wechselt. Eine dunkle oder eine helle Stelle des Markes ist daher ein durchschnittener senkrechter Strang; die Zahl derselben muss sich auch bei dickern Schnitten gleich bleiben. Ein heller Streif der Rinde dagegen ist ein fast horizontal liegender Strang, auf den nach unten und nach oben, und zwar nicht genau senkrecht, andere helle Stränge folgen. Es ist daher natürlich, dass bei dickern Schichten die Zahl der Streifen in der Rinde grösser zu sein scheint, als die Zahl der Streifen im Marke.

Die hellen Streifen im Marke, welche zwischen den dunkeln liegen, bezeichnen die Stellen, wo später die Gefässbündel entstehen. Die hellen Stränge in der Rinde sind die Stellen, wo die Gefässbündel später zu den Blättern verlaufen.

Auf einem horizontalen Schnitte, der unmittelbar unter dem vorhergehenden gemacht wird, haben sich die dunkeln Stellen des Markes nach aussen und nach innen mit einander vereinigt (Fig. 3). Das Mark erscheint nun nicht mehr als ein Gewebe, in welchem sich dunklere Stellen auszeichnen, sondern als ein Gewebe, in welchem sich die hellern Stellen unterscheiden. Um zu einer richtigen Würdigung der Formbildung dieser hellern Stellen zu gelangen, muss man sich vorstellen, als ob sie alle von der Peripherie des Markes ausgingen. Wirklich finden wir nie hellere Stellen im Innern des Markes, welche nicht nach aussen bis zu einer bestimmten Entfernung vom Centrum reichten. An der Peripherie befindet sich also eine gewisse Zahl (meist 10 bis 14) von hellern Stellen, welche bald für sich einen abgeschlossenen Raum bilden, bald sich mit andern zu geraden oder gebogenen, einfachen oder verästelten Streifen vereinigen. Da das Mark auf dem Durchschnitte mehr oder weniger sich von der Kreisform entfernt, und eine Ellipse darstellt, so vereinigen sich gewöhnlich je zwei oder auch je drei an den langen Seiten befindliche, einander gegenüberstehende, helle Stellen zu einem quer durch die Ellipse verlaufenden hellen Streifen, wie diess in Fig. 3, 5, 7 und 8 der Fall ist.

Die hellern Stellen des Markes werden von etwas grössern

Zellen gebildet, welche eine klare, farblose Flüssigkeit enthalten, und in denen man keine Kerne mehr erkennt (Fig. 4, a, a). Es sind die spätern Gefässe. — Das dunklere Gewebe des Markes besteht aus kleinern, dicht mit schwach-grünlichem Schleime gefüllten und Kerne enthaltenden Zellen (Fig. 4, b, b). Es ist das Cambium und geht nachher in die sogenannten *eigenen Gefässe* (von *Mohl*) über.

Ein Querschnitt, welcher dicht unter dem vorhergehenden gemacht wird, zeigt in der Rinde schon einige durchschnittene Gefässbündel (Fig. 5, f, f). Es sind die obersten, zu den Blättern auslaufenden Gefässbündel, welche tiefer von dem Markeylinder abgehen. — Im Marke selbst hat sich bloss soviel geändert, dass die Cambiumzellen an Zahl zugenommen haben. Wenn sie z. B. in dem vorher erwähnten Durchschnitte in einem Streifen zu drei nebeneinander lagen, so finden wir sie hier zu sechs bis sieben nebeneinander in einer Reihe (Fig. 6, b, b). — Die Zellen der hellern Stellen dagegen, welche sich in die Gefässe umwandeln sollen, haben sich nicht vermehrt (Fig. 6, a, a).

Wird der Querschnitt wieder etwas tiefer genommen, so werden nicht bloss in der Rinde mehrere durchschnittene Gefässbündel, sondern es werden auch am Markeylinder einige derselben sichtbar (Fig. 7, f, f). — Das Cambium hat sich insofern umgebildet, als nun im innern Theile der dunkeln Streifen eine mittlere Reihe grösserer und hellerer Zellen auftritt, welche sich von den übrigen kleinern und dunklern Cambiumzellen unterscheidet. Im Uebrigen bleibt das Cambium nach wie vor durch seine kleinern dunklern Zellen von dem hellen Zellgewebe, welches sich in Gefässe verwandeln soll, ausgezeichnet.

Nehmen wir nun den Querschnitt noch um etwas tiefer, so finden wir nicht bloss in der Rinde viele durchschnittene Gefässbündel, sondern wir finden auch in der äussern Schicht des Markeylinders einen Kreis von Gefässbündeln, und zwar genau so viele als hellere Streifen an der Peripherie vorhanden sind (Fig. 8, f, f). Jedes Gefässbündel besteht aus 8—12 Gefässen. — Nach innen auf ein Gefässbündel folgen die weitem, hellen Zellen, welche sich

später ebenfalls in Gefässe verwandelt werden. Sie sind noch immer in gleicher Zahl vorhanden, wie auf den frühern Durchschnitten (nämlich je drei oder seltener je zwei nebeneinander in einem Streifen); sie haben sich also durchaus nicht vermehrt. — Das Cambium hat sich besonders nach der Peripherie hin, im Innern dagegen wenig geändert. Wir treffen im innern Theile eines Cambiumstreifens je sechs bis sieben nebeneinander liegende Zellen, von denen die mittleren grösser, heller und dickwandig, die äusseren kleiner, dunkler und dünnwandiger sind. Nach der Peripherie hin geht die mittlere Zellenreihe in kleinere Zellen über, welche ebenfalls einen wasserhellen Inhalt führen und verdickte weissliche Membranen besitzen, und die gewöhnlich je zu zwei nebeneinander liegen. Die kleinern dunklern Cambiumzellen gehen nach aussen in ein ihnen ähnliches Gewebe über; sie liegen jedoch daselbst je zu sechs bis acht neben dem Gefässbündel. Von diesen sind die dem Gefässbündel näher liegenden vier bis sechs Reihen kleiner und etwas heller, die weitem zwei Reihen wenig grösser und etwas dunkler. — Das ausserhalb des Gefässbündelkreises und innerhalb der Rinde gelegene Cambium zeigt etwas grössere und etwas hellere Zellen, als es früher hatte, und als das Cambium der Streifen jetzt noch besitzt.

Die weitem Veränderungen sind folgende. Die von dem Gefässbündel einwärts gelegenen wasserhellen Zellen verwandeln sich in Gefässe. Diese Verwandlung schreitet von aussen nach innen fort, bis dahin, wo ein heller Streifen entweder blind endigt oder sich mit einem andern vereinigt. — Die Cambiumzellen, welche früher einen körnigen schleimigen Inhalt besaßen, erhalten eine wasserhelle Flüssigkeit, verdicken ihre Membranen, und sind nun die sogenannten »eigenen Gefässe«. Die Zellen der mittlern Reihe werden nach der Peripherie hin braun. Zwei an der äussern Fläche gelegene Zellschichten bilden eine scharfe Grenze nach der Rinde hin. Damit ist der Holzcyylinder fertig. — In der Rinde bilden sich die drei Schichten, welche schon früher zu unterscheiden waren, weiter aus. Die innere Schicht ist ein helles Gewebe mit dicken, fein-porösen Wandungen. Die mittlere Schicht enthält

grosse Parenchymzellen mit dünnern Membranen. Die äussere schmälere Schicht wird durch kleinere Zellen mit dicken, grünlich-gelben Membranen gebildet; die Färbung der Membranen nimmt von aussen nach innen an Intensität ab.

Das Wachsthum des Stammes von *Lycopodium clavatum* zerfällt, wenn wir die Resultate zusammenfassen, in folgende Momente:

1) Durch Zellenbildung im Punctum vegetationis entsteht ein gleichförmiges, homogenen Schleim enthaltendes, kleinzelliges Parenchym.

2) Dieses Parenchym scheidet sich in einen centralen Theil, das Mark, und in einen peripherischen Theil, die Rinde. Ersteres ist ein helleres Gewebe mit geringer Zellenbildung; es entwickelt sich später zum Holzcylinder. Letztere ist ein dunkleres Gewebe, mit lebhafter Zellenbildung. (Vgl. Fig. 1, *b* und *c*.)

3) Das Mark scheidet sich der Länge nach in zwei Theile: in eigentliches Cambium oder Brutcambium und in Gefässcambium. Das Gefässcambium bildet in dem aus Brutcambium bestehenden Cylinder 10 bis 14, innerhalb der Peripherie in einen Kreis gestellte und der Länge nach verlaufende Stränge, von denen sich häufig zwei oder mehrere im Innern des Cylinders zu bandförmigen Streifen auf verschiedene Weise vereinigen. — Das Gefässcambium stellt somit entweder isolirte einfache cylindrische, oder zusammengesetzte, einfach - bandförmige und zusammengesetzt-bandförmige Stränge dar. Es besteht aus wasserhellen Zellen, in denen fortan keine Zellenbildung mehr thätig ist. Das Brutcambium bildet eine zusammenhängende, aber stellenweise durch das Gefässcambium unterbrochene Masse. Es besteht aus kleinern, mit trübem schleimigem Inhalte gefüllten Zellen, in welchen neue Zellen sich bilden. (Vgl. Fig. 1, *d*; 2; 3.)

4) Die Rinde scheidet sich in radialer Richtung in zwei Theile: in die eigentliche Rinde, welche ein zusammenhängendes, trübes, sich vermehrendes Gewebe darstellt, und in Stränge von Gefässcambium, das aus hellen Zellen besteht. Diese Stränge gehen von dem Cambiumcylinder radienförmig nach oben und aussen.

Je einer tritt in die Basis eines Blattes ein. (Vgl. Fig. 1, e; 2; 3.)

5) Die Verholzung des Gefässcambium im Marke und in der Rinde geschieht so, dass der äussere Theil eines Stranges von Gefässcambium im Marke eine Strecke weit, und zu gleicher Zeit derjenige Strang von Gefässcambium in der Rinde, welcher dem obern Ende jenes Markstückes entspricht, zu einem einzigen continuirlichen Gefässbündel verholzt. Jedes Gefässbündel läuft somit eine Strecke weit senkrecht im Marke in die Höhe, und geht dann nach aussen durch die Rinde zur Basis eines Blattes. Diese Verholzung des äussern Theiles des Gefässcambium im Marke schreitet successive von unten nach oben fort, so dass jedes folgende Gefässbündel sich an das nächst untere ansetzt und scheinbar dessen Fortsetzung bildet, sowie in der Rinde durch je den nächst folgenden Cambiumstrang verläuft, und in das nächst folgende Blatt eintritt (Fig. 1, f, f; 5; 7; 8).

6) Nachdem der äusserste Theil eines Gefässcambiumstranges im Marke zu einem in die Rinde und in ein Blatt übergehenden Gefässbündel schon einige Zeit verholzt ist, so schreitet die Verholzung in horizontaler Richtung zu den innern Zellen des Gefässcambiumstranges fort, und verwandelt alle in Gefässe. Wie in den übrigen succedanen Gefässbündeln (von *Schleiden*) ist auch hier ein Unterschied zwischen den früher und den später ausgebildeten Gefässen bemerkbar. Die erstern oder äussern sind poröse Gefässe mit spiralförmiger Anordnung der Poren. Die letztern oder innern sind gestreifte Gefässe mit breiten horizontalen Poren.

7) Das Brutcambium verwandelt sich in das Gewebe der sogenannten eigenen Gefässe, indem die Zellenbildung aufhört, der trübe schleimige Inhalt in eine wasserhelle Flüssigkeit übergeht, und die Wandungen sich verdicken. An dem ausgebildeten Gewebe unterscheidet man drei Theile: 1. die eigentlichen vasa propria, welche den grössten Theil des Gewebes ausmachen, und langgestreckte, farblose Prosenchymzellen sind; — 2. mitten in jeder zwischen zwei Gefässbündeln liegenden Wand von vasis propriis eine Schicht von langgestreckten, seitlich zusammengedrückten

Zellen mit etwas dickern Membranen; diese Schichten, welche innen einfach und nach der Peripherie hin doppelt und kleinzellig sind, und welche im Innern farblos, nach aussen hin allmählig braungefärbt erscheinen, endigen plötzlich in gleicher Entfernung vom Centrum wie die Gefässbündel, so dass sie mit diesen in einer Cylinderfläche liegen; — 3. nach aussen von den vasis propriis ein aus zwei Zellschichten gebildeter Sack, welcher den Holzcylinder abschliesst, bestehend aus kürzern und dünnwandigen Zellen.

8) Die eigentliche Rinde, nachdem sich die zu den Blättern verlaufenden Gefässbündel ausgeschieden haben, beendet ihre Zellenbildung, und theilt sich concentrisch in drei Theile: 1. ein inneres Gewebe von kleinern, mehr dickwandigen und porösen Zellen, 2. ein mittleres Gewebe von weitem langgestreckten und mehr dünnwandigen Zellen, und 3. ein äusseres kleinmaschiges und gefärbtes Gewebe.

Bei der Vergleichung mit den übrigen Arten des Gefässstammes sind von besonderer Wichtigkeit die beiden Thatsachen:

1) dass der Stamm von *Lycopodium* einen Holzcylinder einschliesst, der ursprünglich von einem Kreise von Gefässbündeln gebildet wird;

2) dass die successiven Gefässbündel jedes in ein Blatt auslaufen.

Der Lycopodienstamm (mit Ausnahme von *Selaginella*) schliesst nicht, wie bisher angenommen wurde, ein einziges Gefässbündel ein, sondern einen *Holzcylinder*. Derselbe besteht in dem Punkte, wo er sich fortwährend bildet, aus einem Kreis vollkommen getrennter Gefässbündel. Dass nachher je zwei oder mehrere Gefässbündel sich in ein zusammengesetztes Bündel vereinigen, ist bloss von secundärer Bedeutung, und thut ihrer ursprünglichen Individualität so wenig Eintrag, als der Umstand, dass die anfänglich getrennten Bündel des Dicotyledonenstammes sich später zu einem Holzringe vereinigen.

Jedes der Gefässbündel, aus denen der Stamm von *Lycopodium* besteht, hat begrenztes Wachsthum, sowohl in die Länge.

als in die Dicke. Seine Länge wird durch zwei fixe Endpunkte bestimmt: einerseits durch die Stelle, wo das in senkrechter Richtung nächst untere Gefässbündel vom Holzcylinder in die Rinde ausbiegt, anderseits durch die Blattspitze. Wir sehen nämlich jedes Gefässbündel diesen Weg einschlagen, sobald es durch die Verholzung deutlich erkennbar geworden ist. Wenn dagegen der Holzcylinder ausgebildet ist, so erscheint es, als ob die in der Blätter eintretenden Gefässbündel an dem Holzcylinder wie Aeste an einem Stamme entsprungen wären, und als ob der Holzcylinder etwas für sich bestehendes, unabhängiges und individuelles sei. Mit der vollkommenen Ausbildung des Holzcylinders stimmt gewissermassen der ursprüngliche Zustand, bevor die Verholzung eingetreten ist, überein.

Diese Erscheinungen lassen nun zur Noth zwei verschiedene Erklärungen zu. Die erste Erklärung ist folgende. In dem Lycopodiumstamme befindet sich ein Kreis von Gefässbündeln. Diese wachsen (im Cambiumzustande) continuirlich an der Spitze, so lange der Stamm sich verlängert. Sie geben Zweige ab, welche in die Blätter eintreten. Die Verholzung geschieht so, dass immer ein Theil eines Stammbündels mit dem von dem obern Ende dieses Theiles abgehenden Bündel für ein Blatt zugleich verholzt.

Diese Erklärung würde es als einen blossen, durch ungleiche Entwicklung erzeugten Schein auslegen, dass jedes Gefässbündel zuerst eine Strecke weit durch den Holzcylinder verlaufe und dann in ein Blatt ausgehe. Sie würde das Leben des Gefässbündels schon lange vor der Verholzung beginnen lassen, und die Verholzung bloss als ein späteres und weniger wesentliches Stadium desselben betrachten.

Die zweite Erklärung ist die, welche ich oben gegeben habe. Sie hält das, was zuerst deutlich in die Erscheinung tritt, für das ursprüngliche; nicht sowohl gerade desswegen, als weil diese Erklärung sich mit jeder Theorie über das Wesen des Gefässbündels vereinigen lässt, und weil einige anderweitige Gründe ganz besonders zu ihren Gunsten sprechen.

Gehen wir zuerst auf die Theorie über das Wesen des Gefäss-

bündels ein. Das Gefässbündel kann möglicher Weise auf drei Arten entstehen: 1) dass einzelne Zellen zu Gefässen verholzen, während die umliegenden Zellen Parenchym werden; 2) dass in einzelnen Zellen die Zellenbildung aufhört, während sie in den benachbarten Zellen fort dauert, und dass jene Zellen sich in Gefässe verwandeln; 3) dass in einer Zellenreihe eine besondere Zellenbildung auftritt, und dass aus dem auf diese Weise gebildeten Zellstrang das Gefässbündel wird.

Ist von diesen drei Annahmen die erste richtig, dann ist es offenbar ebenfalls die von mir gegebene Erklärung von dem Wachsthum des Lycopodienstammes. Ist die zweite oder dritte Annahme über die Entstehung des Gefässbündels richtig, dann sind nach den erkennbaren Erscheinungen beide Erklärungen von dem Wachsthum des Lycopodienstammes möglich, weil empirisch nicht ermittelt werden kann, ob die hellen Streifen von Zellgewebe im Markcylinder, welche ich Gefässcambium nannte, sich continuirlich fortsetzen, und ob die in der Rinde liegenden und in die Blätter eintretenden hellen Streifen bloss Zweige derselben seien, — oder ob jeder der erstern ursprünglich schon, wie nachher bei der Verholzung, in einen der letztern unmittelbar sich fortsetze und mit ihm ein individuelles Ganze bilde.

Wenn nun aber beide Erklärungen nach den sichtbaren Erscheinungen in gleicher Weise möglich sind, so ist dann gewiss diejenige die wahrscheinlichere, welche den ursprünglichen Zustand so auffasst, wie er späterhin (bei der Verholzung der Zellen) zuerst deutlich wird. Es ist somit wahrscheinlicher, dass jedes Gefässbündel des Stammes auch in seinem ersten Anfange directe in ein Blatt endige.

Diese Wahrscheinlichkeit wird durch andere Gründe unterstützt. Die Gefässbündel sind nicht in jeder Höhe des Stammes in gleicher Zahl vorhanden. Die einen Durchschnitte geben 10, andere 11, andere 12, 13, 14 Gefässbündel. Wenn dieselben im Stamme continuirlich nach oben sich verlängerten, auf welche Weise sollten sie sich vermehren, auf welche Weise vermindern? Möglich wäre es allerdings. Aber da diese Annahme nicht noth-

wendig ist, so ist sie zu vermeiden, weil sie nur neue Hülfs-theorien nothwendig machte.

Mehr als diess aber ist das Verhalten des Stammes von *Equisetum* von Gewicht. Derselbe besitzt bekanntermassen einen Kreis von Gefässbündeln. Die Zahl der Gefässbündel wechselt häufig in den successiven Internodien. In einem Internodium sind aber immer so viele Gefässbündel als Blätter an dem nächsten Knoten stehen, indem jedes Gefässbündel in ein Blatt ausläuft. Wenn das nächste Internodium gleich viele Gefässbündel besitzt, wie das vorhergehende, so alterniren sie mit denen des letztern. Jedes Gefässbündel spaltet sich an der Basis in zwei Schenkel, welche sich an je zwei Gefässbündel des untern Internodiums ansetzen, da wo dieselben sich auswärts biegen, um durch die Rinde in ein Blatt einzugehen ¹⁾).

Bei *Equisetum* ist also die Annahme, dass die Gefässbündel im Stamme continuirlich nach oben wachsen, unmöglich, weil jedes Gefässbündel eines Internodiums in ein Blatt ausgeht, und im folgenden Internodium keine unmittelbare Fortsetzung hat.

Das terminale Wachsthum des Stammorganes der *Monocotyledonen* zeigt ähnliche Erscheinungen, wie dasjenige von *Lycopodium*.

¹⁾ *Bischoff* (die kryptogamischen Gewächse I. pag. 38) sagt, dass „die vereinzeltten Gefässkreise in den Gelenken gleichsam zu einem geschlossenen Ringe sich verbinden“ und *Schleiden* (Grundzüge, erste Auflage, II. pag. 93) sagt dasselbe. Es ist diess aber wohl bloss Folge von unzureichender Untersuchung. Denn ausser den angegebenen Verhältnissen kann in dem Knoten sogar noch das Verhalten der Gefässbündel der Aeste unterschieden werden. Dieselben setzen sich ebenfalls mit zwei Schenkeln an je zwei Gefässbündel des Stammes fest. — Das ganze Verhalten der Gefässbündel im Knoten ist also folgendes. Jedes Gefässbündel des Internodiums biegt sich nach aussen und tritt in ein Blatt ein. Seitlich an jedes Gefässbündel setzen sich an dieser Stelle an: 1) mehr nach innen zwei Schenkel von je zwei benachbarten Gefässbündeln des folgenden Internodiums, 2) mehr nach aussen zwei Schenkel von je zwei benachbarten Aesten.

Im Punctum vegetationis bildet sich ein homogenes Zellgewebe. In demselben treten Gefässbündel auf, welche in den Blättern endigen. Dieselben setzen sich aber gewöhnlich nicht an ein unteres Gefässbündel an, sondern verlaufen neben den untern und frühern Gefässbündeln, und zwar nach aussen von denselben, im Stamme nach unten. Daraus entsteht der bekannte, vorzüglich von *Mohl* dargelegte Bau des Monocotyledonenstammes. — Ursprünglich sind die Gefässbündel einfach; Anastomosen und scheinbare Verästelungen sind spätere Bildungen.

Das terminale Wachsthum des *Dicotyledonenstammes* ist in Bezug auf die Gefässbündelbildung demjenigen von *Lycopodium* noch weit ähnlicher. Das im Punctum vegetationis gebildete homogene Zellgewebe scheidet sich in drei Theile: in Mark, Cambium und Rinde. Mark und Rinde sind ein dunkles, parenchymatisches Gewebe, mit Luft in den Intercellulargängen. Das Cambium ist ein helles Gewebe ohne Intercellularräume. Die Rinde wird von Strängen eines gleichen hellen Gewebes durchzogen, welche radienförmig von dem Cambium nach aussen und aufwärts zu der Basis eines Blattes verlaufen, und sich in dem Blatt bis zur Spitze fortsetzen.

Die Gefässbündel entstehen nun so in dem Cambium, dass sie zuerst eine Strecke weit an der innern Fläche desselben emporsteigen, und dann bei dem ersten nach einer Blattbasis verlaufenden Cambiumstrang in diesen einbiegen und an seiner innern Seite bis zur Blattspitze emporsteigen. Die Gefässbündel reichen nur so tief hinab, bis sie auf ein unteres, zu einem Blatte ausbiegendes Gefässbündel treffen, an dessen Biegungsstelle sie sich ansetzen.

In Fig. 9 ist der senkrechte Durchschnitt durch die Stammspitze eines *Sarcostemma* dargestellt. Das Punctum vegetationis (*a*) besteht aus einem homogenen, farblosen, zarten Zellgewebe. Dasselbe scheidet sich nach unten in drei Theile: Mark (*b*), Rinde (*c*) und in das zwischen beiden liegende Cambium (*d*). Jederseits sind zwei Gefässbündel sichtbar: ein unteres *f-f*, welches in dem Blatte *i* endigt, und ein oberes *f'*; das letztere entspringt an der

Ausbiegungsstelle des Gefässbündels *f-f* und geht seinerseits in das Blatt *h* über.

Fig. 10 ist der senkrechte Durchschnitt durch die Spitze von *Cereus speciosissimus*. Das homogene, farblose Parenchym des Punctum vegetationis (*a*) trennt sich in den dunkeln Markcylinder (*b*), in die dunkle Rinde (*c*) und die helle Cambiumröhre (*d*). Es sind die obersten zwei Gefässbündel sichtbar (*f, f*), welche im Stamme an der innern Seite der Cambiumröhre eine Strecke weit emporsteigen und dann in Blätter (*l, m*) ausbiegen. — Fig. 11 und 12 stellen Querdurchschnitte durch die Stammspitze der gleichen Pflanze dar. Im Innern befindet sich der dunkle Markcylinder. Derselbe ist umgeben von der hellen Cambiumröhre. Die dunkle Rinde ist durchzogen von den hellen Cambiumsträngen. Von diesen besitzt in Fig. 11 erst Einer, in Fig. 12 (welche einen etwas tiefern Durchschnitt darstellt als Fig. 11) schon vier je ein Gefässbündel, während in dieser Höhe der Cambiumring noch ohne Gefässbündel ist.

*Schleiden*¹⁾ sagt, dass bei Dicotyledonen, da wo ein Blatt abgeht, im Stamme mehrere benachbarte Gefässbündel sich aneinander zu legen und eine Schlinge zu bilden pflegen, aus deren Umfang die Gefässbündel für das Blatt abgehen. Nach meinen Untersuchungen sind die in die Blätter auslaufenden Gefässbündel des Stammes zuerst vorhanden und einfach; die Schlinge entsteht erst später.

Die Gefässbündel des Dicotyledonenstammes sind *ungeschlossen* (*Schleiden*); sie wachsen an ihrer äussern Fläche, indem sich dort Cambium bildet, dessen innerster Theil fortwährend verholzt. Dieses peripherische Wachsthum des Gefässbündels beginnt sogleich nach seiner Entstehung. Die untern Gefässbündel einer Achse sind somit dicker, als die obern. Die Achse wird dadurch (zum Theil auch durch die Ausdehnung der Zellen) conisch. Der Radius des Holzcyllinders nimmt von unten nach oben an Dicke ab. Eine natürliche Folge dieses Verhältnisses, in Verbindung mit der That-

¹⁾ Grundzüge, erste Auflage, II. pag. 148.

sache, dass je das obere Gefässbündel sich an das nächst untere da ansetzt, wo dasselbe nach der Peripherie hin zum Blatte ausbiegt, ist die, dass häufig ein oberes Gefässbündel nicht als die Fortsetzung des innern und ursprünglichen Theiles des untern Gefässbündels, sondern als die Fortsetzung von dessen erster Verdickungsschicht erscheint, und dass es den Anschein gewinnt, als ob das neuentstehende Bündel die Fortsetzung der Cambialschicht des nächst untern Gefässbündels wäre.

*Mohl*¹⁾ nimmt daher, gestützt auf diese Erscheinung, an, dass der Verlauf der Gefässbündel in dem Palmenstamme und in dem einjährigen Aste der Dicotyledonen völlig derselbe sei²⁾. Die zu einem höher gelegenen Blatte gehenden Gefässbündel sollen an der äussern Seite der untern Gefässbündel liegen, bis zu der Stelle, wo sich die letztern in das Blatt auswärts biegen. Dasselbst soll, wie im Monocotyledonenstamm, eine Kreuzung stattfinden. *Mohl* betrachtet also die Verdickungsschichten der untern Gefässbündel für die untern Theile der obern Gefässbündel.

Diese Ansicht scheint mir aus folgenden Gründen unrichtig. Der verticale Durchschnitt durch die dicotyledone Terminalknospe zeigt ein gleiches Verhältniss, wie derjenige durch die Terminalknospe von *Lycopodium*, ist dagegen verschieden von der monocotyledonen Terminalknospe. Dass die Gefässbündel in die Dicke wachsen können, durch Ansatz neuer Schichten an ihrer äussern Fläche, ist sicher, weil es in der Wurzel und im Blatte von Dicotyledonen, und im Stamme selbst von *Pisonia* stattfindet, wo überall von neuen, an der Aussenseite der frühern entstehenden Gefässbündeln nicht die Rede sein kann. Die Verdickung der Gefässbündel im Stamme der Dicotyledonen zeigt nun die gleichen Erscheinungen wie im Blatte und in der Wurzel. Die neuen Schichten liegen dicht auf den frühern Schichten. Im Monocoty-

1) *De Palmarum structura* §. 45. Vermischte Schriften p 153.

2) *Schleiden* (Beiträge zur Anatomie der Cacteen p. 22) sprach früher ebenfalls diese Identität aus. Den Unterschied hat er seitdem in den *Grundzügen* (1. Aufl. II. p. 157) sehr richtig bezeichnet.

ledonenstamme dagegen sind die Gefässbündel durch Zellgewebe von einander getrennt. Wir haben also 1) die Analogie des Gefässbündelverlaufes mit dem Cryptogamenstamm, 2) die Analogie mit dem Bau der übrigen Dicotyledonengefässbündel, und 3) die Verschiedenheit mit dem Verlaufe sowohl als mit dem Bau der Gefässbündel im Monocotyledonenstamme, welche die von *Mohl* gegebene Erklärung unwahrscheinlich machen.

Bei den Dicotyledonen findet somit keine Kreuzung der Gefässbündel statt, wie diess bei den Monocotyledonen der Fall ist; sondern der zu dem Blatte auslaufende ursprüngliche Theil eines Gefässbündels geht an der obern Grenze seiner eigenen Schichten und an der untern Grenze der Schichten des nächst obern Gefässbündels nach aussen. Diess darf aber nicht »Kreuzung der Gefässbündel« genannt werden, so wenig als bei *Lycopodium* und *Equisetum*, insofern wir nämlich mit diesem Ausdrucke den bestimmten, von dem Verhalten des Monocotyledonenstammes hergenommenen Begriff verbinden. Wir werden im Gegentheil darin einen Unterschied zwischen der Stammbildung von Monocotyledonen einerseits, und derjenigen von Gefässcryptogamen und Dicotyledonen anderseits finden, dass bei den erstern die Gefässbündel sich kreuzen, bei den letztern nicht.

Aus den Untersuchungen im Terminaltriebe geht somit hervor, dass der Gefässstamm der *Lycopodiaceen*, *Equisetaceen*, *Monocotyledonen* und *Dicotyledonen* in seinem Wachsthum folgende identische Verhältnisse zeigt:

1) Durch Zellenbildung im Punctum vegetacionis entsteht ein homogenes Zellgewebe, welches die Stammspitze darstellt.

2) Seitlich an der Stammspitze bilden sich die Blätter, welche ebenfalls aus einem gleichen homogenen Zellgewebe bestehen.

3) Im Gewebe der Stammspitze und der Blätter sondern sich von unten nach oben Stränge von Gefässcambium aus, in der Art, dass sie eine Strecke weit

in dem Stamme senkrecht emporsteigen, und dann in ein Blatt ausbiegen.

4) Die Stränge von Gefässcambium verholzen zu Gefässbündeln; die ersten in dem Stamme nach oben hin sichtbar werdenden Gefässbündel endigen also alle in die Blätter.

Ich habe hier die *Farren* und die *Rhizocarpeen* ausgenommen, weil sie nach meinem Dafürhalten keine beblätterten Stämme besitzen.

Der Gefässstamm zeigt dagegen in Bezug auf sein Wachsthum folgende drei Verschiedenheiten, woraus drei verschiedene Stammformen hervorgehen:

1) Die Gefässbündel reichen nach unten bloss bis zu den nächst untern Gefässbündeln, und endigen dasselbst, indem sie sich an die Biegungsstellen der letztern ansetzen. Sie haben begrenztes Wachsthum in die Dicke (*geschlossene Gefässbündel*).

Hierher gehören die Stämme der *Lycopodiaceen*, *Equisetaceen*, und einiger *Monocotyledonen* (wie *Najas*, *Ruppia*, *Zannichellia* etc.).

2) Die Gefässbündel reichen nach unten bloss bis zu den nächst untern Gefässbündeln und endigen dasselbst, indem sie sich an die Biegungsstellen der letztern ansetzen. Sie wachsen unbegrenzt in die Dicke (*ungeschlossene Gefässbündel*).

Hierher gehören die meisten *Dicotyledonen*.

3) Die Gefässbündel endigen nicht bei der Biegungsstelle der nächst untern Gefässbündel, sondern, indem sie sich mit denselben kreuzen, gehen sie an denselben vorbei, und verlaufen, an ihrer äussern Fläche und getrennt von ihnen, parallel nach unten. Sie haben begrenztes Wachsthum in die Dicke (*geschlossene Gefässbündel*).

Hierher gehören die meisten *Monocotyledonen*.

Wahrscheinlich muss diesen drei Formen des Gefässstammes noch eine vierte und letzte beigefügt werden:

4) Die Gefässbündel zeigen die gleiche Anordnung wie bei der dritten Form; aber sie wachsen unbegrenzt(?) in die Dicke (*ungeschlossene Gefässbündel*).

Hierher gehören einige *Dicotyledonen*, z. B. *Pisonia*. — Das Rhizom von *Nuphar* scheint entweder hierher oder zu der dritten Form gebracht werden zu müssen.

Kehren wir nun wieder dahin zurück, von wo wir ausgegangen sind, zu der Unterscheidung von *endsprossendem*, *umsprossendem* und *endumsprossendem* Wachstum oder von *Vegetatio terminalis*, *peripherica* und *peripherico-terminalis*. Es müssen allerdings drei oder vier Arten des Wachstums für den Gefässstamm unterschieden werden. Aber die Verschiedenheiten liegen nicht in dem terminalen Wachstum der Gefässbündel und des Stammes, denn dieses ist in allen Formen des Stammorganes dasselbe. Bloss das peripherische oder vielmehr das Wachstum in die Dicke begründet die Differenzen; nämlich

1) Es entstehen keine neuen parallelen Gefässbündel nach aussen von den schon gebildeten; das Wachstum der Gefässbündel in die Dicke schliesst sich sogleich ab (*Lycopodium*, *Equisetum*).

2) Es entstehen keine neuen parallelen Gefässbündel nach aussen von den schon gebildeten; das Wachstum der Gefässbündel in die Dicke dauert an ihrer äussern Fläche fort (die meisten *Dicotyledonen*).

3) Es entstehen neue parallele Gefässbündel nach aussen von den schon gebildeten; das Wachstum der Gefässbündel in die Dicke schliesst sich sogleich ab (die meisten *Monocotyledonen*).

4) Es entstehen neue parallele Gefässbündel nach aussen von den schon gebildeten; das Wachstum in die Dicke dauert an ihrer äussern Fläche fort (*Pisonia*).

Mit den Begriffen werden auch die für dieselben aufgestellten Benennungen unrichtig. Keine von den vier Wachstumsarten lässt sich füglich als *Vegetatio peripherica* bezeichnen. Man könnte höchstens, wenn man die vorgeschlagene Terminologie beibehalten

wollte, die drei letzten Formen als *Vegetatio peripherico-terminalis* der ersten als *Vegetatio terminalis* gegenüber stellen. Der letztere Ausdruck würde dann in dem Sinne gebraucht, wie er von *Mohl*¹⁾ für den Stamm der Cryptogamen im Gegensatz zu dem Stamme der Phanerogamen definiert worden ist. Aber es scheint mir, dass die *Vegetatio terminalis* einen zu allgemeinen Begriff ausdrückt, um hier seine Anwendung finden zu können. *Mohl* sagt, ihr charakteristisches Merkmal bestehe darin, dass nur die Spitze des Stammes fortwachse, während der ganze untere Theil desselben auf demselben Grade der Ausbildung verharre. Diess ist allerdings der Fall, allein in dem Wachsthum der Spitze selbst ist schon terminales und peripherisches Wachsthum in der Zellenbildung streng geschieden. Wenn irgendwo von einem peripherischen Wachsthum gesprochen werden kann, so ist es bei vielen Zellgewebscryptogamen, wo die Zellenbildung so regelmässig von der Achse aus nach der Peripherie hin fortschreitet. Das wiederholt sich aber bei den Gefässcryptogamen, nur kommt hier dann noch die Bildung der Gefässbündel hinzu.

Wenn wir uns strenge an den Begriff der *Vegetatio terminalis* halten wollen, der den Begriff der *Vegetatio peripherica* ausschliesst, so müssen wir ihn auf die aus Zellenästen (*Bryopsis*) oder aus Zellenreihen (*Conferva*, *Callithamnion*) bestehenden Organe einschränken. Bei fast allen übrigen Organen findet sich sowohl terminales als peripherisches Wachsthum. Das peripherische Wachsthum kann aber ein verschiedenes sein, je nachdem es entweder bloss in der Bildung von Zellgewebe oder in der Bildung von Zellgewebe und von Gefässbündeln besteht; im letztern Falle treten dann die oben betrachteten vier Verschiedenheiten auf.

Ich bemerke noch zum Schlusse, dass die oben aufgestellten Gesetze bloss für die mit Laubblättern besetzten Stammachsen gelten. Diese Gesetze erfahren bedeutende Modificationen bei den Spindeln der Blütenstände und den Blütenstielen.

¹⁾ De structura caudicis filicum arborearum, und Vermischte Schriften pag. 118.

Erklärung von Tab. V.

1 — 8. *Lycopodium clavatum*.

1. Senkrechter Durchschnitt durch die Stammspitze. *a* Punctum vegetationis. *b* Mark. *c* Rinde. *d* Mark, bestehend aus hellen Strängen von Gefässcambium (den spätern Gefässen) und dunklen Strängen von Brutcambium (den spätern »eigenen Gefässen« von Mohl). *e* Rinde, in welcher helle Stränge von Gefässcambium bemerkbar sind. *f, f* Gefässbündel. *g, g* Gefässcambium oder Gefässe. *h, h* Brutcambium oder »eigene Gefässe«. *i* ein aus zwei Zellschichten gebildeter Sack, welcher den Holzcylinder umschliesst. *k* innere Rinde. *l* mittlere Rinde. *m* äussere Rinde. *n* junger Ast. *o, p, q, r, s, t, u, v, w, x* successive Blätter, von oben gezählt.

2. Querschnitt wenig unterhalb des Punctum vegetationis. Im Marke hat sich am Umfange das helle Gefässcambium auszuscheiden angefangen. In der Rinde sind helle Stränge von Gefässcambium in dem dunklern Gewebe sichtbar.

3. Querschnitt etwas tiefer als der vorhergehende. Im Marke ist die Scheidung in das hellere Gefässcambium und in das dunklere Brutcambium beendet.

4. Ein Theil des Markes von dem in Fig. 4 gezeichneten Durchschnitte stärker vergrössert. *a, a* Gefässcambium. *b, b* Brutcambium.

5. Querschnitt noch etwas tiefer genommen. In der Rinde sind vier Gefässbündel (*f, f, f, f*) durchschnitten. Im Marke sind keine Gefässbündel sichtbar.

6. Ein Theil des Markes von dem in Fig. 5 gezeichneten Durchschnitte stärker vergrössert. *a, a* Gefässcambium. *b, b* Brutcambium.

7. Querdurchschnitt etwas tiefer als der vorhergehende. Es sind acht durchschnittene Gefässbündel sichtbar, wovon einige im Marke, die andern in der Rinde liegen.

8. Querdurchschnitt noch etwas tiefer. In dem äussern Theile eines jeden Gefässcambiumstranges des Markes ist ein Gefässbündel durchschnitten. Ausserdem liegen mehrere Gefässbündel in der Rinde.

9. *Sarcostemma sp.*

Senkrechter Durchschnitt durch die Stammspitze. *a* Punctum vegetationis. *b, b* Mark. *c, c, c* Rinde. *d, d, d* Cambium. *f', f'* die obersten Gefässbündel; *f-f, f-f* die zweitobersten Gefässbündel. *g, h-h, i-i* die obersten Blattpaare. (Da die Blätter vierzeilig stehen, so ist absolut *g* das zweite, *h-h* das vierte und *i-i* das sechste Blattpaar, von oben gezählt. Im Marke ist durch Querstreifen die spätere Gliederung schon angedeutet.)

10 — 12. *Cereus speciosissimus.*

10. Senkrechter Durchschnitt durch die Stammspitze. *a* Punctum vegetationis. *b, b* Mark. *c, c, c* Rinde. *d, d, d* Cambium. *f, f* Gefässbündel. *g, h, i, k, l, m* successive Blätter, von oben gezählt.

11, 12. Querschnitt durch die Stammspitze; 11 etwas höher, 12 etwas tiefer. Im Innern befindet sich der fünfeckige dunkle Markcylinder. Derselbe ist umgeben von der hellen fünfeckigen Cambiumröhre. Von der letztern gehen strahlenförmig die hellen Cambiumstränge durch die dunkle Rinde. In Fig. 11 ist ein, in Fig. 12 sind vier Gefässbündel in der Rinde durchschnitten.

