

Ueber

Wachsthum und Structur der Drachenbäume.

Von Dr. P. Wossidlo.

I. Hohes Alter, Namen und systematische Stellung der Drachenbäume.

Vor wenigen Wochen kam durch die Zeitungen die Nachricht, dass der berühmte Drachenbaum von Orotava auf der Insel Teneriffa am 2. Januar d. J. das Opfer eines Orkans geworden sei, der damals die canarischen Inseln heimsuchte, gleichsam zum Beweise, dass auch diese „glücklichen Inseln,“¹⁾ deren herrliches, einem ewigen Frühlinge vergleichbares Klima das Phantasiegemälde Homers von dem im fernen Westen gelegenen Elysischen Gefilde zu verwirklichen scheint,²⁾ von irdischer Plage nicht frei sind.

Zeitgenosse des unsterblichen Sängers, war dieser Baumriese bei der Eroberung der canarischen Inseln durch Bethencourt im Jahre 1402 der Ueberlieferung nach bereits so hoch und dick, als ihn am Ende des vorigen Jahrhunderts Alexander v. Humboldt erblickte, der seine Höhe gegen 70 Fuss, den Umfang des Stammes mehrere Fuss über der Wurzel noch 45 Fuss fand.³⁾ Jahrtausende lang hat er den Stürmen getrotzt, um, nachdem er bereits im Jahre 1819 einen Theil der Krone eingebüsst, ihnen jetzt vollends zu erliegen.

¹⁾ *Insulae fortunatae*, wie sie Plinius VI, 37, oder *fortunatorum*, wie sie Plautus, Trin. II, —4—148 nennt, die Inseln der Seligen, *νησοὶ τῶν μακάρων*, der Griechen; nach Strabo (I, 1, 4; III, 2, 13) wegen der Nachbarschaft Elysiums, welches die Alten nach Homers Vorgange (siehe Anm. 2) in diesen westlichsten Theil der ihnen bekannten Erde verlegten.

²⁾ Odyssee IV, 566 nach Voss:

Nimmer ist Schnee, noch Winterorkan, noch Regengewitter;

Ewig weh'n die Gesäusel des leis' anathmenden Westes,

Die Okeanos sendet, die Menschen sanft zu kühlen.

³⁾ Ansichten der Natur II, pg. 74.

Wenn das ehrwürdige Alter dieses an die Kindheit des Menschengeschlechtes zurückreichenden Baumes, wie sein gewaltiger Wuchs uns mit Staunen erfüllt, so ist nicht minder der sonderbare Name geeignet, unser Interesse zu erregen. Den Alten war der Drachenbaum unbekannt, da sie ja auch seine Heimath, die canarischen Inseln, fast nur dem Namen nach kannten. Denn der wissenschaftliche Entdecker derselben, König Juba II. von Mauretanien (40 v. Chr.), hatte zwar von dem Reichthum an Dattelpalmen und Kiefern berichtet, die auch jetzt noch dort wachsen, aber nichts von Drachenbäumen.¹⁾ Dass Strabo oder vielmehr Posidonius, ein geographischer Schriftsteller, den Strabo gelegentlich citirt, den Drachenbaum gekannt habe, wie Clusius vermuthet, ist kaum anzunehmen.²⁾ Die erste sichere Kunde über ihn rührt von Clusius selbst her, der ihn auf einer botanischen Reise in Spanien im Jahre 1564 im Garten eines Klosters zum ersten Mal sah, beschrieb, abbildete und *arbor Draconis* benannte nach dem Namen des rothen Harzes, welches er aus verwundeten Stellen der Rinde des genannten Baumes ausfließen sah und mit dem seit längerer Zeit schon als Heilmittel bekannten Drachenblut (*sanguis draconis*) als identisch erkannte.³⁾ Clusius schildert seinen *arbor Draconis* als einen hochgewachsenen Baum, der durch gleichmässige Verästelung

¹⁾ Plinius, *hist. nat.* 6, 37. . . *hanc (Canariam) et palmetis caryotas ferentibus ac nuce pinea abundare.* Die Kiefer ist *Pinus canariensis* L. Vergleiche hierüber Schacht, Madeira und Tenerife pg. 21 u. 113.

²⁾ Strabo berichtet im 3. Buch seiner Erdbeschreibung c. V, 10: (Ποσειδώνιος) ἰστορεῖ . . . δένδρον ἐν Γαδείροις ὄρους ἔχον καμπτομένους εἰς ἔδαφος, πολλὰς δὲ φύλλα ξυφοειδῆ πηχυαία τὸ μήκος πλάτος δὲ τετραδάκτυλα . . . Τῷ δὲ δένδρῳ τῷ ἐν Γαδείροις καὶ τοῦτο προσιστόρηται, ὅτι κλάδον μὲν ἀποκλωμένον γάλα ῥεῖ, ῥίξης δὲ τεμνομένης μιλτώδες ὑγρὸν ἀναφέρεται. Clusius (*Rariorum aliquot stirpium per Hispanias observatarum* h. pg. 13) vermuthet, dass hiermit der Drachenbaum gemeint sei (natürlich ein cultivirter, da derselbe in Spanien nicht heimisch ist); aber die zur Erde niedergebogenen Zweige passen durchaus nicht auf unseren Baum und sie für Luftwurzeln zu halten, ist kaum zulässig, da diese sich nur an sehr alten Stämmen finden und neben den hoch ragenden Zweigen, an deren Basis sie entspringen, bei ihrer Kürze kaum in die Augen fallen. Auch dass aus einem abgebrochenen Zweige Milch fliesse, passt nicht auf den Drachenbaum. Es bleiben also nur die schwertförmigen Blätter und der aus Einschnitten der Wurzel hervordringende rothe Saft für die Vergleichung übrig, die dem Baum von Gades mit dem Drachenbaum gemein sind. Luftwurzeln, welche in so bedeutender Höhe des Stammes entspringen, um von Unkundigen für Aeste gehalten zu werden, und andererseits sich bis ins Erdreich hinabsenken, finden sich unter anderen bei mehreren Pandanusarten, die auch schwertförmige Blätter, aber nicht die eigenthümlichen Säfte des Baumes von Gades haben. Auch ist nicht wahrscheinlich, dass die Bewohner von Gades (Cadiz), die zwar nach Clusius (loc. cit.) in früheren Zeiten sich viel mit Baumcultur beschäftigt haben sollen, die an den Küsten des indischen Meeres heimischen Pandaneen gekannt und angepflanzt haben. *Pandanus odoratissimus* wird nach Schacht (loc. cit. pg. 28) gegenwärtig auf Madeira cultivirt, würde also in dem nur wenig nördlicheren Klima von Cadiz gewiss auch im Freien ausdauern. Sollte vielleicht gar Posidonius den *Pandanus* und den Drachenbaum, zwei so verschiedene Gattungen, die aber eine gewisse aeusserliche Aehnlichkeit haben, zusammengeworfen haben, im Falle sie in Gades gleichzeitig cultivirt wurden?

³⁾ Clusius, loco cit. pg. 13: *ex quo (trunco) per Caniculae aestus humor emanat, qui in rubram lacrymam densatus, sanguis Draconis, appellatur; ob quam sane causam ipsam arborem Draconem nuncupavi.*

Der Name „Drachenblut“ für einen kostbaren aus Libyen stammenden rothen Farbstoff, der sonst *cinnabaris* genannt wurde, war schon den Alten geläufig. Dioscorides, *de materia medica*, berichtet

und die immergrünen Blätter von weitem an die Kiefer erinnere. Der dicke Stamm trage 8 bis 9 zwei Ellen lange nackte Aeste, die sich am oberen Ende wiederum theilten und in 3 bis 4 etwa eine Elle lange unbeblätterte Zweige von der Dicke eines Armes endeten. Diese trügen an ihrer Spitze ein Büschel etwa eine Elle langer und mehr als daumbreiter zugespitzter, halbstengelumfassender, immergrüner Blätter, die denen einer Schwertlilie oder Aloe ähnelten. Die Frucht beschreibt Clusius als eine Beere von der Grösse einer kleinen Kirsche, gelblicher Farbe und etwas sauerem Geschmacke.¹⁾ Die Blüthen zu beobachten hatte er nicht Gelegenheit und vermuthet nur, dass sie ähnlich denen der Dattelpalme an der Spitze des Stammes resp. der Zweige entspringen. Als andere Botaniker später auch die mehrere Fuss lange gipfelständige Blüthenrispe mit den kleinen weisslich-grünen wohlriechenden Blumen zu untersuchen Gelegenheit hatten, stellte sich die merkwürdige Thatsache heraus, dass diese Blumen wie auch die beerenartige Frucht denen unseres Spargels (*Asparagus officinalis* L.) sehr ähnlich sind. Linné, dem dies durch einen seiner Schüler, welcher Spanien bereiste, brieflich mitgetheilt worden war,²⁾ stellte auf Grund dieser Uebereinstimmung im Blüthen- und Fruchtbau diese beiden in Tracht und Wuchs so verschiedenen Gewächse, den subtropischen Riesenbaum mit dem nur durch den unterirdischen Stock unseren Winter überdauernden zarten Kraute anfangs als *Asparagus Draco* in dieselbe Gattung.³⁾ Erst später erhob er nach dem Vorgange Blackwells und Vandellis⁴⁾ den bisherigen *Asparagus Draco* L. unter dem Namen *Dracaena*⁵⁾ zu einer neuen Gattung und unser Drachenbaum hiess nun nach Linné'scher Bezeichnung *Dracaena*

(pg. 775 der Ausgabe von Sprengel) . . . ἔστι δὲ (τὸ κιννάβαρι) καὶ βαφύχρον ἢ βαθύχρον, ὅθεν ἐνόμισαν τινες αὐτὸ εἶναι αἶμα δράκοντος.

Den tollsten Aberglauben über das vermeintliche Drachenblut berichtet wie gewöhnlich Plinius, 33, 38 . . . Sic (*cinnabaris*) enim appellant illi saniem draconis elisi elephantorum morientium pondere, permixto utriusque animalis sanguine.

Ob das Drachenblut oder *cinnabaris* der Alten mit dem, was wir jetzt unter Drachenblut verstehen, identisch ist, lässt sich aus den mangelhaften Beschreibungen derselben nicht nachweisen. Der unter diesem Namen im Handel vorkommende braunrothe, beim Zerreiben blutrothe Farbstoff für Lackfirnisse, Tischlerpolitur u. s. w. wird übrigens nicht mehr vom Drachenbaum (*Dracaena Draco* L.) sondern aus den Früchten einer Palmenart, des Drachenrotangs (*Calamus Draco* L.) gewonnen.

¹⁾ Vermuthlich waren die dem Clusius vorliegenden Früchte nicht reif geworden. Berthelot, ein französischer auf Teneriffa lebender Botaniker, sagt über die Früchte des Drachenbaums Act. Leop. XIII, pg. 779: Dans leur maturité ces fruits sont d'un goût assez agréable. Les merles qui abondent tant dans ces îles en font leur principale nourriture.

²⁾ Loeffling, dessen spanische Reiseberichte nach seinem auf einer Reise in Südamerika erfolgten Tode Linné herausgab (*Iter hispanicum*, Stockholm 1758), war durch diesen auf den *arbor Draconis* des Clusius aufmerksam gemacht worden. Cfr. Crantz, *de duabus Draconis arboribus*, Viennae 1768 pg. 7 u. 8.

³⁾ Linné, *Species plantarum* ed. II, 1762—63 pg. 451.

⁴⁾ Blackwell, *Herb. T.* 358. Vandelli, *Dissert. de arbore Draconis seu Dracaena* 1765.

⁵⁾ *Dracaena*, δρᾶκαινα, das Femininum von δράκων, kommt im *Hymnus ad Apoll. Pyth.* 300 zuerst vor und wird auch in den späteren Dichtern nicht selten, besonders im bildlichen Sinne gebraucht. Aeschylus z. B. in den Eumeniden, 128 bezeichnet damit eine Furie, die auch von Euripides, Iphig.

Draco. Lange blieb dies die einzige bekannte Art, die später auch auf der Insel Socotra im Golf von Aden gefunden wurde, während sie in Ostindien, das anfangs für ihre Heimath galt, nur eingeführt ist. Neue *Dracaena*-Arten wurden an der westafrikanischen Küste in Sierra Leone und Guinea, ferner auf St. Helena, Madagascar, St. Mauritius und Bourbon, in Ostindien, auf den Sundainseln und Molukken, Neuholland und Neuseeland, endlich auch in China und Japan aufgefunden. So ist die Stammart, der canarische Drachenbaum, zu einer ansehnlichen, in mehrere Gattungen¹⁾ zerfallenden Gruppe (*Dracaeneae*) der Familie der Asparageen Juss. herangewachsen, zu der ausser dem Spargel unter andern auch der Springauf und die vierblättrige Einbeere gehören und die der Familie der Liliaceen nahe verwandt ist.

II. Physiognomischer Charakter und Cultur der Dracaenen.

In physiognomischer Beziehung repräsentiren nach A. v. Humboldt die Dracaenen nebst den baumartigen Lilien (*Yucca* und *Aloe*arten) den Typus der bläulichen Aloegewächse, welcher dem der Palmen am nächsten steht. Wenn insbesondere die Dracaenen in neuester Zeit ein Lieblingsgegenstand der Zimmerpflanzencultur geworden sind, so verdanken sie dies ihrem vorzugsweise palmenähnlichen Wuchse. Denn die Palmen, die A. v. Humboldt die höchsten und edelsten aller Pflanzengestalten nennt,²⁾ mit ihren hohen, schlanken, ehernen Säulen vergleichbaren Stämmen und der Fülle der zierlich getheilten Blätter, die stolz vom Säulenknäuf emporsteigend sich nach aussen anmuthig wieder senken, haben von je her auf den Beschauer einen mächtigen Eindruck gemacht und sind von alten wie neueren Dichtern als Sinnbilder jugendlich aufstrebender unversiegbarer Kraft und Anmuth gebraucht worden. Vergleicht doch schon Odysseus beim ersten Zusammentreffen mit Nausikaa die herrliche Jungfrau mit einem dem Apollo geweihten jungen Palmenstamm, den er auf Delos gesehen hatte, und die Wahl eines scheinbar so fern liegenden Vergleiches beweist mehr noch als seine Worte,³⁾ wie

Taur. 286 *Ἰδὼν δρᾶκαινα* genannt wird. Im Deutschen scheint das Fem. von Drache, im bildlichen Sinne wenigstens, nicht gebräuchlich, auch ein böses Weib wird bekanntlich und zwar vorzugsweise „ein Drache“ genannt.

¹⁾ *Dracaena*, *Dracaenopsis*, *Calodracon*, *Charlwoodia*, *Cordylina*.

²⁾ A. v. Humboldt, Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse.

³⁾ Odyssee VI, 162, nach Voss:

So in Delos vordem am Opferaltar des Apollon
Sah ich den Sprössling der Palm' hoch aufblühn freudiger Jugend.

— — — — —
Und gleich also betrachtet' ich ihn, mit staunendem Herzen,
Lange; denn niemals schoss ein so herrlicher Stamm aus der Erd' auf.
So dich, Mädchen, bewundr' ich und staune dir, zitternd vor Ehrfurcht,
Deine Knie' zu berühren!

mächtig der erste Anblick einer Palme den für alles Schöne empfänglichen Griechen ergriffen hatte und wie nachhaltig der Eindruck war.

Bei der Schwierigkeit in unserem Himmelsstrich, zumal in den beschränkten Räumen unserer Wohnungen, Palmen, die Kinder einer heisseren Sonne und unbeschränkter Freiheit, gross zu ziehen, haben die Liebhaber dieser edlen Pflanzenform in jenen palmenähnlichen Gewächsen, welche mehr der subtropischen Zone angehören und sich daher unserem rauhen Klima leichter accommodiren, einen wenigstens theilweisen Ersatz gefunden. Kommt es auch bei den im Zimmer gezogenen Yuccen und Dracaenen nicht immer zur Bildung schlanker Stämme, so lohnen sie doch durch den üppigen Schmuck der palmenähnlichen Blätter reichlich die auf sie gewendete Pflege. Dass übrigens solche Gewächse einer heisseren Zone auch unter den ungünstigen Bedingungen, die ihnen in unseren Zimmern und selbst Gewächshäusern geboten werden, eine bedeutende Grösse erreichen und die Phantasie mächtig anregen können, beweist die Mittheilung Humboldts, dass der Anblick eines colossalen Drachenbaums und einer Fächerpalme in einem alten Thurm des botanischen Gartens in Berlin den ersten Keim unwiderstehlicher Sehnsucht nach fernen Reisen in ihn gelegt habe.¹⁾

III. Geschichtliche Entwicklung unserer anatomischen und physiologischen Kenntniss der Dracaenen.

Wenn die Palmenähnlichkeit der Dracaenen der Hauptbeweggrund war, sie unter unsere Stubenziergewächse aufzunehmen, so ist diese doch nur den jüngeren Bäumen in höherem Grade eigen, tritt dagegen mit zunehmendem Alter immer mehr zurück. Der anfangs wie bei den Palmen schlanke ungetheilte, an seiner Spitze einen grossen Blätterschirm tragende Stamm verästelt sich später immer mehr und wird, indem er gleichzeitig in die Dicke wächst, unseren einheimischen Bäumen ähnlicher. Dieses Dickenwachsthum ist mehr noch als die Verzweigung des Stammes, die sich ja auch bei einigen Palmen findet,²⁾ für die Dracaenen charakteristisch und stehen sie in dieser Beziehung neben den baumartigen Lilien

¹⁾ Kosmos II, A III. Es ist das wahrscheinlich derselbe Drachenbaum, der nach einer Mittheilung Mayers in den *Memoires de l'académie royale de Berlin*. 1796 dem grossen Churfürsten von der Prinzessin von Oranien geschenkt worden war und der jetzt mindestens 200 Jahr alt sein müsste, wenn er noch am Leben ist.

²⁾ Palmen mit verzweigten Stämmen sind z. B. die afrikanische Doompalme (*Hyphaene thebaica* Mart.) und die ostindische Palmyrapalme (*Borassus flabelliformis* L.).

unter den Monocotyledonen einzig da,¹⁾ übertreffen diese letzteren aber bei weitem durch die Mächtigkeit ihres Wachstums. Welch colossale Dimensionen der Stamm der Drachenbäume durch fortdauernde Verdickung annehmen kann, beweist das schon oben genannte Beispiel des Drachenbaums von Orotava, der durch A. v. Humboldts Schilderung weltberühmt geworden ist.

Befremdend scheint es, dass man nicht früher versucht hat, eine wissenschaftliche Erklärung für dies unter den Monocotyledonen so vereinzelt dastehende Phänomen zu geben. Es erklärt sich dies daraus, dass eine solche erst möglich war, nachdem man richtigere Ansichten über den inneren Bau und die Entwicklung der Gewächse überhaupt gewonnen hatte. Die Wissenschaft der Pflanzenphysiologie konnte aber erst auf Grund der Pflanzenanatomie aufgebaut, und diese ihrerseits erst durch das Mikroskop ins Leben gerufen werden. Seitdem Nehemias Grew in London und Malpighi in Bologna in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts durch Anwendung des Mikroskops die Pflanzenanatomie begründet, hatte diese Wissenschaft in einem Zeitraume von mehr als hundert Jahren nur wenig Fortschritte gemacht; wusste doch selbst der grosse Linné sie nicht zu würdigen. Erst am Anfange dieses Jahrhunderts nahm sie einen neuen Aufschwung und so konnte es nicht fehlen, dass auch der innere Bau der Dracaenen bald Gegenstand eingehender Untersuchung wurde. Die ersten Mittheilungen darüber rühren aus dem Jahre 1802 von Brisseau-Mirbel her,²⁾ bald darauf suchte Dupetit-Thouars die Beziehungen zwischen Verdickung des Stammes und Verästelung desselben bei *Dracaena Draco* aufzuklären.³⁾ Nachdem auch Treviranus und zwar über die Structur von *Dracaena reflexa* einige neue Mittheilungen gemacht,⁴⁾ veröffentlichte Mirbel über denselben Gegenstand neue Beobachtungen, die indess unsere Kenntniss nicht gefördert haben, sondern zum Theil einen Rückschritt bekunden.⁵⁾ Inzwischen hatte Mohl in seinem klassischen Werke über die Structur der Palmen unter anderen Monocotyledonen auch die Dracaenen mit ihnen verglichen,⁶⁾ und über dieselben auch Meneghini in seinen schönen Untersuchungen über den Bau des Monocotyledonenstammes manches Neue veröffentlicht,⁷⁾ während Unger zuerst die Aehnlichkeit ihres Baues und Wachstums mit dem der Dicotyle-

¹⁾ Dass einzelne Palmen wie selbst die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera* L.) und mehr noch die echte Sagopalme (*Metroxylon Rumphii* Mart.) eine Dicke von zwei und mehr Fuss erreichen, kann nicht als Ausnahme gelten, da auch bei diesen Arten das Dickenwachsthum nicht lebenslänglich ist, wie bei den Dracaenen.

²⁾ *Journal de Physique de fructidor, l'an IX.*

³⁾ *Essais sur l'organisation des plantes* 1805.

⁴⁾ *Physiologie der Gewächse* 1835, Bd. I, pg. 197 u. 204.

⁵⁾ *Annales des sciences naturelles* 1844, 3me Sér. III, pg. 321.

⁶⁾ Mohl, *De structura Palmarum (Ex Martii opere: Genera et species Palmarum inscripto)* Monachii 1831. pg. XIII.

⁷⁾ Meneghini, *Ricerche sulla struttura del caule nelle piante monocotiledoni.* Padova 1836. pg. 13 und folg.

donen hervorhob.¹⁾ In neuerer Zeit haben auch Schleiden,²⁾ Karsten³⁾ und Schacht⁴⁾ an mehreren Stellen ihrer Werke Beiträge zur anatomischen und physiologischen Kenntniss der Dracaenen geliefert, und endlich haben auch Rauwenhoff⁵⁾ und Millardet⁶⁾ in neuester Zeit sich damit beschäftigt.

IV. Structur und Wachsthum der Dicotyledonen-Stämme einer- und der Palmen andererseits.

Dass die Dracaenen als monocotyledone Pflanzen wie in den äusseren Organen, so auch im innern Bau und in der Art des Wachsthums den Palmen verwandt seien, lässt sich aus dem oben Gesagten eben so sicher schliessen, als das Dickenwachsthum ihrer Stämme und die Verzweigung derselben sie den Dicotyledonen an die Seite stellt. Eine erfolgreiche Untersuchung dieser Verhältnisse bei den Dracaenen setzt daher mit Nothwendigkeit die Kenntniss derselben bei unseren Laub- und Nadelhölzern wie bei den Palmen voraus, weshalb diese hier in möglichster Kürze und Uebersichtlichkeit entwickelt werden soll.

Die Stämme unserer einheimischen Laub- und Nadelhölzer bestehen bekanntlich fast ganz aus übereinander gelagerten mehr oder weniger cylindrischen Schichten, die auf dem Querschnitt als concentrische Ringe, die sogenannten Jahres-

¹⁾ Unger, Ueber den Bau und das Wachsthum des Dicotyledonenstammes. St. Petersburg 1840, pg. 34 u. folg.

²⁾ Schleiden, Grundzüge der wissensch. Bot. II, 133.

³⁾ Karsten, Die Vegetationsorgane der Palmen, pg. 172.

⁴⁾ Schacht, Die Pflanzenzelle. Berlin 1852. pg. 176, 178, 205, 252. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. 1856. I. pg. 329 und sonst. Madeira und Tenerife. 1859.

⁵⁾ Rauwenhoff, *Bijdrage tot de Kennis van Dracaena Draco L.* 1863, herausgegeben durch die Königl. Holländische Akademie der Wissenschaften. Amsterdam 1864.

⁶⁾ Millardet, *Sur l'anatomie et le développement du corps ligneux dans les genres Yucca et Dracaena*, 1865, herausgegeben durch die Kaiserliche Gesellschaft der Naturwissenschaften zu Cherbourg. Letztere Abhandlung ist mir nur durch ein Referat von Rees in der botanischen Zeitung, Jahrg. 1867, Nr. 2 bekannt geworden. In der Bibliothek unserer vaterländischen Gesellschaft, die mit der Cherbourger in Tauschverkehr steht, war der betreffende Jahrgang leider noch nicht eingetroffen.

Meine eigenen Untersuchungen über den vorliegenden Gegenstand datiren bereits vom Jahre 1861 und haben die anatomischen Resultate derselben sowie der grössere Theil der dieser Abhandlung beigelegten Abbildungen damals dem Herrn Prof. Göppert, meinem verehrten Lehrer, zur Begutachtung vorgelegen. Verschiedene Umstände haben eine frühere Publication verzögert. Die inzwischen veröffentlichten Abhandlungen von Rauwenhoff und Millardet veranlassten mich um so mehr meine früheren Untersuchungen wieder aufzunehmen und zu erweitern, als auch diese neuesten Arbeiten die anatomischen und physiologischen Verhältnisse der Dracaenen nur anhangsweise, wie die von Rauwenhoff, oder nur theilweise, wie die von Millardet, behandeln. Auch dürfte insbesondere die erstere, in holländischer Sprache geschrieben, nur von wenigen deutschen Botanikern gelesen worden sein.

ringe, erscheinen, Taf. I, Fig. 1. Die Achse des Stammes stellt eine bald cylindrische, bald prismatische, volle oder durch Resorption des Zellgewebes hohle Röhre dar, Markröhre oder kurz Mark genannt, Fig. 1, m. Von diesem aus verlaufen durch die concentrischen Holzschichten, welche die Hauptmasse des Stammes bilden, seitlich meist sehr zusammengedrückte Schichten radienförmig nach der Rinde hin, die sogenannten primären Markstrahlen (o), während kürzere Streifen in einiger Entfernung vom Centrum entspringen, denselben Verlauf nehmen und secundäre Markstrahlen (o) genannt werden. Durch die primären Markstrahlen zerfällt das Innere des Stammes in mehrere (Fig. 1 in 8), mitunter zahlreiche, keilförmige oder prismatische Theile, Holz- oder Gefässbündel genannt. Diese, die wir die primären Bündel nennen wollen, werden durch die secundären Markstrahlen (o) anscheinend wieder in keilförmige Stücke getheilt. Da die secundären Markstrahlen indess nicht etwa wie radiale Scheidewände durch die ganze Länge des Stammes hindurch gehen, sondern nur eine geringe Höhe haben, so erscheinen sie mehr als dünne, bandartige Streifen, die sich zwischen den Fasern eines der ursprünglichen Holzbündel hindurchdrängen und unter dem Namen Spiegelfasern bekannt sind. Die Anfangstheile der primären Holzbündel, welche das Mark (m) umgeben und grösstentheils aus Spiralgefässen bestehen, bilden einen oft durch seine dunklere Färbung von dem übrigen Holzkörper unterschiedenen Kreis, die sogenannte Markscheide.

Die Rinde der dicotyledonen Bäume besteht aus drei Schichten: der äusseren oder Korkschicht (A), der inneren oder grünen Rindenschicht (B) und dem Bast, d. i. den Basttheilen (b) der oben genannten Gefässbündel, deren Holztheile (D) den eigentlichen Holzkörper des Stammes bilden. Obwohl seiner Entstehung nach den Gefässbündeln angehörend, wird der Bast gewöhnlich zur Rinde gerechnet, weil er sich mit den eigentlichen Rindenschichten zusammen vom Holzkörper ablösen lässt. Dieses Ablösen geht bekanntlich im Frühjahr leicht von Statten und beruht darauf, dass sich in dieser Jahreszeit zwischen dem Holz und der Rinde eine Schicht sehr zarten Zellgewebes, dem unbewaffneten Auge als eine schleimige, gallertartige Substanz erscheinend, befindet, die sich auf dem Querschnitt als ein schmaler farbloser Ring bemerkbar macht, Fig. 1, c, und Bildungs-, Verdickungs- oder Cambiumschicht genannt wird. Diese bildet nämlich in jedem Jahre nach innen eine neue Holzschicht, Splint genannt, nach aussen eine neue, in der Regel viel dünnere Bastschicht, zwischen beiden auch neue Markstrahlen und verlängert zugleich die schon vorhandenen nach aussen. Der Unterschied zwischen den im Herbst gebildeten Holzzellen, welche enger und dickwandiger, und den im Frühjahr gebildeten, welche weiter und dünnwandiger sind, ist bei den einheimischen Hölzern so bedeutend, dass er sich schon dem unbewaffneten Auge in der Form der sogenannten Jahresringe ausprägt. Indem derselbe Vorgang sich für jedes der primären Holz- oder Gefässbündel des Dicotyledonenstammes in jeder neuen Wachstumsperiode wiederholt, dass nämlich durch die Thätigkeit seiner zwischen Holztheil und Basttheil befindlichen und sich jedes Jahr neu bildenden Cambiumschicht neue Holz- und Bastlagen zwischen die bereits vorhandenen

eingeschoben werden, ist so die Möglichkeit eines unbegrenzten Dickenwachstums gegeben und damit erklärt, dass dicotyledone Bäume, wie die Eiche, Buche, Linde, die Tanne und Eibe, in einem Alter von mehreren hundert bis 1000 Jahren einen so enormen Umfang erreichen können.¹⁾ Während bei den Dicotyledonen-Stämmen die Gefässbündel, in beschränkter Anzahl vorhanden, auf dem Querschnitt einen nur durch die Markstrahlen durchbrochenen Kreis bilden, dessen Peripherie der des Stammes concentrisch ist, sehen wir auf dem Querschnitt eines Palmstammes, Taf. I, Fig. 2, zahlreiche kleine zerstreute Gefässbündel, die gegen den Umfang hin dichter stehen. Ein Mark im Sinne des von einer Markscheide scharf umgrenzten Markes der Dicotyledonen-Stämme ist hier nicht zu unterscheiden; doch wird der mittlere Theil des Stammes, welcher mitunter fast leer von Gefässbündeln ist und aus einem lockeren, später oft schwindenden Zellgewebe gebildet wird, gewöhnlich als Mark bezeichnet, während der peripherische, der Hauptmasse nach aus dichtgedrängten Gefässbündeln bestehende Theil gewissermassen den Holzkörper des Palmstammes darstellt. Es erklärt sich hieraus, dass im Gegensatz zu unseren Hölzern, bei denen sich der härteste Theil, das sogenannte Kernholz, in der Mitte des Stammes befindet, der Palmstamm unmittelbar unter der Rinde am härtesten und festesten ist, im Innern dagegen meist weich und schwammig.²⁾ Schneiden wir einen Palmstamm der Länge nach durch, so sehen wir bei weitem die meisten der auf dem Querschnitt sichtbaren Gefässbündel der Oberfläche des Stammes parallel verlaufen und nur einige wenige, die vorigen kreuzend, aus dem Innern des Stammes her sich in die Basis eines Blattes oder deren Narbe erstrecken.

Bei einzelnen Palmenarten gelingt es, auf dem Längsschnitt längerer Stammstücke, ein einzelnes Gefässbündel aus der Nähe der Stammoberfläche, wo es entspringt und von der es im Aufsteigen sich allmählich immer mehr entfernt, bis in die Nähe der Achse des Stammes zu verfolgen, wo es nach aussen umbiegt, um in kürzerem oder längerem Bogen den schon beschriebenen oberen Verlauf zu nehmen.³⁾

¹⁾ Bei mehreren tropischen dicotyledonen Bäumen findet sich ein noch colossales Dickenwachstum und manche zeigen auch Jahresringe in Folge ihres durch den Wechsel der trocknen mit der Regenzeit bedingten ebenfalls periodischen Wachstums. So lassen beim afrikanischen Boabab oder Affenbrotbaum (*Adansonia digitata* L.), der 30 Fuss dick wird, die Jahresringe auf ein Alter von 5000 Jahr schliessen.

²⁾ Mohl, der genaueste Kenner der Palmstämme, sagt darüber loc. cit. pg. XIII: *Ex hac auctione et magna crassitudine vasorum fasciculorum in externo circuitu oritur etiam lapidea durities periphericae caudicis partis.* Bei manchen Palmenstämmen ist die Dicke und Festigkeit dieses peripherischen Theils so bedeutend, dass sie ein dauerhaftes Material zum Häuserbau, zu Mühlencanälen u. s. w. liefern. Vrgl. hierüber Rumphius, *Herbarium Amboinense* I, 20., Bory de St. Vincent, *Voy. I.* und Andere.

³⁾ Derjenige Leser, dem der Verlauf der Gefässbündel eines Palmstammes nicht schon aus eigener Anschauung bekannt ist, möge auf Taf. I, Fig. 4 den Verlauf der Fasern v', v'', v''' vergleichen, welcher, obwohl einer *Dracaena* angehörig, mit dem der Palmenfasern wesentlich übereinstimmt. Die Erklärung dieses eigenthümlichen Verlaufes ist bei der Entwicklungsgeschichte der *Dracaena*-Markgefässbündel gegeben.

Verfolgen wir die Gefässbündel von Blättern, resp. Blattnarben aus verschiedener Höhe des Stammes rückwärts, so bemerken wir, dass die in die höherstehenden, mithin jüngeren Blätter verlaufenden in ihrem unteren Verlauf der Peripherie des Stammes näher liegen, mithin später gebildet sein müssen, als die tiefer liegenden, welche in ältere Blätter münden. Auch lehrt die mikroskopische Untersuchung ein und desselben Gefässbündels in verschiedener Höhe, dass, während dasselbe in seinem unteren Verlauf nur aus dickwandigen, sehr gestreckten Bastzellen zusammengesetzt ist, weiter oben allmählich Holzzellen und Gefässe hinzutreten. Jeder Querschnitt eines Palmstammes, wie Taf. I, Fig. 2, zeigt daher in der Mitte die älteren Gefässbündel in ihrem oberen Verlauf, nach dem Umfange zu die jüngeren Gefässbündel in ihrem unteren Verlauf durchschnitten. Auch unterscheidet man in den mittleren Gefässbündeln deutlich einen helleren Theil mit weiten Gefässen (den Holztheil) und einem dunkleren Theil, der jenen halbmondförmig umschliesst, auf der der Peripherie zugekehrten Seite, den Basttheil des Gefässbündels. In den weiter nach aussen befindlichen Bündeln herrscht der dunkle Basttheil immer mehr vor, die rundliche Form geht in Folge der Zusammendrängung in die rautenförmige über; die unmittelbar unter der Rinde befindlichen sehr dünnen Fasern bestehen nur aus dickwandigen Bastzellen.

In den vollständig ausgebildeten Gefässbündeln des mittleren Stammes finden sich zwischen Basttheil und Holztheil zartwandige Zellen, die nach Lage und Beschaffenheit dem Cambium der Dicotyledonen-Gefässbündel zu entsprechen scheinen. Da dieselben jedoch nicht fortbildungs- oder vermehrungsfähig sind, und daher mit denen der benachbarten Bündel nicht zu einem geschlossenen Ringe zusammen-treten können, wie bei den Dicotyledonen-Stämmen, so hört das Dickenwachsthum des Palmengefässbündels auf, sobald seine Bastzellen und Gefässe verholzt sind. Die cambialen Zellen dagegen, welche sie umschliessen, verholzen zwar nur sehr wenig, nehmen aber eine eigenthümliche Bildung an und scheinen fortan der Leitung des Nahrungssaftes zu dienen.¹⁾

Da, wie aus dem eben Entwickelten hervorgeht, in den Palmstämmen das Cambium der Gefässbündel nicht eine solche Verdickungsschicht, wie die der Dicotyledonen-Stämme, darstellt, ihr Dickenwachsthum also auch nicht auf einer gleichzeitigen Verdickung der sämtlichen vorhandenen Gefässbündel beruhen kann, so muss es in der Bildung neuer Gefässbündel seinen Grund haben,²⁾ deren wir ja selbst in dünnen Palmstämmen eine so grosse Anzahl erblicken. Wo geschieht

¹⁾ Ob der Leitung des aufsteigenden, rohen oder des absteigenden, assimilirten oder plastischen Nahrungssaftes ist eine noch immer ungelöste Frage. Vergl. über diese eigenthümlichen Zellen den Abschnitt über die Holz- und Cambiumschicht der *Dracaena*.

²⁾ Selbstverständlich auch in der gleichzeitigen Bildung neuen Markparenchyms zwischen den Gefässbündeln.

aber diese Neubildung? Schneiden wir junge und noch frische Palmstämme in der Nähe der Terminalknospe quer durch, so erblicken wir am Umfange einen schmalen farblosen Ring sehr zarten Zellgewebes, der in seinem Aussehen ganz an den Cambiumring der Dicotyledonen erinnert. Wiederholte Querschnitte in grösserer Entfernung von der Terminalknospe, sowie Längsschnitte durch die Stämme zeigen, dass diese Bildungs- oder Cambiumschicht auch in tieferen Theilen jüngerer Stämme in der Regel noch vorhanden, an der Basis derselben aber verschwunden ist, meist ohne eine Spur zurückzulassen. In dieser Cambiumschicht nun findet die Bildung neuer Gefässbündel und neuen Markparenchyms in ähnlicher Weise statt,¹⁾ wie die Bildung neuer Holz- und Bastlagen in der Verdickungsschicht der Dicotyledonen-Stämme. Dass die Palmen nicht auch wie diese lebenslänglich in die Dicke wachsen, hat nur darin seinen Grund, dass ihre Cambiumschicht wie die der meisten Monocotyledonen nach kürzerer oder längerer Thätigkeit sich zu erneuern aufhört resp. verholzt, womit dann das Dickenwachsthum des Stammes sein Ende erreicht hat.

V. Structur und Wachsthum des Dracaenen-Stammes.

a. Wachsthumperioden.

Berthelot, der als Director des botanischen Gartens von Orotava auf Teneriffa die Drachenbäume Jahre lang zu beobachten Gelegenheit hatte und dem wir die ersten genaueren Nachrichten über das äussere Wachsthum dieser merkwürdigen Bäume verdanken,²⁾ unterscheidet bei ihnen drei Lebensperioden. In der ersten sei der Stamm einfach und von einem einzigen Büschel von Blättern gekrönt; in dieser Form könne der Baum seine volle Stammhöhe (20—30 Fuss) erreichen, ohne sich zu verästeln und ohne zu blühen. Die zweite Periode sei die der Verästelung, Fortpflanzung und des zunehmenden Dickenwachsthums; sie beginne mit dem 25. bis 30. Jahre; wie lange sie dauere, sei unberechenbar; in ihr erreiche der Baum die gewaltigen Dimensionen, von denen schon oben die Rede war. Allmählich aber, und damit nehme die dritte Periode ihren Anfang, lasse das Wachsthum nach, der Stamm könne die Last der Aeste, welche er stolz gen Himmel strecke, nicht mehr tragen und erliege endlich der vereinten Macht der Stürme und seines

¹⁾ Vergl. Schleiden, Grundzüge der wissensch. Bot. I. Aufl., II, pg. 128. Karsten, Vegetationsorgane der Palmen, pg. 73—235. Wossidlo, Structur der *Jubaea spectabilis*, pg. 22 u. flg.

²⁾ Berthelot, *Observations sur le Dracaena Draco L.*, zuerst mitgetheilt von Mertens in den *Act. Leop. XIII*, 2, 1827, pg. 782 u. flg., später, 1828, von ihm selbst veröffentlicht in: *Annales des sc. nat. T. XIV*, pg. 135 u. flg.

eigenen Gewichtes. Charakteristisch für die letzte Periode sei die Bildung von Luftwurzeln und schmarotzenden Stocksprossen (*drageons parasites*).¹⁾

Diese Beobachtungen Berthelots werden im Allgemeinen von Schacht bestätigt,²⁾ doch sollen nach ihm die Drachenbäume ausnahmsweise auch schon früher blühen. In unseren Gewächshäusern erweist sich nach Mayers,³⁾ Göpperts⁴⁾ und Anderer Beobachtungen das Wachstum der Dracaenen als ein so langsames, dass z. B. ein Exemplar von 9 Fuss Höhe, welches im Jahre 1808 für den hiesigen botanischen Garten erworben wurde, ein Alter von nahezu 100 Jahren erreicht hat, ehe es anfang, sich zu verästeln. Die Astbildung ist aber bei den Dracaenen eine Folge des Blühens;⁵⁾ denn da ihre Blütenrispe endständig ist, d. h. die Endknospe selbst sich zur Blütenrispe entwickelt, so würde mit dem Fruchttragen und Absterben derselben das Spitzenwachstum des Stammes aufhören,⁶⁾ wenn nicht aus den Achseln der oberen Blätter sich neue Knospen entwickelten, die sich zu Seiten-Aesten ausbildeten und so das Spitzenwachstum fortsetzten. Sobald diese Aeste eine gewisse Länge erreicht haben, pflegt sich derselbe Vorgang, die Umbildung der Endknospen, jetzt der Aeste, zu Blütenrispen zu wiederholen, der Baum blüht zum zweiten Male, verzweigt sich in Folge dessen quirlförmig, jetzt an den Astspitzen, und gewährt nun den oben pg. 3 mit Clusius' Worten geschilderten Anblick. Da jede neue Blütenperiode eine neue Verästelung zur Folge hat, so würde man, wenn diese Perioden nach gleichen Zeiträumen aufeinander folgten, aus der Zahl der Verzweigungen das Alter des betreffenden Baumes annähernd bestimmen können. Aber der Drachenbaum blüht weder alle Jahre, was nach Berthelot⁷⁾ sich daraus erklärt, dass der an der Basis sehr starke Schaft der Blütenrispe längerer Zeit bedarf, um sich abzulösen und einer neuen Seitenknospe Platz zu machen, noch überhaupt regelmässig mit gleichen Pausen; ältere Bäume nur sehr selten, sehr alte, wie der Baum von Orotava, gar nicht mehr.

Nächst der Verästelung, die, wie gezeigt, mit der Inflorescenz in engster Beziehung steht, ist die zweite und wichtigste Lebensperiode des Drachenbaums durch sein fortdauerndes Dickenwachstum charakterisirt, welches aus dem innern Bau zu erklären unsere nächste und Hauptaufgabe sein wird.

¹⁾ Das Entstehen dieser in den Astwinkeln alter Bäume wurzelnden jungen Schmarotzer erklärt sich Berthelot durch Beeren, welche, aus den Fruchtrispen herabfallend, in die Astwinkel gerathen sind und hier gekeimt haben.

²⁾ Schacht, Madeira und Tenerife, pg. 24 u. flg.

³⁾ Mayer, *Memoire sur l'arbre du sang-dragon*, pg. 29.

⁴⁾ Göppert, Beiträge zur Kenntniss der Dracaenen, pg. 8.

⁵⁾ Meneghini, *Ricerche*, pg. 26 u. flg.

⁶⁾ Bei der unter dem Namen der „hundertjährigen Aloe“ bekannten *Agave americana* L., welche eine ebenfalls endständige Blütenrispe mit gewaltigem Schaft treibt, schliesst mit dieser nicht nur das Spitzenwachstum, sondern das Leben überhaupt ab, weil sich hier keine neuen Laubspresse aus den Blattachseln entwickeln.

⁷⁾ Berthelot, loc. cit. pg. 179.

b. Structur des Dracaenenstammes im Allgemeinen.

Schneiden wir einen jüngeren noch frischen Stamm quer durch, so gewährt derselbe den auf Tafel I, Fig. 3 dargestellten Anblick. Das Innere besteht aus einem lockeren Gewebe, in dem wir zerstreute, nach aussen nur wenig gedrängter stehende Gefässbündel erkennen. Dieser Markeylinder ist umgeben mit einer dünnen aber festeren Holzschicht mit zahlreichen dicht gedrängten Gefässbündeln, die in ziemlich concentrischen Reihen geordnet sind. Zwischen dieser Holzschicht und der ziemlich dünnen Rinde zeigt das Zellgewebe die saftigste Beschaffenheit und zwar findet sich unmittelbar unter der Rinde eine grün gefärbte Schicht, welche der grünen Rindenschicht der Dicotyledonen zu entsprechen scheint und zwischen dieser und der Holzschicht ein farbloser Ring (C) aus zartestem Zellgewebe, welcher offenbar die Cambium- oder Verdickungsschicht im Querschnitt darstellt. Ein Längsdurchschnitt durch den Dracaenenstamm beweist, dass diese Schicht, ähnlich wie im Dicotyledonenstamm, den Holzcylinder in seiner ganzen Länge wie ein Mantel umgiebt, in der Nähe der Terminalknospe aber (Tf. I. Fig. 8) kegelförmig wird, um endlich in dem ebenso zarten Gewebe derselben zu verschwinden.

Durchschnitte durch einen älteren Dracaenenstamm, sowie ein Verticalschnitt durch ein längeres Stammstück zeigen, dass die Holzschicht nach oben an Dicke stetig abnimmt, während umgekehrt der Durchmesser des Markeylinders von unten nach oben zunimmt. Es gleicht sich diese Divergenz äusserlich so weit aus, dass der Stamm in seiner ganzen Länge ziemlich cylindrisch, oben nur wenig dünner als unten, da wo die Blätter anfangen, sogar etwas dicker erscheint als etwas weiter unten. Nur sehr alte Stämme sind auffallend conisch gestaltet,¹⁾ d. h. oben bedeutend dünner als unten, wie insbesondere auch die Abbildungen des Drachenbaumes von Orotava bei Berthelot und Schacht zeigen. Uebrigens steht die Dicke der Holzschicht in keinem bestimmten Verhältniss zur Dicke des Stammes. Dünnere Stämme zeigen mitunter eine absolut stärkere Holzschicht als dickere in derselben Stammhöhe. Dagegen habe ich nur bei ganz jungen, noch nicht zollthicken Stämmen eine Holzschicht vermisst, während sie etwas dickeren nur im oberen Theile zu fehlen, an der Basis aber stets schon vorhanden zu sein scheint. Es genüge hier, zunächst das Thatsächliche über die Holzschicht der Dracaenen festzustellen, während ihre Entwicklungsgeschichte einem späteren Abschnitt vorbehalten bleibt.

c. Der Markeylinder.

In dickeren Stämmen pflegt das Parenchym des Markeylinders ganz oder grösstentheils resorbirt zu sein,²⁾ so dass seine Gefässbündel nun isolirt sind.

¹⁾ Mohl, loc. cit. pg. XIII, bezeichnet den Dracaenenstamm überhaupt als conisch, was in dieser Allgemeinheit weder mit meinen Beobachtungen an jüngeren Stämmen, noch mit den zahlreichen Abbildungen bei Crantz, Berthelot, Hayne und Anderen, die ich verglichen, übereinstimmt.

²⁾ Die weitere Folge dieser Resorption des Markparenchyms ist das Eindringen von Nässe in die Markröhre, welche durch allmähliche Zerstörung der an sich sehr festen, isolirten Fasern das voll-

Man ist geneigt zu glauben, dass es in diesem Falle genügen müsse, den Holzmantel eines Stammstückes der Länge nach zu durchschneiden, um dasselbe in zwei Hälften auseinander fallen zu sehen und den Gefässbündelverlauf bequem verfolgen zu können, sieht sich aber zu diesem Zwecke genöthigt, erst eine Menge scheinbar durcheinander gewirrter starker Fasern zu durchschneiden, ehe man den Taf. I, Fig. 4 zur Hälfte dargestellten Anblick gewinnt. Von der Innenseite der Holzschicht aus steigen die Gefässbündel (v'), sehr spitze Winkel mit derselben bildend, empor und nähern sich immer mehr der Achse des Markeylinders, von wo sie sich plötzlich nach aussen der Peripherie des Stammes zuwenden (v''), um den unteren Verlauf der weiter oben entspringenden Fasern kreuzend (v'''), in der Holzschicht zu verschwinden. Stellenweise lässt sich nachweisen, dass diese Gefässbündel auch die Holzschicht durchkreuzen, um in ein Blatt oder vielmehr dessen Narbe einzutreten. Doch lässt sich dieser Eintritt in trocknen Stämmen nur auf der Innenseite der mit dem Stamme nur lose zusammenhängenden Rinde nachweisen, indem der Theil des in ein Blatt eintretenden Gefässbündels, welcher quer durch das Cambium und die saftigen Rindenschichten verlief, beim Eintrocknen derselben ebenfalls resorbirt worden, keineswegs aber etwa in Folge einer zu grossen Spannung zerrissen ist. Denn das Gefässbündel steht in ununterbrochener Verbindung mit dem Blatte, in das es mündet. Dies ist aber, da das Blatt selbst aus dem Centrum der Terminalknospe, wo es sich bildete, nach der Peripherie des Stammes rückt und seine Basis resp. Narbe bei fortgesetztem Dickenwachsthum des Stammes sich immermehr vom Centrum desselben entfernt, nur möglich durch intercalares Wachsthum des Gefässbündels im fortbildungsfähigen Gewebe des Cambiummantels zwischen Holzschicht und Rindenschicht. Dieser mit der Cambiumschicht sich stets neu bildende Theil des Gefässbündels besitzt die zarte Beschaffenheit der es umgebenden Gewebe¹⁾ und erleidet dasselbe Schicksal, beim Trockenwerden zu verschwinden. Auf einem Längsschnitt durch ein frisches Dracaenenstämmchen (Taf. I, Fig. 8)²⁾ lässt sich der Verlauf eines Gefässbündels quer durch die Cambiumschicht an manchen Stellen mit blossem Auge bis ins Blatt verfolgen. Auch zeigt dieser Vertikalschnitt, dass die Gefässbündel keineswegs ihren ganzen Verlauf in einer Ebene vollenden. Denn diejenigen, deren oberer Verlauf in die Durchschnittsebene fällt und deshalb sichtbar ist, erscheinen meist in der Mitte abgeschnitten, von anderen liegt gerade dieser mittlere Theil in der Durchschnittsebene, wieder von anderen der untere.³⁾ Dasselbe Resultat ergibt sich bei ge-

ständige Hohlwerden der Stämme bewirkt, wie dies vom Drachenbaum von Orotava bekannt ist, in dessen Höhlung früher Messe gelesen worden sein soll.

¹⁾ Der cambiale d. h. jugendliche Zustand dieses Theils der Gefässbündel wird auch durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. Abbildungen von Querschnitten solcher Gefässbündel von *Dracaena ferrea* hat schon Unger loc. cit. auf Tafel II, Fig. 13 u. 14 gegeben. Ueber die Veränderungen, die ein Markgefässbündel in seinem Verlauf bezüglich seiner anatomischen Zusammensetzung erleidet, weiter unten.

²⁾ Es ist kaum nöthig, hinzuzufügen, dass in diesem Stämmchen sich noch keine Holzschicht entwickelt hatte, die auf dem Längsschnitt sichtbaren Gefässbündel gehören daher alle dem Markeylinder an.

³⁾ Meneghini, *Ricerche*, pg. 13.

nauerer Betrachtung des bereits oben erwähnten Längsschnittes durch einen älteren Stamm, in dem die centralen Gefässbündel vollständig isolirt sind, nur dass sich aus der graphischen Darstellung, Taf. I, Fig. 4, das richtige Verhältniss kaum erkennen lässt. Weil nämlich bei den meisten Gefässbündeln der obere und der untere Verlauf nicht in einer Ebene liegen, sehen wir Gefässbündel, die in ihrem unteren Verlauf parallel waren, in ihrem oberen Verlauf meist eine verschiedene mitunter entgegengesetzte Richtung einschlagen und in Blätter von verschiedenem Alter eintreten. Denn dieser Eintritt geschah zu einer Zeit, wo sich die Blattanlagen in der Terminalknospe zu bilden anfangen und, wie Taf. I, Fig. 8 zu sehen, ihre Basen dichtgedrängt einander scheidenförmig umgaben, so dass zwei im cambialen Kegelmantel neben einander verlaufende Gefässbündelanlagen recht wohl in zwei damals dicht nebeneinander liegende Blattanlagen eintreten konnten, deren Basen jetzt nach ihrer weiteren Entwicklung durch ansehnliche Zwischenräume getrennt sind.

Auch die schon oben erwähnte, ebenfalls aus Fig. 4 ersichtliche, gegenseitige Durchschlingung der bis in das Innere des Stammes vordringenden Fasern, welche uns zwang, sie an den Umbiegungsstellen zu durchschneiden, findet seine Erklärung in dieser Abhängigkeit des oberen Gefässbündelverlaufs von der Richtung, in der die Blätter aus der Terminalknospe nach aussen rücken. In diesem mittleren Verlauf haben auch häufige Vereinigungen zwischen den Gefässbündeln stattgefunden. Es haben sich nämlich zwei oder mehrere derselben an den Stellen, wo sie sich am meisten nähern, mit einander verbunden, Taf. I, Fig. 4a bei b; und zwar durch dünne Aeste, die man übrigens auch an anderen Stellen ihres Verlaufes findet (Fig. 4a, bei c), wo eine Verwachsung nicht zu beobachten ist, oder es sind zwei Fasern vollständig in eine verschmolzen, welcher Fall sich mitunter an derselben Faser wiederholt, Fig. 4a bei d. Dies hat eine ansehnliche Verdickung der Gefässbündel zur Folge, welche überhaupt in ihrem mittleren Verlauf am dicksten, meist jedoch zusammengedrückt erscheinen, während sie im unteren Verlauf bedeutend dünner, aber mehr abgerundet sind.¹⁾

Kehren wir zu den Ausgangspunkten dieser Gefässbündel, deren mittleren und oberen Verlauf wir beobachtet haben, zurück, so bemerken wir bald, dass keineswegs alle von der Innenseite der Holzschicht, Fig. 4, entspringenden Fasern bis in die Mitte des Stammes vordringen, um sich hier nach aussen umzubiegen, sondern manche schon auf halbem Wege sich der Peripherie zuwenden, einige sich nur wenig von der Holzschicht entfernen, um weiter oben ganz in dieselbe einzudringen. Aehnliches sehen wir auf dem Längsschnitt Fig. 8. Um diese Abweichung von dem gewöhnlichen Verlauf zu erklären, müssen wir uns in das Gedächtniss zurückrufen, was bereits oben über die Beziehungen zwischen Gefässbündel und

¹⁾ Es stimmt dies wesentlich mit dem überein, was Mohl (loc. cit. pg. XIII) über die Gefässbündel der Cocospalme (*Cocos nucifera* L.) gesagt und Tafel Q, Fig. 7 u. 8 abgebildet hat.

Blatt gesagt ist. Anfangs im cambialen Kegelmantel der Terminalknospe verlaufend,¹⁾ treten die Gefässbündel in der Nähe des *punctum vegetationis* in die hier neu sich bildenden Blattanlagen ein und verlängern sich in demselben Masse, als das Blatt in seiner weiteren Entwicklung nach aussen und zugleich aufwärts rückt, durch intercalares Wachstum zwischen der Umbiegungsstelle, welche die damalige Lage des Vegetationspunktes bezeichnet und der inzwischen fortgerückten Basis des Blattes resp. seiner Narbe zu dem bereits oben beschriebenen Bogen ihres oberen Verlaufes. Aber nicht nur in dem kurzen Zeitraume, in dem sich die neue Blattanlage im Vegetationspunkte befindet, sondern auch noch in dem darauf folgenden, wo sie sich immer mehr aus dem Centrum entfernt, treten, wenn auch in geringerer Zahl, neue und zwar später gebildete Gefässbündelanlagen hinein und das so lange, als die Blattbasis noch nicht durch die sich allmählich bildenden Rindenschichten vom Bildungsgewebe des Cambiummantels getrennt ist. So erklärt sich sowohl, dass die meisten Gefässbündel ihre Umbiegungsstellen in der Nähe des Centrum haben, als auch dass viele, die in weiter ausgebildete Blätter sich verlängerten, einen oberflächlicheren Verlauf nehmen.

Aus diesen Beobachtungen über den Gefässbündelverlauf des Markcylinders der *Dracaena* ergibt sich eine wesentliche Uebereinstimmung mit dem des Palmstammes und es erübrigt nur noch, die Frage zu entscheiden, ob auch die Elementartheile beider Gefässbündel dieselben sind. Bringen wir einen dünnen Querschnitt und den entsprechenden Längsschnitt durch den Markcylinder eines jungen *Dracaenenstammes* unter das Mikroskop, so erweist sich das Zellgewebe des Markes als ein polyedrisches Parenchym mit wenig verdickten, punktirten Wandungen ohne Tüpfelhöfe, das davon umschlossene Gefässbündel, Taf. I, Fig. 6 u. 7, zeigt in der Mitte weite Gefässe (g), die sich auf dem Längsschnitt als Treppengefässe und engere, die sich theils als Spiralgefässe (sp), theils als Tüpfelgefässe (t) erweisen. Diese Gefässe bilden mit den sie auf der innern (in der Abbildung rechten) Seite umgebenden Holzzellen (h) den Holztheil des Gefässbündels. Die entgegengesetzte, der Peripherie des Stammes zugekehrte Seite des Gefässbündels nehmen den Holzzellen ähnliche, langgestreckte, an beiden Enden zugespitzte, dickwandige Prosenchymzellen mit spaltenförmigen Tüpfeln ohne Höfe ein, die dem Basttheil des Palmengefässbündels entsprechen. Zwischen Holz- und Basttheil gelagert sind dünnwandige Zellen mit siebartigen horizontalen Querscheidewänden, Fig. 6 u. 7. si, und verhältnissmässig sehr grossen Tüpfeln, deren Umrisse kaum sichtbar sind. Diese Zellen entsprechen den cambialen Zellen des Palmengefässbündels und werden neuerdings als Siebröhren oder Gitterzellen bezeichnet; es wird weiter unten noch ausführlicher von ihnen die Rede sein.

Untersuchen wir Querschnitte durch ein und dasselbe Markgefässbündel in verschiedener Höhe seines Verlaufes, so zeigt sich in der anatomischen Zusammen-

¹⁾ Schleiden, Grundzüge, 1. Aufl. I, pg. 128. Karsten, Vegetationsorgane der Palmen, pg. 86 u. fig. Wossidlo, Structur der *Jubaea spectabilis*, pg. 18.

setzung kein wesentlicher Unterschied. Auch in dem weit dünneren, der Holzschicht anliegenden Theile ist die oben beschriebene Differenzirung der Gewebe bereits ausgesprochen: ein Holztheil mit mehreren Gefässen, ein hier verhältnissmässig grösserer Basttheil mit stark verdickten Zellwandungen, endlich auch, dazwischen gelagert, Siebröhren, deren frühzeitige Resorption die Fasern älterer Stämme hier hohl erscheinen lässt. Weiter oben nimmt der Holztheil an Umfang bedeutend zu, auch die Anzahl der Siebröhren scheint grösser zu sein, der Basttheil dagegen erscheint nur als ein halbmondförmiger Ring. An der Stelle, wo, wie oben gezeigt, zwei Fasern verschmelzen, treten zunächst die Basttheile desselben in einen zusammen, welcher die beiden sonst noch getrennten Bündel zum Theil umgiebt, weiter oben ist die Verschmelzung vollständig und es ist jeder der drei Bestandtheile, Holz, Basttheil und Cambium des Gefässbündels nur einmal vorhanden.¹⁾

Wenn somit die Gefässbündel des Markeylinders der *Dracaena* im Allgemeinen mit denen des Palmstammes auch in ihrer elementaren Zusammensetzung übereinstimmen, so weichen doch die letzteren im unteren Verlauf darin ab, dass sie hier nur aus dickwandigen Bastzellen zusammengesetzt sind und erst weiter oben Gefässe und Cambium zeigen. Wenn Mohl in seiner Palmenanatomie (pg. XIII) diesen Unterschied nicht zu kennen scheint, so liegt dies daran, dass er die Bastfaserschicht der Palmen mit der Holzschicht der *Dracaenen* identifizierte und demgemäss die Fasern der *Dracaenen*holzschicht als die unteren Enden der Markgefässbündel ansah, wie die Bastfasern des Palmstammes für die unteren Enden seiner centralen Gefässbündel. Diese Ansicht, welche sich auf eine theilweise Uebereinstimmung im Verlauf und in der anatomischen Zusammensetzung stützt, ist durch spätere Forschungen²⁾ widerlegt und von dem Urheber selbst bereits berichtigt worden.³⁾

d. Die Holzschicht.

Im Gegensatz zum Markeylinder zeichnet sich die Holzschicht der *Dracaena*, wie schon Clusius bemerkt hat,⁴⁾ durch ansehnliche Festigkeit aus; ihr verdankt der Drachenbaum, dass er Jahrtausende den Stürmen zu trotzen vermag. Von

¹⁾ Der knapp zugemessene Raum der beiden Figurentafeln gestattete dem Verfasser leider nicht, diese Veränderungen, die ein Gefässbündel in seinem Verlauf bezüglich seiner anatomischen Zusammensetzung erfährt, durch Abbildungen der betreffenden Querschnitte unter dem Mikroskop zu veranschaulichen. Die Abbildungen, die Unger (loc. cit. Taf. II, Fig. 11 u. 12) davon giebt, sind, wie auch Rauwenhoff loc. cit. pg. 18 bemerkt, nicht richtig.

²⁾ Karsten, Vegetationsorgane der Palmen pg. 99.

³⁾ Mohl, Ueber die Cambiumschicht des Stammes der Phanerogamen und ihr Verhältniss zum Dickenwachsthum desselben. Bot. Zeit. 1858 pg. 195.

⁴⁾ Clusius, loc. cit.: *Materia trunci firma est ferrumque difficulter admittit*, was sich nur auf die Holzschicht beziehen kann.

dem Holze unserer einheimischen Laub- und Nadelbäume unterscheidet sich das Dracaenenholz auf dem Querschnitt, Taf. I, Fig. 4, wie schon oben bemerkt, durch die grosse Zahl dichtgedrängter Gefässbündel, deren concentrische Anordnung (Fig. 3, 4 u. 5) uns an die oben beschriebenen Jahresringe der Dicotyledonen-Stämme erinnert. Noch mehr lässt der Radiallängsschnitt (Fig. 4) einen Vergleich mit unseren einheimischen Hölzern zu, insbesondere mit dem jüngeren lockeren Holz (Splint) der Kiefer oder Fichte, nur dass die scheinbaren Holzfasern hier viel gröber sind, weitläufiger stehen und im grössten Theil ihres Verlaufes in ein lockeres Gewebe eingehüllt erscheinen, das zwar die Lage aber keineswegs die Beschaffenheit der Spiegelfasern jener Nadelhölzer besitzt. Schälen wir von einem trocknen Stamm, dessen saftige Rindenschichten bereits geschwunden sind, die Rinde ab, so gewährt die Holzschicht den Taf. I, Fig. 5 dargestellten Anblick. Ihre Fasern, deren Verlauf wir auf dem Radiallängsschnitt wegen ihrer dichten Einhüllung in Zellgewebe nur auf kurze Strecken mit dem Auge verfolgen und nur durch mühsames Abschaben isoliren können, sind hier, wo das ursprünglich zwischen ihnen befindliche sehr zarte und saftige Gewebe durch Eintrocknen geschwunden ist, ähnlich wie das des Markcylinders in älteren Stämmen, in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar. Während die des Markcylinders (Fig. 4, v', v'', v''') sich vorzugsweise nur in ihrem mittleren Verlauf vereinigen (Fig. 4, a), treten zwei benachbarte peripherische Fasern unmittelbar oder durch kurze Seitenäste, die sie aussenden, in ihrem Verlauf so oft wiederholt in Verbindung, dass ein förmliches Netzwerk¹⁾ von Fasern entsteht, dessen Schlingen im frischen Stamme mit Zellgewebe ausgefüllt waren. Suchen wir die oberste Lage von Fasern abzuheben, so bemerken wir, dass jede Faser in radialer Richtung sich verhält wie in tangentialer, d. h. mit den darunterliegenden Fasern in ähnlicher Verbindung steht, wie mit den seitlichen. Bei etwas tieferem Eindringen stossen wir sehr bald auf Schichten, in denen die von den Fasern in ihrer seitlichen Verbindung gebildeten Schlingen mit Zellgewebe ausgefüllt sind, welches der Beobachtung des Verlaufes dieser Fasern ähnliche Schwierigkeiten bereitet, wie auf dem Radiallängsschnitt. Das Zellgewebe in diesen tiefer liegenden Schichten war also offenbar bereits ausgebildet, d. h. verholzt genug, um beim Trockenwerden der peripherischen Stammschichten nicht zu schwinden. Zugleich scheinen auch die Fasern in diesen tieferen Lagen der Holzschicht mehr ausgebildet als die oberflächlichen, insofern sie dicker und fester sind. Endlich sind auch die Schlingen hier weniger häufig, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern grösser und Verzweigungen, namentlich in radialer Richtung seltener. Nirgends aber sah ich eine Faser der Holzschicht in den Markcylinder eintreten und sich gleich den Fasern des Markcylinders dem Centrum nähern.²⁾ Denn

¹⁾ Die netzartige Vereinigung dieser Fasern hat auch Mohl schon bemerkt (loc. cit.) und Schacht, Pflanzenzelle, Taf. XVIII, Fig. 8, abgebildet.

²⁾ Auch Rauwenhoff loc. cit. pg. 31 hebt dies hervor: (*Dese vaatbundels*) buigen zich niet nar binnen, en waar de centrale vaatbundels zich naar buiten ombuigen en de peripherie in radiale rigting doorloopen om

die von der Innenseite des Holzcylinders ausgehenden Markgefässbündel, deren Verlauf im vorigen Abschnitt bereits beschrieben worden ist, kommen niemals aus dem Innern der Holzschicht, sondern hängen mit derselben nur durch das hier noch nicht ganz resorbirte Markparenchym zusammen, welches sich in das Parenchym der Holzschicht fortsetzt. An dieser Grenze von Holzschicht und Markcylinder sind dieselben, scheinbar der ersteren, in Wirklichkeit dem Markcylinder angehörend, schon mit blossem Auge an der viel weitläufigeren Stellung und dem kleineren fast kreisrunden Querschnitt gegenüber der elliptischen Form und gedrängteren Stellung der benachbarten Gefässbündel der Holzschicht zu erkennen. Noch schärfer werden die letzteren durch ihre anatomische Zusammensetzung charakterisirt, die von der oben beschriebenen der Markgefässbündel wesentlich verschieden ist. Ein Querschnitt durch ein Gefässbündel der Holzschicht und die angrenzenden Theile des Zellgewebes, Taf. II, fig. 5 bei starker Vergrösserung abgebildet, zeigt nur zweierlei Bestandtheile: weite gefässartige Zellen mit stark verdickten Wandungen, die von Tüpfelcanälen durchbrochen sind, und viel engere dünnwandige Zellen, deren Querscheidewände, nur zum kleinen Theil sichtbar, siebartig durchlöchert scheinen. Auf dem Längsschnitt, wie ihn Taf. II, Fig. 2 die am rechten Ende stehende Partie bei schwächerer Vergrösserung zeigt, erkennen wir, dass jene weiten gefässartigen Zellen, die den Hauptbestandtheil dieser Gefässbündel ausmachen, an beiden Euden zugespitzt, also Prosenchymzellen sind. Die Tüpfelcanäle erscheinen hier als Spalten, welche von den fast kreisförmigen Umrissen der Tüpfelhöfe umgeben sind. In einer Zelle scheinen sich je zwei Tüpfelspalten zu kreuzen. Es ist dies bekanntlich die Folge davon, dass die Tüpfelspalten, spiralg gestellt und in den Holzzellen eines Gefässbündels gleichlaufend, in zwei benachbarten Zellen übereinander zu liegen kommen. Das Aussehn dieser mit behoften Tüpfeln versehenen Prosenchymzellen erinnert durchaus an die Holzzellen unserer einheimischen Nadelbäume,¹⁾ die neuerdings von Sanio²⁾ als gefässartige Holzzellen oder Tracheiden bezeichnet werden. Doch zeigen, dem grössern Durchmesser dieser Zellen bei *Dracaena* entsprechend, ihre Wandungen meist mehrere Reihen von behoften Tüpfeln, während die Holzzellen im Stamme der Kiefer, Tanne etc. meist nur eine Reihe aufweisen. Es ist dies nach Mohl³⁾ die Folge davon, dass die letzteren im Querschnitt meist vier-, die ersteren sechs- und mehr-eckig sind. Der Bau der Tüpfelräume wie der Tüpfelcanäle scheint in beiden

naar het blad te gaan, daar blijven zij geheel buiten aanraking met de laatstgenoemde vaatbundels.

Millardet gründet darauf (loc. cit. nach Ress. bot. Ztg. 1867 pg. 15) seine Unterscheidung der *Dracaenen*-Gefässbündel in axile und peripherische und vermuthet, dass dieser Unterschied ein vielen oder allen *Monocotyledonen* gemeinsamer sei.

¹⁾ Auch die Holzzellen der *Cycadeen* sind ähnlich, wie auch Rauwenhoff loc. cit. pg. 19 bemerkt.

²⁾ Sanio, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Bot. Zeit. 1863.

³⁾ Mohl, Bot. Zeit. 1862 pg. 234.

Fällen übereinzustimmen. Nach den Untersuchungen von Schacht, Sanio und Dippel¹⁾ ist in den verholzten, nur Luft führenden Tüpfelzellen der Dicotyledonen-Stämme die primäre Zellmembran zwischen den Tüpfelcanälen durchbrochen, so dass die benachbarten Zellen hier in offener Verbindung stehen. Rauwenhoff, der die Tüpfel der Dracaenaholzzellen einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen, bestreitet, dass dies auch bei diesen der Fall sei, in deren Tüpfeln die primäre Zellmembran erhalten bleibe. Dieselbe Behauptung war schon früher von Caspary gelegentlich ausgesprochen worden.²⁾ Nach dem Aussehen zu schliessen, welches die Tüpfel bei der stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrösserung zeigten, halte auch ich Rauwenhoff's und Caspary's Ansicht bezüglich der Dracaena-Tüpfel für die richtige, ohne übrigens diese Frage, die bei der ausserordentlichen Zartheit und Kleinheit des Gegenstandes zu den schwierigsten Aufgaben des Pflanzenanatomen gehört, endgiltig entscheiden zu wollen. Nicht minder schwierig ist die Untersuchung des zweiten Bestandtheils der Holzschichtgefässbündel, welcher von den gefässartigen Prosenchymzellen rings umgeben ist und dessen dünnwandige Zellen mit den entsprechenden im Markgefässbündel durchaus übereinstimmen. Die am weitesten nach rechts gelegene Partie, Fig. 2, zeigt diese Zellen zwischen den getüpfelten Prosenchymzellen in ihren äusseren Umrissen. Bei mehrfach stärkerer Vergrösserung, Fig. 4, sieht man auf den Längswänden zahlreiche mit äusserst feinen Umrissen versehene rundliche Tüpfel (t) von verschiedener Grösse; die mehr oder weniger horizontalen Querscheidewände zeigen an einigen Stellen deutlich das schon auf dem Querschnitt, Fig. 5, si, bemerkte siebartige Aussehen. Aehnliche Zellen im Basttheil der Gefässbündel dicotyledoner Pflanzen hatte zuerst Hartig aufgefunden³⁾ und Siebröhren genannt, später Mohl;⁴⁾ der letztere nannte sie wegen des bei sehr starker Vergrösserung eigenthümlichen Aussehens ihrer grossen Wandtüpfel Gitterzellen. Auch bei Monocotyledonen fand Mohl ähnliche Zellen, die als Bestandtheil des Monocotyledonen-Gefässbündel übrigens längst unter dem Namen *vasa propria* bekannt waren, deren Bedeutung indess auch heut noch ziemlich dunkel ist.⁵⁾

¹⁾ Schacht, *De maculis in plantarum vasis cellulisque lignosis obviis*. 1860. Sanio, Einige Bemerkungen über den Bau der Hölzer. Bot. Zeit. 1860. Dippel, Ueber Entstehung und Bau der Tüpfel. Bot. Zeit. 1860.

²⁾ Monatsbericht der Königl. Acad. d. Wissensch. zu Berlin, Juli 1862.

³⁾ Hartig, Naturgeschichte der forstlichen Culturgewächse, 1840—46 und Bot. Zeit. 1854 pg. 51.

⁴⁾ Bot. Zeit. 1855 pg. 873.

⁵⁾ Die *Vasa propria* hatte schon Malpighi (*Anatome plantarum*. London 1675, pg. 7) in den Gefässbündeln des Mais bemerkt, sich aber durch den aussfliessenden Saft, der die äusserst zarten Umrisse dieser Zellen verdunkelte, verführen lassen, das Ganze für ein Gefäss (*vas proprium*) zu halten. In einen ähnlichen Irrthum verfiel Mirbel (*Journal de Physique T. LIII. pg. 72*) dem die Gefässbündel des frischen Zuckerrohrs einen ähnlichen Anblick gewährt haben mochten. Im trocknen Zuckerrohr sah er an derselben Stelle eine rundliche Oeffnung, welche er für einen Luftgang (*trachée*) hielt, wäh-

Das Zellgewebe, von welchem die Gefässbündel des Holzcylinders (wir behalten den Ausdruck bei, obwohl dieselben keine eigentlichen Gefässe enthalten) umgeben sind, lässt schon unter der Loupe eine regelmässige Anordnung der Zellen in radialen Reihen erkennen, die an die Markstrahlen der Dicotyledonen-Stämme erinnert. Unter dem Mikroskop zeigen seine Zellen, denen des Markparenchyms ganz ähnlich, schwach verdickte Wandungen, die bei stärkerer Vergrösserung (Taf. II, Fig. 5, p) ebenfalls zahlreiche Tüpfel erkennen lassen. Ihre Umrisse dagegen sind nicht rundlich, wie die des Markparenchyms, sondern in Folge ihrer Stellung zwischen den viel gedrängteren Gefässbündeln der Holzschicht eckig, im Querschnitt, (Taf. II, Fig. 1, D) fast viereckig. Da ihre Form wie ihre Anordnung mit der Entstehung der Holzschicht überhaupt auf das engste zusammenhängt, so komme ich im folgenden Abschnitte darauf zurück.

e. Die Cambiumschicht und das Dickenwachsthum.

Die Untersuchung frischer Dracaenen-Stämme bestätigt zunächst durch die grössere Zartheit und Saftigkeit der Gewebe, dass die äusseren Lagen der Holzschicht von jüngster Bildung und um so jünger sind, je näher sie der bereits oben

rend sie doch, wie das oben beschriebene Hohlwerden der Dracaenagefässbündel, einfach dem Zerreißen jener zarten Zellen beim Eintrocknen ihre Entstehung verdankt. Der scharfsichtige Moldenhauer (Beiträge zur Anat. d. Pfl. 1812. pg. 126) wies zuerst den Irrthum der beiden Forscher nach und zeigte, dass das vermeintliche Gefäss ein ganzes Bündel schlauchförmiger Zellen sei, die in ähnlicher Weise sich auch im Bambusrohr und in der Banane finden. Er glaubte zu sehen, dass die an einander gereihten Zellschläuche offen in einander münden und stellte sie deshalb und wegen ihres milchig-trüben Saftes neben die Milchsaftgefässe der *Asclepias syriaca* und des *Chelidonium majus*. Auch bei anderen Dicotyledonen fand Moldenhauer diese Zellen im Mark und im Bast, wo sie, wie in *Sambucus nigra*, neuerdings Mohl als Gitterzellen nachgewiesen hat. Der letztere hatte die *vasa propria* in seiner Palmenanatomie als wesentlichen Bestandtheil des Monocotyledonen-Gefässbündels erkannt, ohne jedoch über ihren Zweck eine Meinung aussprechen zu wollen (pg XIII). Mirbel meint, indem er die Entwicklungsstadien des Cambiums festzustellen suchte (*Nouvelles notes sur le Cambium. Mem. de l'acad. 1842*), dass das *cambium celluleux*, unter welchem Namen er auch die *vasa propria* Mohls begreift, durch chemischen Process wieder aufgelöst, neuen Geweben in anderen Theilen des Stammes Entstehung geben oder zur Ernährung der älteren dienen könne (pg. 19). Dem gegenüber bezeichnet Schleiden (Grundzüge. I. Ausg. I, 224) die *vasa propria* des Monocotyledonen-Gefässbündels als nicht weiter entwicklungsfähiges Cambium. Diese Ansicht, die im Wesentlichen auch Schacht (Pflanzenzelle, pg. 178) und Unger (Anatomie und Physiologie, 217) vertreten, welcher letztere sie eine Hemmungsbildung nennt, ist durch die Entdeckung der Gitterzellen, mit denen [die *vasa propria* in Bau und Stellung wesentlich übereinstimmen, modificirt worden. Denn Mohl (Einige Andeutungen über den Bau des Bastes. Bot. Zeit. 1855, pg. 890) wies nach, dass die Gitterzellen der Dicotyledonen ein wesentlicher Bestandtheil des Bastes sind und wahrscheinlich dem in der Rinde absteigenden Saftstrom dienen; er schloss daraus, dass auch die *vasa propria* des Monocotyledonen-Gefässbündels dem Bastkörper desselben zuzurechnen seien und wahrscheinlich eine ähnliche Bedeutung haben, nämlich den in den Blättern assimilirten Nahrungssaft in den Stamm und die Wurzel hinabzuführen, während der Holzkörper des Monocotyledonen-Gefässbündels, wie der der Dicotyledonen dem aus der Wurzel aufsteigenden Strome des rohen Nahrungssaftes diene.

bezeichneten Zone liegen, die sie umgibt und die wir nach Analogie der Dicotyledonen Cambiumschicht genannt haben.

Unter dem Mikroskop gewährt der Querschnitt durch diese äusseren Stammschichten einer *Dracaena* den auf Taf. II, Fig. 1 dargestellten Anblick. Die Cambiumschicht (C) ist durch die Zartheit und Farblosigkeit ihrer mit trübem Saft erfüllten Zellen und den Mangel der luftgefüllten Interzellularräume, welche das übrige Parenchym dunkler erscheinen lassen, kenntlich. In dieser äusserst zarten Schicht erblicken wir etwas dunklere Flecke (fa), die eine gewisse Regelmässigkeit in der gegenseitigen Stellung erkennen lassen. Sie bilden nämlich mehrere der Rinde parallele Reihen mit ziemlich gleichen Zwischenräumen. Diese letzteren sind durch zartes Parenchym ausgefüllt, dessen Zellen, wie die der Cambiumschicht selbst in radialer Richtung ziemlich geradlinig hintereinander stehen.¹⁾ Die dunkleren Flecken erscheinen weiter nach dem Innern zu grösser und sind hier leicht als Querschnitte von Gefässbündeln zu erkennen, da ihre Zellen hier weiter und dickwandiger sind. Ebenso, aber in weit geringerem Grade, die des zwischen ihnen befindlichen Parenchyms, dessen regelmässige Anordnung in radialen Reihen hier noch mehr hervortritt.²⁾

Ein Längsschnitt durch dieselbe Schicht der *Dracaena* (Taf. II, Fig. 2) zeigt, dass die Gefässbündelanlagen zunächst nur aus sehr dünnwandigen gestreckten mit horizontalen Scheidewänden versehenen Zellen bestehen, deren Durchmesser, wie schon ihr Querschnitt, Fig. 1, zeigte, viel geringer ist als derjenige der sie umgebenden Zellen. Diese letzteren zeigen auch auf dem Längsschnitt eine regelmässige Anordnung in radialen Reihen, die sich in das Innere der Holzschicht hinein fortsetzen. Bei den weiter nach innen gelegenen Bündeln ist die Differenzirung der Gewebe bereits ausgesprochen: wir erkennen deutlich langgestreckte an beiden Euden zugespitzte Prosenchymzellen, deren schon etwas verdickte Wandungen bereits Tüpfelspalten erkennen lassen und ebenfalls gestreckte, aber viel engere, kürzere und mit horizontalen Scheidewänden versehene Zellen, die durchaus denen entsprechen, welche die Gefässbündelanlagen (fa) ausschliesslich zusammensetzen. Ein Theil der letzteren ist scheinbar auf der Stufe der Entwicklung stehen geblieben, die sie bei ihrer Entstehung aus den Zellen der Cambiumschicht erlangt, während der grössere Theil sich in Holzzellen verwandelt und in seiner weiteren Ent-

¹⁾ Die Regelmässigkeit dieser radialen Anordnung ist auch in den an die Cambiumschicht angrenzenden Theilen des Parenchyms grösser als die Abbildung es darstellt.

²⁾ Mirbel schon (*Annales du Musée, T. XIII, pg. 379 u. fig.*) hatte zwischen Rinde und Holzschicht der *Dracaena reflexa* jenen hellen zarten Ring beobachtet und seine Analogie mit der Cambiumschicht der Dicotyledonen ausgesprochen. Ebenso Du Petit-Thouars (*Essai 4. Reponse, 65*) bei *Dracaena Draco*. Treviranus (*Physiologie I, 197 u. 204*) bemerkte zuerst, dass in dieser hellen Zone „gleichförmig vertheilte Flecken von minderer Durchsichtigkeit“ sich von dem übrigen Zellgewebe abheben, die sich ihm durch Vergleichung mit den jüngsten Holzbündeln unzweifelhaft als Anfänge solcher Bündel zu erkennen gaben.

wicklung endlich die Eigenschaften zeigt, die wir bereits oben als charakteristisch für die Dracaenen beschrieben haben. Bei genauerer Betrachtung der in der Cambiumschicht jüngst entstandenen Gefässbündelanlagen sieht man deutlich, wie die Zellen der letzteren durch Längstheilung der Cambiumzellen entstanden sind. Dass diese Tochterzellen, welche an Länge die Mutterzellen zunächst nicht übertreffen, in ihrer weiteren Ausbildung zu gefässartigen Holzzellen so bedeutend nicht nur an Dicke, sondern auch an Länge zunehmen, erklärt sich bekanntlich dadurch, dass ihre Enden sich kegel- oder keilförmig zuspitzen und zwischen die der darunter und darüber liegenden eindringen. Die allerdings viel geringere Längenzunahme der anderen Zellen, welche sich nicht in Holz-, sondern in Gitterzellen verwandeln, lässt sich wohl nur durch stellenweise Resorption ihrer Querscheidewände erklären.

Dass die Cambiumschicht selbst sich durch Theilung ihrer Zellen vermehrt, resp. neu bildet, ist an zahlreichen Stellen zu beobachten. Auch lässt das ganze Aussehen dieser Zellen, ihr trübschleimiger Inhalt, so wie die chemischen Reactionen über ihre Bedeutung keinen Zweifel. Zucker und Schwefelsäure färben die Schicht rosenroth, was als ein Beweis reichlichen Vorhandenseins stickstoffhaltiger Verbindungen angesehen werden kann, die dem Zellinhalt cambialer Gewebe eigenthümlich sind. Jod und Schwefelsäure färben die Zellwandungen hellblau, ein Beweis, dass dieselben noch aus reinem Zellstoff bestehen, also noch nicht verholzt, d. h. mit Holzstoff imprägnirt sind. Denn dieser würde die durch Einwirkung der Schwefelsäure erfolgende Umwandlung des Zellstoffs in Stärke und damit die Blaufärbung durch Jod hindern, oder es würde die gleichzeitig durch das Jod eintretende Gelbfärbung des Holzstoffes die Zellwandungen schmutzig grün erscheinen lassen.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass auf dieser Cambiumschicht, die den Holzcylinder der Dracaenen wie ein Mantel umgiebt, das fortdauernde Dickenwachsthum derselben beruhen muss. Denn ähnlich wie bei den Dicotyledonen entfernt sich der Cambiummantel in demselben Masse von der Achse des Stammes, als neue Gewebe sich aus ihm entwickeln, den älteren anschliessen und den Holzcylinder des Dracaenen-Stammes verdicken. Wie im Dicotyledonen-Stamme aus dem Cambium der Splint, aus diesem nach und nach das sogenannte Kernholz sich bildet, so stellt auch das Holz eines dickeren Dracaenen-Stammes in seinen tieferen Schichten eine, weil aus verholzten Faserbündeln bestehende, festere Masse dar, als in den der Rinde benachbarten, deren Fasern erst zu verholzen anfangen. Auch die bereits oben hervorgehobene Anordnung der Holzbündel in ziemlich concentrischen Kreisen erklärt sich nun leicht aus ihrer Entstehung in dem, sich selbst concentrisch, fortrückenden Cambiumringe. Die Aehnlichkeit mit den Jahresringen der Dicotyledonen würde noch grösser sein, wenn die Gefässbündel in radialer Richtung regelmässig hinter einander ständen¹⁾ und nicht vielmehr die

¹⁾ Bei der wie im äusseren, so auch im inneren Bau den Dracaenen ähnlichen *Yucca* soll dies nach Millardet (loc. cit.), der Fall sein. Meneghini (loc. cit.), der auf Taf. IX, Fig. 1, C, Quer- und

jüngeren sich häufig in den Kreis der älteren hineindrängen. Die Folge davon ist auch, dass die Reihen von Parenchymzellen der Holzschicht, deren radiale Anordnung zwischen den Gefässbündeln sich aus dem in radialer Richtung gleichmässig fortschreitenden Neubildungsprocess der Cambiumschicht erklärt, sich nicht bis in das Mark des Stammes fortsetzen, wie die primären Markstrahlen der Dicotyledonen-Stämme, sondern, wie die secundären Markstrahlen derselben, in radialer Richtung nur eine beschränkte Ausdehnung haben. Die Aehnlichkeit mit den letzteren wird noch dadurch vermehrt, dass in Folge der regelmässigen bereits oben geschilderten Anastomosen zwischen den Gefässbündeln der Holzschicht, Taf. I, Fig. 5, welche den Anblick eines gestrecktmaschigen Netzes gewähren, die Parenchymstreifen, welche die Lücken ausfüllen, auch in ihrer verticalen Ausdehnung sehr beschränkt sind und sich oben und unten keilförmig zuzuspitzen scheinen.

Wie gross im Allgemeinen die Analogie zwischen der Bildung der Dracaenen-Holzschicht und der der Dicotyledonen auch sein mag, so liegt doch ein durchgreifender Unterschied darin, dass die Cambiumschicht des Dracaenen-Stammes sich nicht aus dem Cambium der primären Gefässbündel entwickelt wie bei den Dicotyledonen, sondern unabhängig davon aus dem Urparenchym der Keimpflanze wie bei allen anderen Monocotyledonen. Die Folge davon ist, dass das Dickenwachsthum der Dracaenen nicht wie das der Dicotyledonen-Stämme durch Zwischenlagerung concentrischer Holz- und Bastschichten zwischen den bereits vorhandenen Holz- und Basttheil der einen geschlossenen Kreis bildenden primären Gefässbündel vor sich geht, sondern durch Bildung neuen Parenchyms und Fortbildung oder Neubildung zerstreuter Gefässbündel, die, obwohl durch zahlreiche Verzweigungen zusammenhängend, doch nicht als Theile eines und desselben Gefässbündels anzusehen sind.¹⁾

Längsschnitt durch einen alten Stamm von *Yucca gloriosa* abbildet, hebt die auch aus der Abbildung ersichtliche concentrische Schichtung des *Yucca*-Holzkörpers hervor (pg. 30) erwähnt aber mit keiner Sylbe jener radialen Anordnung der Gefässbündel, die auch aus seiner Abbildung nicht zu ersehen ist. Ich selbst habe noch nicht Gelegenheit gefunden, Millardets Beobachtungen an *Yucca* zu bestätigen.

¹⁾ Wie Zweige Theile eines Baumes sind, so müssten die sämmtlichen Gefässbündel der Dracaenen-Holzschicht als Theile eines oder mehrerer primären Gefässbündel angesehen werden, wenn Schachts Behauptung (Pflanzenzelle, pg. 253) richtig wäre, dass der Cambiumring der Mono- wie der Dicotyledonen keine neuen Gefässbündel bilde, sondern diese sich nur aus sich selbst innerhalb des Cambiumringes verzweigten. Dass dieser Satz in dieser Allgemeinheit ausgesprochen entschieden unrichtig ist, hat bereits Mohl (Bot. Zeit. 1858, pg. 195) nachgewiesen. Was die Gefässbündel der *Dracaena* anlangt, so müssen wir zwischen denen des Markeylinders und denen der Holzschicht wohl unterscheiden. Dass auch bei den ersteren Verzweigungen vorkommen, ist bereits oben auseinandergesetzt und auf Taf. I, Fig. 4, a abgebildet worden. Die verhältnissmässige Seltenheit derselben und insbesondere der Umstand, dass die Verbindungszweige viel dünner sind als die Gefässbündel selbst, ferner die zahlreichen Uebergänge zwischen Zweigverbindung und wirklicher Verschmelzung, endlich die anatomische Zusammensetzung der Stellen, wo solche Verschmelzungen stattgefunden haben (cfr. pg. 17), lässt den Gedanken, dass alle Markgefässbündel aus wenigen primären durch Verzweigung entstanden sind, kaum aufkommen. Da, wenn Schachts Ansicht richtig, die Gefässbündel der

Nachdem wir so die Frage, wie das Dickenwachsthum der Dracaenen zu erklären ist, beantwortet haben, erübrigt noch festzustellen, wann dasselbe seinen Anfang nimmt, oder richtiger, wann sich die Holzschicht zu bilden anfängt. In Bezug hierauf hat Du-Petit-Thouars (*Premier Essai*) die Meinung aufgestellt, dass der Stamm, so lange er der Aeste entbehre, nicht in die Dicke wachse. Mohl (loc. cit. pg. XIV) widerlegt dies leicht durch die Beobachtung, dass zwei Stämme von sehr verschiedener Höhe, der eine 2 Fuss, der andere 20—30 Fuss hoch, ihm, obwohl beide noch unverästelt, eine sehr verschiedene Dicke gezeigt hätten; der erstere habe die Dicke eines, der andere die von 4—5 Daumen gehabt. Schacht ist in einen ähnlichen, fast noch grösseren Irrthum wie Du-Petit-Thouars zurückverfallen. Er behauptet (Pflanzenzelle pg. 253), die Bildung der Holzschicht beginne erst, wenn das Längenwachsthum des Stammes aufgehört habe. Nun zeigt aber die Untersuchung zahlreicher noch unverzweigter Stämme, dass sie mit Ausnahme der noch nicht daumdicken alle, wenigstens im untersten Theile des Stammes, schon eine Holzschicht haben, dass also diese sich schon vor der Verästelung des Stammes zu bilden anfangen. Andererseits pflegt der Stamm nach Berthelot¹⁾ auch nach begonnener Verästelung, wenn auch nur unbedeutend noch sich zu verlängern, so dass also das Aufhören des Längenwachsthums noch weniger als die Verästelung als Anfangspunkt für die Bildung der Holzschicht angenommen werden kann. Nach meinen Beobachtungen ist es mir wahrscheinlicher, dass die Bildung der Holzschicht mit dem Abwerfen der Blätter, der Bildung der Blattnarben und der Differenzirung der Rindenschichten im Zusammenhang steht. Denn in allen von mir untersuchten frischen Stämmen fand ich die Holzschicht überall da bereits vor oder im Entstehen begriffen, wo nach dem Abfall der Blätter die Basen derselben, vollständig vernarbt, eine zusammenhängende mehr oder weniger korkige Rinde darstellten.

f. Die Rindenschichten.

Die Rinde der Drachenbäume ist bei jüngeren Stämmen verhältnissmässig dünn und durch die flachrautenförmigen Narben der abgefallenen Blätter gebildet,

Holzschicht erst durch Verzweigung der Markgefässbündel entstanden sind, kann die allerdings weit häufigere und gewissermassen regelmässige Verzweigung der ersteren für die Entstehung der letzteren nichts beweisen. Auch Millardet bestätigt nur (Referat v. Rees Bot. Zeit. 1867) die Thatsache, dass zwischen den Gefässbündeln der Holzschicht zahlreiche Anastomosen sowohl in radialer wie in tangentialer Richtung stattfinden, scheint aber nicht zu bezweifeln, dass sich im Cambiumring auch neue Gefässbündel bilden können. Dass Schacht (loc. cit.) niemals die Anfänge neuer Gefässbündel aufgefunden, kann für seine Behauptung auch nicht als beweisend angesehen werden, da es in den meisten Fällen unmöglich ist, zu entscheiden, ob die unter dem Mikroskop doch immer nur zum kleinen Theile sichtbare Gefässbündelanlage nur Zweig eines schon früher entstandenen Gefässbündels oder von selbstständiger Bildung ist.

¹⁾ Berthelot loc. cit. pg. 782. (*dans le temps que la tige est simple et couronnée d'une seule touffe de feuilles le tronc de l'arbre peut arriver presque à la hauteur qu'il doit conserver dans les autres âges*)

welche in einer engen Spirale aufsteigen. Mit zunehmendem Alter werden die Narben gedrängter und ringförmig, bis ihre Umrisse sich immer mehr verwischen und die Rinde lederartig, rau und rissig wird.¹⁾ Wie schon oben angedeutet, besteht die Rinde aus der Korkschicht und der darunter liegenden grünen Rindenschicht. Unter dem Mikroskop erweist sich die erstere, Taf. II, Fig. 1 u. 2, A, als aus flachen tafelförmigen und schwach verdickten Korkzellen zusammengesetzt, die nach innen allmählich in ein polyedrisches zartwandiges Parenchym übergehen. Die Zellenwandungen desselben sind auf der Innenseite mit Chlorophyll bekleidet, welches dieser Schicht die grüne Färbung verleiht. Ausserdem erkennt man in den meisten Zellen dieser Schicht rundliche Körperchen (n), die man geneigt ist, für Zellkerne zu halten, und in einzelnen meist etwas grösseren Zellen Bündel nadelförmiger Krystalle (Raphiden), die sich übrigens, wenn auch seltener, in den jüngeren Parenchymzellen der Holzschicht, niemals aber in den Zellen der Gefässbündel finden. Ihre Form (wie ihre Löslichkeit in Salpetersäure lässt schliessen, dass sie oxalsaurer Kalk sind, der sich in dieser Form bekanntlich in den Parenchymzellen sehr vieler Monocotyledonen findet.

Bei stärkerer Vergrösserung eines Theils der grünen Rindenschicht, Taf. II, Fig. 3, tritt die Aehnlichkeit jener rundlichen Körperchen (n) mit Zellkernen noch mehr hervor und man unterscheidet in der Mitte derselben ein rundliches Körperchen (k), das man für ein Kernkörperchen zu halten geneigt ist. Linien, die von dem scheinbaren Kernkörperchen ausgehen, bilden eine fast strahlenförmige Zeichnung. Der Annahme, dass das Ganze Zellkerne sind, widerspricht indessen nicht nur ihr Vorkommen in den Rindenschichten, sondern auch ihre chemische Reaction. Denn sie werden zwar wie Zellkerne durch Jod braun gefärbt, ihre Löslichkeit in Alkohol beweist aber, dass es Harzkügelchen sind, die sich in diesen Zellen abgelagert haben.²⁾

Die Ablagerung dieser Harzkügelchen wie der oben erwähnten Raphidenbündel scheint für die Richtigkeit des bekannten physiologischen Satzes zu sprechen, dass die Rindenschichten dem absteigenden Saftstrom dienen, indem durch die fortwährende Erzeugung neuer Gewebe im Cambiummantel fortwährend assimilirter Nahrungssaft verbraucht und daher von da, wo er erzeugt wird, von den Blättern, durch Diffusion hergeleitet werden muss. Es würde sich daraus ebensowohl die auffallend saftige Beschaffenheit dieser Schichten erklären, wie das häufige Vorkommen solcher im Zellsaft unlöslichen Stoffe wie Raphiden und Harzkügelchen, die sich aus dem der Cambiumschicht zuströmenden assimilirten Nahrungssaft niedergeschlagen haben und vielleicht als Reservestoffe zu betrachten sind.³⁾

¹⁾ Schon Clusius sagt von ihr loc. cit. pg. 13: *Truncus perquam scaber est multisque rimis dehiscens.*

²⁾ Auch Rauwenhoff, loc. cit., der sie auf Taf. 4 abbildet, hält sie dafür.

³⁾ Dass Mohl die Gitterzellen (*vasa propria*) des Monocotyledonen-Gefässbündels analog denen des Dicotyledonenbastes für die Leiter des assimilirten Nahrungssaftes zu halten geneigt ist, ist bereits oben erwähnt worden.

VI. Die Wurzeln der Drachenbäume.

Die Dracaenen haben wie alle Monocotyledonen nur als Keimpflanzen eine Hauptwurzel, die bald abstirbt und durch Nebenwurzeln ersetzt wird. Diese brechen an der Basis des Stammes neben der Hauptwurzel hervor, sterben nach einiger Zeit ab und werden durch neue ersetzt, die weiter oben entspringen. Diese Wurzeln stimmen in ihrer Form wesentlich mit denen der Palmen überein; äusserlich sind sie in ihrem oberen Theile mit einer dünnen Korkrinde überzogen, während der jüngste Theil wie bei allen Wurzeln mit einer zarten Oberhaut und an seiner Spitze mit der Wurzelhaube bekleidet ist. Während der Stamm der Drachenbäume sich lebenslänglich verdickt, zeigen ihre Wurzeln meist, wie die der Palmen, nur ein beschränktes Dickenwachsthum. An einem mir vorliegenden Wurzelstock von ca. 4 Zoll Stammdurchmesser hat die eine Wurzel an ihrer Basis mehr als einen Zoll Dicke; ob die Wurzeln älterer Stämme noch dicker werden, konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Der Querschnitt durch so alte Dracaenenwurzeln zeigt einen von dem junger Wurzeln, wie von dem der Palmen, wesentlich abweichenden inneren Bau.¹⁾ Die Wurzeln junger Stämme, Taf. I, Fig. 9, zeigen unter den Rindenschichten (A u. B) einen nach aussen scharf markirten Kreis, der die an seiner Peripherie dichtgedrängten, in der Mitte zerstreuten Gefässbündel einschliesst. Dieser Kreis erweist sich bei stärkerer Vergrösserung, Taf. II, Fig. 6, E, als eine Reihe stark verholzter Zellen von dunkler Farbe, während die innerhalb derselben zunächst verlaufenden Gefässbündel ihre Bestandtheile so vollständig vereinigt haben, dass die dadurch entstehende breite Schicht von Bast- und Holzzellen (h) nur durch die weiten Gefässe (g) und *vasa propria* (c) stellenweise unterbrochen wird. Das Innere ist von einem lockeren, aus rundlichen Parenchymzellen gebildeten Mark (M) erfüllt mit vereinzelt Gefässbündeln. Einen ähnlichen Bau zeigt auch der mittlere Theil älterer, sehr dicker Wurzeln; jene verholzte, scharf markirte Zellreihe aber ist auch unter dem Mikroskop nicht zu erkennen.²⁾ Dagegen ist

¹⁾ Ausser einer Stelle bei Schacht (Anat. u. Phys. II. pg. 146), welche folgendermassen lautet: „Bei *Pandanus odoratissimus* und bei *Dracaena Draco*, wo Wurzeln von der Stärke eines Zolles und darüber aus der Rinde des Stammes hervorbrechen, verdicken sich dieselben noch eine Zeit lang in der Weise wie der Stamm und zeigen auch anatomisch dieselben Verhältnisse, schwächerer Seitenwurzeln dagegen, welche in der Erde hervorbrechen, entwickeln sich von Anfang an nach dem monocotyledonen Typus,“ finde ich dies Verhältniss nur von Caspary (Ueber die Gefässbündel der Pflanzen pg. 478) mit den Worten: „*Dracaena Draco* L. Wurzel aus der Basis des überirdischen Stammes entspringend, sich oben verdickend,“ angedeutet, aber von keinem Autor abgebildet. Die mir bekannten anatomischen Abbildungen der Dracaenenwurzel stellen alle den monocotyledonen Typus dar. Der beschränkte Raum gestattete hier nicht, diesem Mangel meinerseits abzuhelpen, doch behalte ich mir vor, dies anderweitig zu thun.

²⁾ Ob diese auch in anderen Monocotyledonen vorkommende von Karsten (loc. cit. 100) als „Holzcylinder“ bezeichnete Grenzschicht durch Verholzung der Cambiumringes entstehe, wie nach Karsten auch Schacht und Sanio, oder eine selbstständige Bildung zum Schutze der darunter liegenden Gewebe sei, wie Caspary behauptet (Bemerkungen über die Schutzscheide und die Bildung des

hier ein Kreis dichtgedrängter, aber nicht verschmolzener, vorherrschend in radialer Richtung ausgedehnter Gefässbündel, welcher seinerseits von einer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Schicht umgeben ist, die völlig mit der Holzschicht des Dracaenen-Stammes übereinstimmt. Während also bei der Mehrzahl der Wurzeln der Cambiumring frühzeitig zu verholzen (?) scheint, bleibt er in einigen längere Zeit thätig und bewirkt hier eine den Monocotyledonenwurzeln fremdartige, ansehnliche Verdickung. Während aber in etwas dickeren Dracaenen-Stämmen die Markgefässbündel durch Eintrocknen des Markparenchyms isolirt sind, fand ich dasselbe, selbst in den dicksten Wurzeln erhalten und das ganze Innere ähnlich der Holzschicht des Stammes von einer gleichmässigen Festigkeit.

Die Wurzelrinde zeigt ähnlich wie die des Stammes zwei in einander übergehende Schichten, Taf. II, Fig. 6, eine äussere (A) aus ziemlich unregelmässigen dünnwandigen Korkzellen und eine innere, sehr saftige (B), die sich von der entsprechenden des Stammes durch den Mangel des Chlorophylls, der Harzkügelchen und Raphidenbündel unterscheidet.

Fassen wir die Hauptergebnisse vorliegender Untersuchungen kurz zusammen, so stellen sich folgende Punkte heraus:

1. Die Structur der Dracaenen-Stämme ist zwar im Allgemeinen übereinstimmend mit der der Palmen, als dem Typus der Monocotyledonen-Stämme, zeigt jedoch im Einzelnen wesentliche Abweichungen.

2. Dem ganzen Palmen-Stamme, von der Rinde abgesehen, entspricht fast vollständig der blosse Markcylinder des Dracaenen-Stammes, nicht nur in den Hauptbestandtheilen, Gefässbündeln und Markparenchym, sondern auch in der Vertheilung derselben und endlich in der Zusammensetzung der Gefässbündel aus Gefässen und Holzzellen einer-, Bast- und Gitterzellen (*vasa propria*) andererseits.

3. Im Gegensatz zum Palmenstamme besitzt der Stamm der Dracaenen einen fortdauernd bildungsfähigen Cambiummantel und als Product desselben eine fortwährend an Dicke zunehmende Holzschicht.

4. Diese Holzschicht weicht in ihrem Bau vom Markcylinder der Dracaena wie vom Palmenstamme darin ab, dass ihre Gefässbündel nicht zerstreut, sondern in ziemlich regelmässigen Kreisen angeordnet sind, die an die Jahresringe des Dicotyledonen-Stammes erinnern, auch nicht im grössten Theil ihres Verlaufs von einander getrennt, sondern durch regelmässig in tangentialer wie radialer Richtung sich wiederholende Anastomosen zu einem engmaschigen Netze verbunden sind; dass ferner die die Maschen dieses Netzes ausfüllenden Parenchymzellen hierdurch

Stammes und der Wurzel) bedarf noch weiterer Untersuchungen. Eine Beobachtung indess scheint mir für die Richtigkeit von Casparys Ansicht zu sprechen. Ich fand nämlich die „Schutzscheide“ nur in solchen Wurzeln, die keine Holzschicht gebildet hatten: letztere dürfte eine Schutzscheide wohl entbehrlich machen, wenn anders dies der Zweck jener gleichsam ein fest geschlossenes Rohr bildenden stark verholzten Zellen ist.

sowohl, als insbesondere durch ihre Anordnung in radialen Reihen, den Markstrahlzellen der Dicotyledonen verwandt sind; endlich dass die Gefässbündel dieser Holzschicht, ähnlich wie die der Coniferen und Cykadeen keine eigentlichen Gefässe enthalten, sondern nur aus gefässartigen Prosenchymzellen (Tracheiden) und Gitterzellen (*vasa propria*) bestehen.

5. Die Gefässbündel der Dracaenen-Holzschicht unterscheiden sich aber von denen der Dicotyledonen-Stämme besonders dadurch, dass sie ebensowenig wie die des Markeylinders ein fortbildungsfähiges Cambium haben, sondern monocotyledon sind, d. h. nicht durch Bildung neuer Gewebe zwischen Holz- und Basttheil in die Dicke wachsen und dadurch den Stamm verdicken können.

6. Die fortdauernde Verdickung des Dracaenen-Stammes beruht vielmehr auf der Thätigkeit eines besonderen, nicht aus dem Cambium der primären Gefässbündel, sondern unmittelbar aus dem Urparenchym der Keimpflanze hervorgegangenen und durch Zelltheilung sich beständig erneuernden Cambiummantels. Dieser differenzirt sich auf seiner Innenseite in Parenchymzellen und durch Längstheilung übereinanderstehender Zellreihen gebildete Gefässbündelanlagen, während er auf der Aussenseite in sehr beschränkter Masse auch das Rindenparenchym vermehrt.

7. Die Wurzeln der Dracaenen weichen bezüglich ihres inneren Baues von denen der Palmen theilweise darin ab, dass sie eines ähnlichen, wenn auch beschränkteren Dickenwachstums durch Bildung einer Holzschicht, fähig sind, deren Stelle jedoch meist durch einen Kreis verholzter Zellen (die Schutzscheide) vertreten scheint.

8. Die Drachenbäume stellen mithin in ihrer Structur wie in ihrem Wachsthum zwar den Typus des Monocotyledonen-Stammes dar, indem beide Verhältnisse anfangs, wie ihr Aeusseres palmenartig sind und ihr Markeylinder, zum Theil auch die Wurzeln den Monocotyledonen-Charakter in seiner Reinheit repräsentiren, zeigen sich jedoch durch das Vorhandensein einer lebenslänglich thätigen Cambium- und der daraus hervorgehenden Holzschicht, zum Theil auch durch die Form und Anordnung der Elementartheile den dicotyledonen Bäumen innerlich ebenso verwandt wie äusserlich durch die gewaltige Dicke und die mächtige Verzweigung ihrer Stämme.

Schliesslich kann ich nicht umhin, meinen verehrten Lehrern, dem Herrn Geh. Medicinalrath Prof. Dr. Göppert und dem Herrn Prof. Dr. Ferd. Cohn, sowie meinem lieben Collegen, Herrn Dr. Stenzel, für die freundliche Ueberweisung des grössten Theils der einschlägigen Litteratur und dem Herrn Prof. Göppert insbesondere noch, sowie auch Herrn Kunstgärtner Rehmann hierselbst für das in liberalster Weise mir zur Disposition gestellte, theils trocken, theils frische Dracaenen-Material hier meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Figur 1. Querschnitt durch einen Dicotyledonen-Stamm mit sechs Jahresringen. A äussere Rinden- oder Korkschicht, B innere oder grüne Rindenschicht, C Cambium- oder Verdickungsschicht, nach innen neue Holzschichten, nach aussen neue Bastschichten bildend; D Holzkörper, aus den Holztheilen (d) der acht primären Gefässbündel gebildet, deren Anfangstheile das Mark (m) umgeben und die grösstentheils aus Spiralgefässen bestehende, dunkel gefärbte Markscheide darstellen. O primäre Markstrahlen, welche vom Mark (m) nach der Rinde verlaufen und die primären Gefässbündel trennen; o sekundäre Markstrahlen; b Basttheile der Gefässbündel, gewöhnlich zur Rinde gerechnet und eine nur durch die Markstrahlen unterbrochene Bastschicht bildend.

Figur 2. Querschnitt durch einen Palmstamm (Calamus). Die zahlreichen kleinen Gefässbündel erscheinen nach der Peripherie zu dichter gedrängt und in Folge dessen im Querschnitt fast rautenförmig. Die mittleren lassen deutlich auf der dem Centrum zugekehrten Seite ein weites Gefäss erkennen, umgeben von dem heller gefärbten Holztheil, an den sich nach aussen der dunkler gefärbte halbmondförmige Basttheil anschliesst. In den peripherischen Gefässbündeln herrscht der Basttheil vor, die dünnen unmittelbar unter der Rinde verlaufenden Fasern bestehen nur aus Bastzellen.

Figur 3. Querschnitt durch einen Stamm von *Dracaena Draco*. A äussere Rinden- oder Korkschicht, B innere oder grüne Rindenschicht, C Cambium- oder Verdickungsschicht, D Holzschicht mit dichtgedrängten zahlreichen Gefässbündeln (f), deren Anordnung annähernd concentrisch ist; M Mark mit zerstreuten Gefässbündeln (v).

Figur 4. Keilförmiges Stück aus einem älteren und bereits trocknen Stamme von *Dracaena Draco*, in dem das Markparenchym zum Theil schon resorbirt ist. A Rinde, D feste Holzschicht mit Gefässbündeln, die, auf der Innenseite in ziemlich concentrischen Kreisen sichtbar, auf dem Längsschnitt durch markstrahlähnliches Parenchym grösstentheils verdeckt sind. M Markcylinder mit zerstreuten durch Resorption des Parenchyms grösstentheils isolirten Gefässbündeln, welche, zunächst an der Innenseite der Holzschicht verlaufend (v'), sich allmählich mehr oder weniger der Achse des Stammes nähern, wo sie sich umbiegen (v'') und der Peripherie zuwenden, um endlich durch die Holzschicht hindurch (v''') in einem Blatte zu endigen.

Figur 5. Theil des Holzcyinders von *Dracaena Draco*, von dem die Rinde abgeschält ist. Die auf der Innenseite (D) in ziemlich concentrischen Kreisen geordneten Gefässbündel (f) erscheinen unter der Rinde seitlich verzweigt (anastomosirend) und lassen mit Parenchym erfüllte markstrahlähnliche Lücken zwischen sich.

Figur 6 Querschnitt und Figur 7 Längsschnitt durch ein Gefässbündel und das es umgebende Parenchym des Markcylinders von *Dracaena Draco* (Fig. 2, v) bei 150facher Vergrösserung. g Weites

Gefäss (Fig. 7) mit netzförmig verdickten Wandungen (Treppengefäss); sp engeres Gefäss mit schraubenförmig verdickten Wandungen (Spiralgefäss); t Gefäss, dessen Seitenwände Tüpfel mit Höfen zeigen (Tüpfelgefäss); h langgestreckte an beiden Enden zugespitzte, dickwandige Holzzellen (Prosenchymzellen). Die Seitenwände derselben zeigen spiralig gestellte, spaltenförmige Tüpfelcanäle ohne Höfe, die in zwei benachbarten Zellen aufeinander stossen; si zartwandige enge Zellen mit horizontalen, siebartigen Querscheidewänden und verhältnissmässig grossen Tüpfeln auf den Seitenwänden, früher vasa propria, jetzt Gitterzellen oder Siebröhren genannt, p Markparenchym aus polyedrischen Zellen mit schwachverdickten getüpfelten Wandungen. Die Intercellularräume mit Luft erfüllt, daher unter dem Mikroskop dunkel erscheinend.

Figur 8. Längsschnitt durch die Terminalknospe eines jungen Stammes von *Dracaena rubra*; die Blätter, oben abgeschnitten, umschliessen einander an der Basis scheidenartig. Der Cambiummantel (C) umgiebt den Markeylinder und verschwindet oben in dem äusserst zarten Gewebe der Stammspitze. Die Gefässbündel nur theilweise sichtbar. N Blattnarben.

Figur 9. Querschnitt durch eine junge Wurzel von *Dracaena rubra* bei 3facher Vergrösserung. A dünne Korkschiebt, nach innen in eine saftige Rindenschicht, B, übergehend; E Ring verholzter Zellen (Schutzscheide), den Markeylinder M umschliessend, dessen Gefässbündel, am Rande verschmolzen, in der Mitte zerstreut, nur an den einzelnen weiten Gefässen kenntlich sind. Vergl. Taf. II, Fig. 6.

Tafel II.

Figur 1 Querschnitt und Figur 2 Längsschnitt durch Rinde, Cambium- und einen Theil der Holzschicht von *Dracaena Draco* bei 50facher Vergrösserung. A Aeusserer Rinden- oder Korkschiebt aus tafelförmigen, schwachverdickten, braunen Korkzellen; B innere oder grüne Rindenschicht aus polyedrischen, dünnwandigen, saftstrotzenden Parenchymzellen, in deren Innerem Harzkügelchen (n) und Bündel nadelförmiger Krystalle (Raphiden) r sichtbar sind. Bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 3) zeigt sich ein aus Chlorophyllkörnern zusammengesetzter grüner Wandbelag. C Cambium- oder Verdickungsschiebt aus äusserst zartwandigen, mit trübem Saft erfüllten Zellen bestehend, die in radialen Reihen hintereinander stehen und sich durch Längstheilung vermehren. Auf der dem Innern zugekehrten Seite erblickt man Gefässbündelanlagen (fa), aus sehr dünnwandigen, engen, senkrecht aneinander gereihten Zellen, die offenbar durch wiederholte Längstheilung der Cambiumzellen entstanden sind. Weiter nach innen zeigen sich die Gefässbündel (f) bereits weiter entwickelt, aus getüpfelten Prosenchymzellen und Siebröhren zusammengesetzt. D Parenchym der Holzschicht. Die Zellen stehen markstrahlähnlich in radialen Reihen hintereinander; ihre Wände sind schwach verdickt und erscheinen bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 5) getüpfelt, wie die des Markparenchyms.

Figur 3. Einige Zellen der grünen Rindenschicht (Fig. 1, B) bei 250facher Vergrösserung. chl Wandbelag von Chlorophyllkörnern. n Harzkügelchen mit einem Kern (k) und radialer Streifung.

Figur 4. Siebröhren (vasa propria) aus einem Gefässbündel der Holzschicht bei 250facher Vergrösserung. Die Seitenwände sind mit Tüpfeln (t) von verschiedener Grösse und sehr zarten Umrissen bedeckt, die horizontalen Querscheidewände (sb) siebartig durchbrochen.

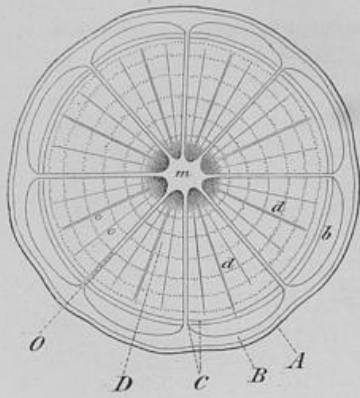
Figur 5. Querschnitt durch ein Gefässbündel der Holzschicht (Fig. 2, f) und das angrenzende Parenchym bei 200facher Vergrösserung. h weite, gefässartige Prosenchymzellen (Tracheiden), ihre Seitenwände von Tüpfelcanälen durchbrochen, die in zwei benachbarten Zellen aufeinander stossen, aber einen linsenförmigen Tüpfelhof (t) zwischen sich lassen; dieser erscheint auf dem Längsschnitt (vergl. Fig. 2 die am weitesten nach rechts stehenden Zellen) als ein kleiner Kreis, der den spaltenförmigen Tüpfelcanal umgiebt. si Siebröhren (vasa propria) des Gefässbündels; an einigen Stellen

sind die siebartig durchbrochenen Querscheidewände sichtbar. p Polyedrisches Parenchym mit schwach verholzten, getüpfelten Wandungen; die Intercellularräume mit Luft erfüllt.

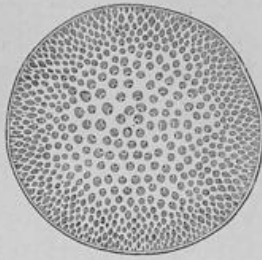
Figur 6. Querschnitt durch einen Theil der Wurzel von *Dracaena rubra* (vergl. Taf. I, 9) bei 50facher Vergrößerung. A Korksicht aus unregelmässig tafelförmigen schwach verdickten Zellen, B innere, sehr saftige Rindenschicht aus polyedrischem Parenchym. E Reihe verholzter Zellen (Schutzscheide Casparys), die mit einander verschmolzenen peripherischen Gefässbündel einschließend. g Weite Gefässe, c Siebröhren (*vasa propria*), h stark verholzte Bastzellen; p rundliches Parenchym des Markes (M), in dem zerstreute Gefässbündel auftreten.

Nachschrift. In Figur 4 und 5 der Tafel I erscheinen die Gefässbündel der Holzschicht auf der Hirnseite zu grell und zu regelmässig geordnet. In Figur 8 derselben Tafel enden die Gefässbündel unter der Terminalknospe zu plötzlich.

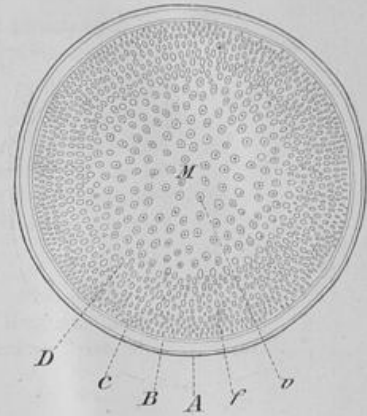
1.



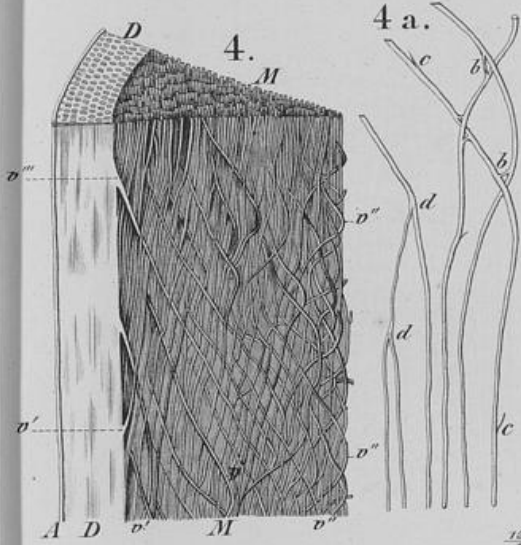
2.



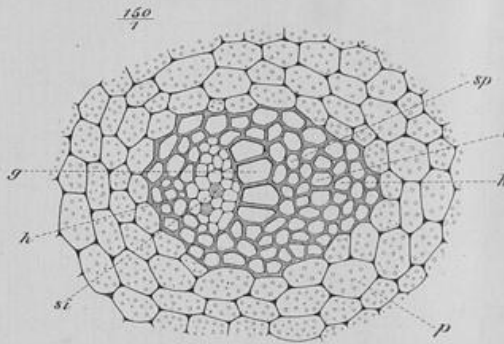
3.



4.



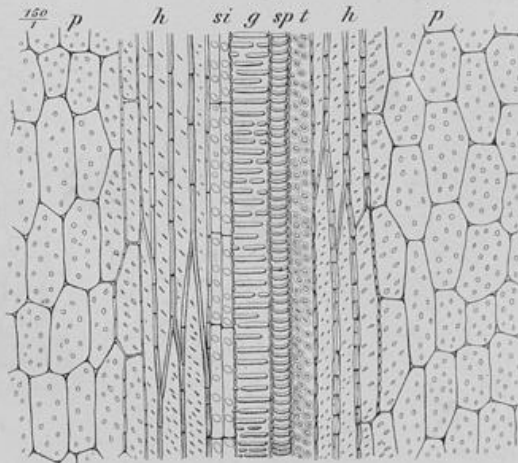
6.



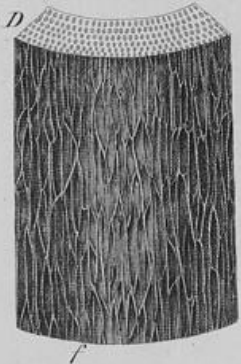
8.



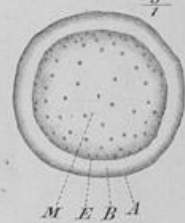
7.



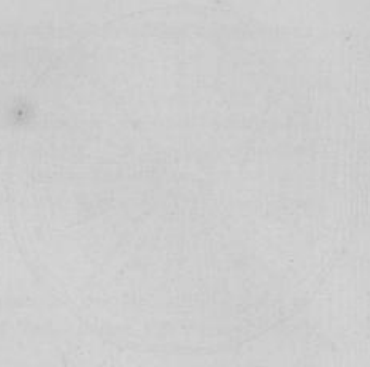
5.

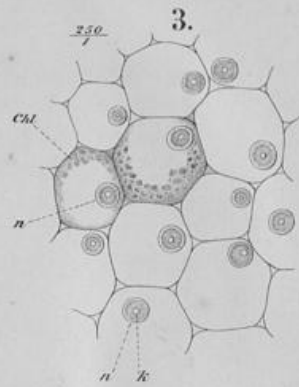
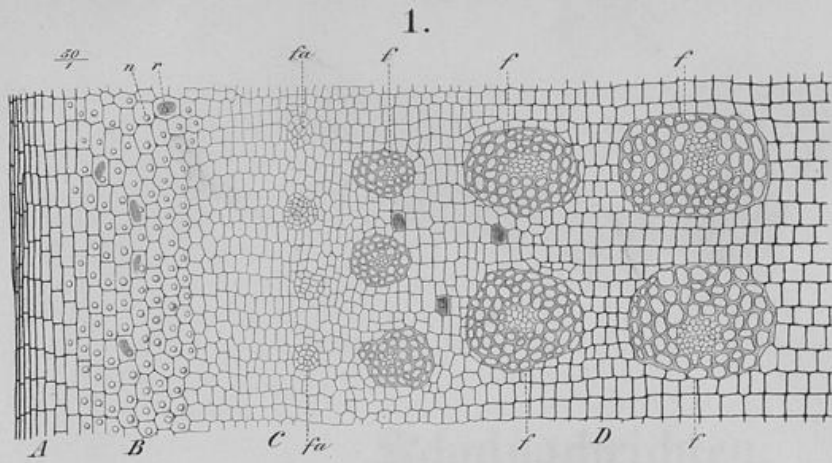


9.

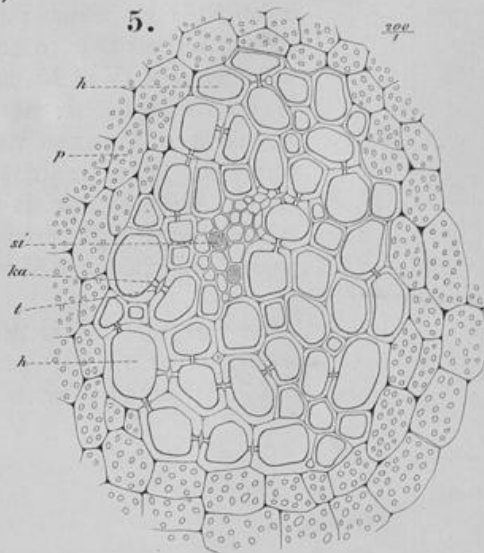
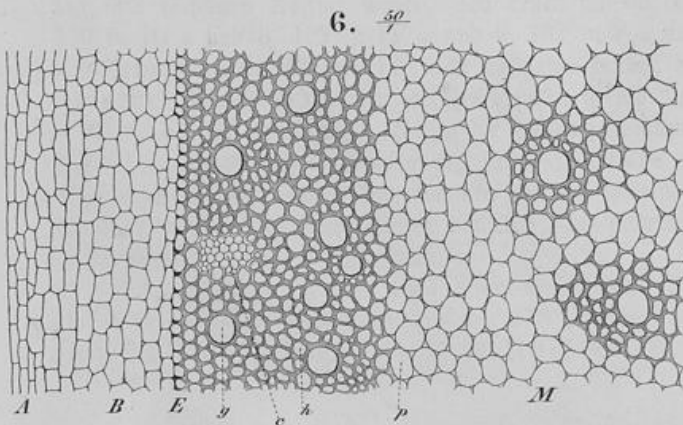
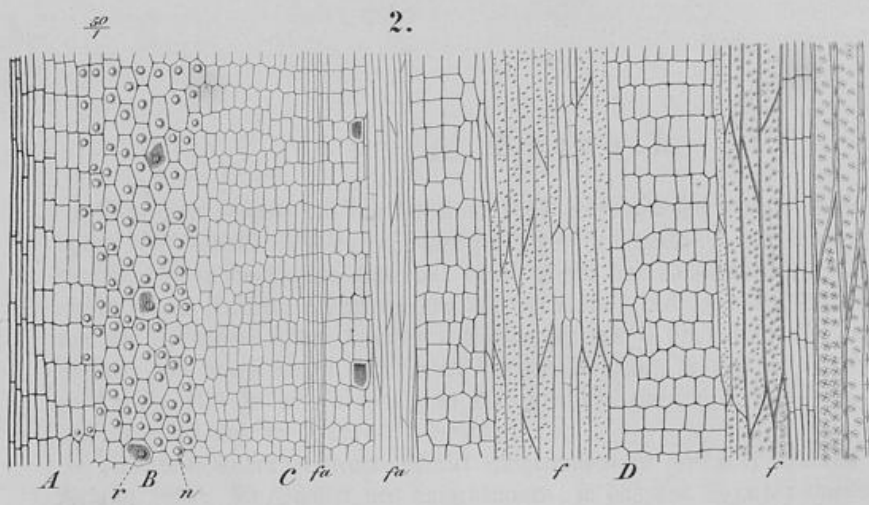
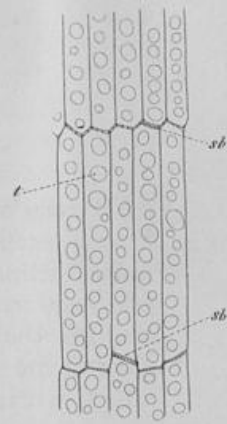


1847





4. $\frac{250}{7}$



11. 1843

11. 1843

11. 1843

11. 1843