

31. L. Kny: Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der „Tracheiden.“

(Mit Tafel XIV.)

Eingegangen am 21. Juli 1886.

Im Xylem der Leitbündel werden, wie bekannt, zweierlei anatomische Gebilde unterschieden, denen vorzugsweise die Leitung des Wasserstromes obliegt: die Gefässe und die Tracheiden.

Der Unterschied zwischen ihnen wird in den neueren Werken über Pflanzen-Anatomie¹⁾ ganz allgemein dahin festgestellt, dass erstere aus der Vereinigung reihenweise angeordneter Zellen mittels Perforation der sie trennenden Wände hervorgegangen, also Zellfusionen sind, die Tracheiden dagegen ihre ursprüngliche Zellen-Qualität bewahrt haben.

Bei den Gefässen ist die practische Anwendung dieser Definition dann keine schwierige, wenn, wie diess gewöhnlich der Fall ist, die Resorption der Scheidewände nicht vollständig erfolgt, und ihre Ueberreste als Ringe oder durchbrochene Platten zurückbleiben. Ebenso lassen sich die Tracheiden meist leicht und sicher als solche erkennen, wenn sie deutlich in Reihen angeordnet und von den Gefässen nur durch die mangelnde Perforation der Querwände verschieden sind. Es lässt sich dann bei solchen Hölzern, wo Tracheiden und Gefässe nebeneinander vorkommen, leicht feststellen, dass die Länge der ersteren im Allgemeinen derjenigen eines Gefässgliedes gleich ist und dass beide, wofern sie dem secundären Dickenzuwachse des Holzkörpers angehören, ohngefähr der Länge einer Cambiumzelle entsprechen²⁾.

Anders bei derjenigen Form von Tracheiden, welche als „Fasertracheiden“ bezeichnet werden. Von den soeben characterisirten „gefässähnlichen“ Tracheiden sind dieselben durch geringere Augenfälligkeit oder gänzlichen Mangel reihenartiger Anordnung, durch starke Zuspitzung oder Zuschärfung ihrer Enden und meist auch durch

1) Vergl. z. B. de Bary, Vergl. Anatomie etc. (1877), p. 172; van Tieghem, Traité de botanique (1884), p. 667; Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie (1884), p. 206.

2) Ueber Ausnahmen von dieser Regel bei *Vitis vinifera* und *Acacia longifolia* vergl. Cohn in den Ber. der botan. Section der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1857, p. 44 und Sanio in den Jahrb. f. w. Botanik, IX., p. 56, Anm.

erheblich grösseren Längendurchmesser verschieden. Soweit bekannt, übertreffen sie ohne Ausnahme die Länge der in gleicher Höhe liegenden Cambiumzellen, in einzelnen Fällen sogar sehr beträchtlich.

Bei den als Fasertracheiden bezeichneten Gebilden wird, ebenso wie bei den in der äusseren Form ihnen ähnlichen Bast- und Libriformzellen, in neuerer Zeit wie es scheint allgemein vorausgesetzt, dass sie durch Auswachsen der beiden Enden einer in der Anlage kürzeren Zelle entstehen.¹⁾ Und in der That lässt sich bei *Pinus silvestris* un schwer der Nachweis führen, dass dem wirklich so ist. Legt man ein Stück des Holzes sammt dem zugehörigen Cambium zur Zeit, wo letzteres in lebhafter Theilung begriffen ist (— das von mir untersuchte Material war am 1. Juni 1885 einem etwa 65-jährigen Stamme entnommen —) in eine kalte Auflösung von Kaliumchlorat in Salpetersäure, so lassen sich nach etwa 2 Tagen in radialer Richtung mit dem Scalpell zarte Holzlamellen abspalten, welche durch die letztgebildeten Jahresringe bis zum Cambium reichen. Sollten diese Lamellen noch mehrere Zellschichten dick sein, so gelingt es meist, durch vorsichtiges Schaben mit dem Scalpell an dem einen Ende des Präparates alle Schichten bis auf eine zu entfernen. Man kann dann auf das Deutlichste sehen, dass die vom Cambium abgetrennten Jungholzzellen an den vor ihrem mittleren Theile durch Plasmareichthum ausgezeichneten Enden sich eine kurze Strecke verlängern. Die Richtung, in welcher diess geschieht, weicht von der Längsachse der Jungholzzelle zuweilen nicht unbeträchtlich ab, so dass das Ende einer Tracheide schief über 3 in radialer Richtung aufeinanderfolgende Tracheiden des nächsthöheren Stockwerkes hinweglaufen kann.

Wie bei *Pinus silvestris* wird sich die Entwicklung der Tracheiden gewiss auch in zahlreichen anderen Fällen gestalten. Dass dieser Modus aber kein allgemein giltiger ist, zeigen eine Reihe von Monocotyledonen mit secundärem Dickenwachstume. Bei *Yucca aloifolia* L., *Aloë spec.*, *Dioscorea convolvulacea* Chamisso und Schlecht., *Dracaena Draco* L. und *Aletris fragrans* L. konnte ich feststellen, dass die hier ganz allgemein als „Tracheiden“ bezeichneten Elemente des Holzkörpers ihrer secundären Leitbündel Zellfusionen sind²⁾.

1) Vergl. de Bary, l. c., p 139. Die betreffende Stelle bezieht sich zwar zunächst auf Sclerenchymzellen; doch geht aus der Definition, welche der Verf. von den Tracheiden gibt, hervor, dass er sich auch diese allgemein durch Auswachsen kürzerer Zellen entstanden denkt.

2) Ueber das Resultat meiner Untersuchungen, bei welchen ich von Herrn Dr. Carl Müller in dankenswerther Weise unterstützt wurde, habe ich bereits kurz im Texte zur VII Abtheilung meiner „Botanischen Wandtafeln“ (1886), p. 349 berichtet. Wenige Wochen später erschien eine Abhandlung von G. Krabbe „Das gleitende Wachsthum bei der Gewebebildung der Gefässpflanzen“, Berlin, 1886, in welcher der Verfasser auf Grund ausgedehnter Untersuchung zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt; — mit welchem Rechte, wird das Folgende zeigen.

Unter den genannten Arten erwies sich *Yucca aloifolia* L.¹⁾ als die günstigste für das Studium der Tracheïden-Entwicklung, wesshalb ich bei der Darstellung von ihr den Ausgang nehme.

Auf Querschnitten durch den äusseren Theil des Centralcyinders eines kräftigen, 3 m unter der Spitze abgetrennten Stammstückes waren secundäre Bündel in grosser Zahl im Grundgewebe vertheilt, ohne diesem indess an Masse ganz gleichzukommen. Obschon von vielfach verbogenem Verlaufe und in den mannichfachsten Richtungen miteinander anastomosirend, zeigten sie im Grossen und Ganzen doch Neigung, sich auf dem Querschnitte zu concentrischen Zonen zu gruppiren. Es steht diess im Zusammenhange damit, dass die Anastomosen mehr in tangentialer als in radialer Richtung stattfinden.

Das einzelne secundäre Bündel besitzt eine mehr oder weniger gestreckt-ovale Querschnittsform mit radial gerichtetem grösstem Durchmesser. Es besteht seiner Hauptmasse nach aus langgestreckten Tracheïden, zwischen denen reichlich dünnwandige Holzparenchymzellen eingestreut liegen. Durch Vergleichung zahlreicher Längs- und Querschnitte gewinnt man die Ueberzeugung, dass diese Holzparenchymzellen wahrscheinlich nie isolirt zwischen den Tracheïden liegen, sondern ein unregelmässiges, geschlossenes Maschennetz bilden, welches mit dem das Bündel umgebenden Grundgewebe in directer Verbindung steht. Die Anastomosen finden innerhalb des Maschennetzes in allen möglichen Richtungen statt. Manche Holzparenchymzellen scheinen indess nur einseitig mit anderen in Verbindung zu stehen.

Nicht weniger einfach als das Xylem ist das im Verhältniss zu diesem sehr wenig umfangreiche Phloëm gebaut. Es stellt im Querschnitt eine wenigzellige Gruppe dar, welche aus einigen Siebröhren und wenigen sie begleitenden Cambiformzellen besteht. Meist nimmt diese Gruppe das rindenwärts gekehrte Ende des Leitbündels in genau terminaler oder ein wenig seitlich gerückter Stellung ein; viel seltener ist es vom Holzkörper halb oder ganz umschlossen. Siebröhren und Tracheïden sind meist durch Holzparenchym von einander getrennt.

Die Tracheïden, welche uns von allen Bestandtheilen des Leitbündels hier allein näher zu beschäftigen haben, gehören ihrer Form nach den „Fasertracheïden“ an. An macerirten Leitbündeln bestimmte ich ihre Länge (im Mittel von 20 Messungen) auf 1,69 mm; sie werden also von anderen Fasertracheïden, z. B. denen späterer Jahresringe von *Pinus silvestris*, erheblich an Ausdehnung übertroffen²⁾. Ihre Form ist

1) Zur Untersuchung dienten mir bei dieser Art Stammstücke, welche Herr H. Ross in Palermo am 3. August 1885, also zu einer Jahreszeit, in welcher lebhaftes Dickenwachsthum stattfand, auf meine Bitte in Weingeist eingelegt hatte, wofür ich ihm hiermit meinen Dank ausspreche.

2) Vergl. Sanio in den Jahrb. f. w. Bot. VIII. (1872), p. 410.

meist eine unregelmässige. Von der Mitte gegen die Enden nehmen sie im Allgemeinen an Weite ab, ohne sich indess allmählich zu verschmälern. In ihrem Längsverlaufe sind sie meist vielfach verbogen und dabei nicht selten mit eckigen Hervorragungen und mit seitlichen Auswüchsen versehen (Taf. XIV, Fig. 3, bei a). Die Enden sind meist zugespitzt oder zugeschärft, seltener genau oder nahezu quer abgestutzt. Die beträchtlich verdickte Wandung ist mit zahlreichen Hoftüpfeln versehen, welche mit den Hoftüpfeln benachbarter Tracheiden oder mit den einfachen Tüpfeln benachbarter Holzparenchymzellen correspondiren.

Diese Tracheiden, mag man sie im isolirten Zustande, wie eine derselben zum Theil in Fig. 3 auf Taf. XIV dargestellt ist, oder mag man sie auf Längsschnitten durch ein Leitbündel betrachten, lassen im ersten Augenblick kaum den Gedanken aufkommen, dass sie auf andere Weise als durch Auswachsen einzelner Procambiumzellen entstanden sein könnten. In der Regellosigkeit ihrer Formen weichen sie von den typischen Gefässen des dicotylen Holzkörpers erheblich ab. Es erscheint naturgemäss, diese Regellosigkeit als Ausdruck des Widerstandes zu betrachten, den die benachbarten Gewebselemente den jungen Tracheiden entgegengesetzten und den diese bei ihrem Längswachstume überwinden mussten. Hierzu kommt, dass an entwickelten Tracheiden von *Yucca aloifolia*, soweit meine Erfahrung reicht, nie etwas von Ueberresten resorbirter Querwände zu bemerken ist, wie solche bei den Holzgefässen der Dicotyledonen in Form von Ringen oder durchbrochenen Platten überall vorkommen.

Und doch ergibt sich die Nothwendigkeit, dass die Tracheiden der secundären Leitbündel von *Yucca aloifolia* nicht an beiden Enden ausgewachsene Zellen, sondern Zellfusionen sind, schon aus einer einfachen Erwägung.

Die Länge der jungen Procambiumzellen einer aus der Zone des Verdickungsringes soeben hervorgegangenen Bündelanlage betrug (im Mittel von 20 Messungen) 0,064 mm. Um durch Auswachsen zu Tracheiden zu werden, deren Länge wir vorstehend im Mittel zu 1,69 mm bestimmt hatten, müssten also die Procambiumzellen das 26,42-fache ihrer ursprünglichen Längenausdehnung gewinnen. Es müsste also auch auf dem Querschnitte durch ein erwachsenes Bündel die Zahl der Tracheiden 26,42 mal so gross sein als die Zahl der zu Tracheiden bestimmten Procambiumzellen einer jungen Bündel-Anlage, falls nicht etwa im Laufe der Entwicklung des Bündels zahlreiche Procambiumzellen resorbirt werden. Da Letzteres, wie man sich direct überzeugen kann, nicht der Fall ist, hätten also, wenn die mittlere Zahl von Tracheiden, wie auf den mir zur Untersuchung vorliegenden Querschnitten, 40,7 beträgt, in den Anlagen dieser Bündel durchschnittlich weniger als 2 zu Tracheiden auswachsende Procambiumzellen in jeder

Etage angelegt sein dürfen. Unter Hinzunahme derjenigen Procambiumzellen, welche zu Holzparenchymzellen werden, ergäbe sich auf diese Weise eine sehr geringe Zahl, welche hinter der Wirklichkeit erheblich zurückbleibt.

Führt man tangentiale Längsschnitte unmittelbar innerhalb des Verdickungsringes, so ist es leicht, auf den netzförmig-anastomosirenden Bündelanlagen alle jüngeren Entwicklungsstadien zu beobachten. In der Richtung des Breitendurchmessers des zukünftigen Bündels gehen die Stockwerke der Bündelanlagen entweder nur aus einer oder aus zwei nebeneinanderliegenden Zellen des vom Verdickungsringe nach innen abgeschiedenen Jungzuwaches hervor. Im letzteren Falle werden beide Nachbarzellen gewöhnlich nicht in ihrer ganzen Breite, sondern nur in den aneinandergrenzenden Theilen für den Aufbau des Leitbündels in Anspruch genommen.

Den ziemlich erheblich verdickten Querwänden dieser Procambium-Mutterzellen setzen sich zarte, der Bündelachse genau oder nahezu parallel gerichtete Längswände ohne erkennbare Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge auf. Zwischen den erstentstandenen fügen sich neue ein. Alle, obschon nach der relativen Zeit ihrer Entstehung unter sich Anfangs an Dicke verschieden, stechen insgesamt durch ihre Zartheit sehr deutlich gegen die Längs- und Querwände der Procambium-Mutterzellen ab.

Nach Abschluss der Längstheilungen liegen auf Tangentialschnitten durch den breitesten Theil junger Bündelanlagen in jedem Stockwerke meist 6 bis 8 Procambiumzellen nebeneinander. Diese Zahlen finden wir auch auf Querschnitten durch junge Bündel und ebenso auf Quer- und Längsschnitten durch ausgebildete secundäre Leitbündel wieder. Bei den ausgebildeten Bündeln sind natürlich Tracheiden und Holzparenchymzellen gleichmässig in Anschlag zu bringen.

Die aus den letzten Längstheilungen der Leitbündelanlage hervorgegangenen Procambiumzellen, deren jede einen sehr deutlichen Zellkern enthält, wachsen nicht unerheblich an Umfang, an Länge aber nur in soweit, dass die ursprünglich quengerichteten Wände mehr oder weniger schief geneigt und in der Gesammtheit eines Stockwerkes gebrochen erscheinen. Diese die Procambiumzellen der übereinanderliegenden Stockwerke trennenden Querwände, welche sich bei Beginn der Längstheilungen durch erheblich grössere Dicke vor den jungen Längswänden auszeichnen, sind zum grösseren Theile schon gegen den Schluss der Theilungen deutlich dünner geworden (Taf. XIV, Fig. 1). Bald darauf entschwinden die meisten von ihnen vollständig der Beobachtung. An ihrer Stelle befinden sich schief- oder quengerichtete Anhäufungen kleiner Körnchen (Taf. XIV, Fig. 2). Die Lösung der Querwände scheint nicht an allen Stellen gleichzeitig, sondern zuerst in der Mitte und erst später am Rande zu erfolgen. Es gelingt nämlich mitunter,

am Rande der Fusionsstellen noch Ueberreste der früheren Querwände zu finden, zwischen denen die nunmehr verschmolzenen Protoplasma-körper der früher isolirten Procambiumzellen hindurchgehen. Wo betreffs der Continuität der letzteren für den Beobachter Zweifel bestehen, leisten Jodlösung und andere Färbemittel gute Dienste. Die am Rande etwa noch befindlichen Reste der Querwände gehen aber bald verloren, und es bleibt nur ihre Ansatzstelle noch kurze Zeit kenntlich.

Das letzte Anzeichen dafür, dass die jungen Tracheïden das Product der Fusion einer Anzahl übereinander liegender Zellen sind, bieten die Zellkerne, welche noch einige Zeit nach erfolgter Perforation der Querwände erhalten bleiben.

Erst nach vollendeter Fusion beginnen die Längswände in der für sie charakteristischen Weise sich zu verdicken. Das Dickenwachsthum erfolgt offenbar sehr rasch, da auf Stammquerschnitten innerhalb des Verdickungsringes auf junge Bündelanlagen mit noch ganz zartwandigen Tracheïden unmittelbar Bündel folgen, deren Tracheïden das volle Maass ihrer Wanddicke schon erreicht haben. Auch die von der Fusion verschont gebliebenen Zellen des Xylems, welche zu Holzparenchymzellen werden, durchlaufen die Stufen ihrer weiteren Ausbildung offenbar in kurzer Zeit.

Der Nachweis, dass die Tracheïden von *Yucca* Zellfusionen, nicht einzelne, an den Enden ausgewachsene Zellen sind, schliesst natürlich die Möglichkeit nicht aus, dass ihre Enden, sei es vor, sei es nach erfolgter Verschmelzung, noch eines geringen Längenwachsthums fähig sind. Es ist mir diess sogar sehr wahrscheinlich, da man auf radialen Längsschnitten durch den Stamm die Tracheïden zwar häufig, aber nicht immer genau auf der Höhe eines Zellstockwerkes enden sieht. Die so gewöhnlich vorkommende Zuspitzung der Enden und etwa hervortretende seitliche Ausbuchtungen, wie eine solche auf unserer Fig. 3 dargestellt ist, kommen wahrscheinlich zumeist auf Rechnung eines geringen localisirten Flächenwachsthums der Membran der Endzelle, beziehungsweise einer der mittleren Zelle der zur Tracheïde verschmolzenen Reihe.

Bei den übrigen, der von mir auf die Entwicklung der Tracheïden untersuchten Arten kann ich mich kürzer fassen, da die geschilderten Verhältnisse sich im Wesentlichen überall wiederholen.

Aloë spec. 1)

Die secundären Bündel zeigten auf Querschnitten ebenfalls eine ausgesprochene Neigung zur Anordnung in tangentialen Binden. Auch hier stand diess damit im Zusammenhange, dass in tangentialer Richtung

1) Auch für diese Art stand mir Material zur Verfügung, das von Herrn Ross in Palermo im August 1885 gesammelt war.

die Bündel-Anastomosen reichlicher stattfanden als in radialer Richtung. In radialer Richtung waren auch die Abstände der Bündel entschieden grösser als in tangentialer.

Der Bau des einzelnen Bündels stimmte mit dem von *Yucca aloifolia* in allen wesentlichen Punkten überein. Das Xylem überwog das Phloem bedeutend an Masse. Es bestand aus langen, nach beiden Enden verschmälerten Tracheiden und aus kurzen Holzparenchymzellen. Letztere, auf Querschnitten zwischen dem compacten Tracheidenkörper eingesprengt, bilden wahrscheinlich auch bei dieser Art ein continuirliches System, welches mit dem das Leitbündel umgebenden Grundgewebe vielfach in Verbindung tritt. Die Tracheiden sind meist unregelmässig verkrümmt und miteinander verschränkt, an den Enden entweder zugespitzt oder abgestutzt, in Ausnahmefällen am Ende sogar ein wenig verdickt, selten an einer oder mehreren Stellen unregelmässig ausgebuchtet oder gar verzweigt. Die Tüpfelung ist der von *Yucca aloifolia* ähnlich. Das Phloem, von gleich einfachem Bau, wie bei der vorigen Art, ist auch hier fast stets nach der Rindenseite hin dem Holzkörper angefügt, sehr selten zum Theil von ihm umfasst.

Die Länge der erwachsenen Tracheiden, an kalt macerirtem Materiale gemessen, betrug (im Mittel von 20 Messungen) 1,89 mm, die Länge der jungen Cambiformzellen (im Mittel von 20 Messungen) 0,063 mm, also genau den 30. Theil. Es dürften also, da auch hier Resorptionen von Zellen im Verlaufe der Entwicklung des Holzkörpers nicht vorkommen, in jedem Stockwerke durchschnittlich nur der 30. Theil der Tracheiden angelegt werden, die man auf Querschnitten durch erwachsene Bündel findet. Nun kann man sich aber leicht überzeugen, dass junge Bündelanlagen, in welchen die Längstheilungen abgeschlossen sind, sowohl auf Quer- als auf median geführten Längsschnitten durchschnittlich dieselbe Zahl von Elementen besitzen, wie erwachsene Bündel. Es bleibt also nur die Möglichkeit der Entstehung der Tracheiden durch Verschmelzung längsgerechter Zellen übrig. Der Process der Verschmelzung liess sich hier mit derselben Sicherheit direct beobachten, wie bei *Yucca aloifolia*. Auch hier gelang es mehrmals, continuirliche Plasmastränge durch Oeffnungen unvollständig resorbirter Querwände gehen zu sehen.

Dioscorea convolvulacea Chamisso u. Schlechtd.

In den unter diesem Namen aus dem hiesigen botanischen Garten erhaltenen Knollen war der Verdickungsring in voller Thätigkeit. Die secundären Bündel schlossen sich in der Anordnung ihrer beiden Componenten denen des Stammes von *Yucca aloifolia* und *Aloë spec.* an, zeigten in ihrem Bau aber Besonderheiten, auf welche ich zur Zeit nicht näher eingehen will, da die richtige Bestimmung der mir zur Verfügung stehenden Pflanze nicht ausser Zweifel steht. In einer aus-

fürlichen Arbeit über Bau und Entwicklung der Monocotyledonen mit secundärem Dickenwachstume werde ich Gelegenheit haben, auf die Dioscoreaceen näher zurückzukommen. Nur das sei hier erwähnt, dass die Tracheiden, deren Wände netzförmig verdickt oder behöftgetüpfelt sind, durch sehr unregelmässige Form und durch sehr entschiedene Neigung zur Verzweigung ausgezeichnet sind. Ich habe Enden derselben gesehen, welche geweihartig zertheilt waren; meist ist die Verzweigung allerdings eine sparsamere.

Dass auch hier die Tracheiden Zellfusionen sind, wurde wiederholt direct beobachtet. Selbstverständlich schliesst diess nicht aus, dass einzelne Theile der Tracheiden, beziehungsweise der sie aufbauenden Zellen durch locales Flächenwachsthum sich verlängern oder sonst ihre Form ändern.

Dracaena Draco L. und Aletris fragrans L.,

welche mir beide in frischen Gewächshauspflanzen zur Verfügung standen, stimmen in dem Bau der secundären Bündel im Wesentlichen unter sich überein. Von den letztgenannten 3 Arten sind sie gemeinsam dadurch verschieden, dass das Phloëm fast nie das rindenwärts gelegene Ende des Leitbündelquerschnittes einnimmt, sondern vom Holzkörper allseitig umschlossen wird. Die Siebröhren und Cambiformzellen werden von einem unterbrochenen Ringe von Holzparenchymzellen umfasst; diesem fügt sich anderes Holzparenchym an, welches den peripherischen Tracheidenkörper an verschiedenen Stellen durchbricht und eine Verbindung des Phloëms mit dem umgebenden Grundgewebe herstellt.

Da ich die Anatomie der secundären Bündel von *Dracaena Draco* und die Entwicklung ihrer Tracheiden in dem Texte zur VII. Abtheilung meiner „Botanischen Wandtafeln“ (1886) pag. 347, kurz behandelt habe, brauche ich hier nicht darauf zurückzukommen. Nur mag hervorgehoben werden, dass es bei *Dracaena Draco* und bei *Aletris fragrans* gelungen war, die Tracheiden als Zellfusionen zu erkennen, bevor noch die hierfür im Ganzen günstigere *Yucca aloifolia* untersucht war. Auch bei *Dracaena* und *Aletris* geht der Auflösung der Querwände eine allmähliche Verdünnung derselben vorher¹⁾. Auch hier gelingt es, Zustände zu sehen, in denen das Plasma zweier vorher selbstständigen Zellen, deren Kerne noch erhalten sind, sich zu gemeinsamem Strange vereinigt hat.

Bei *Dracaena Draco* wurden, was bisher bei keiner der anderen Arten gelungen ist, ausnahmsweise erwachsene Tracheiden angetroffen, an deren einem Ende die Perforation der Querwände nicht ganz vollständig stattgefunden hatte. In einem solchen, l. c. auf S. 348, Fig. 4 abgebildeten Falle waren die Enden der Tracheiden in Wandstärke

1) Von Krabbe (l. c., p. 56) ist das Dünnerwerden der Querwände in den Bündelanlagen von *Dracaena Draco* gesehen worden, doch entging ihm die Bedeutung dieser Erscheinung.

und Betüpfelung den Holzparenchymzellen ähnlich, während der übrige Theil die typische Wanddicke und behöfte Tüpfelung aufwies.

Aletris fragrans ist die einzige der vorstehend besprochenen 5 Arten, bei der ich mich nach einer der von Th. Hartig¹⁾ angewandten ähnlichen Methode direct durch den Versuch davon überzeugt habe, dass die aus der Fusion von Procambiumzellen hervorgegangenen, kurzen, röhrenförmigen Gebilde der secundären Leitbündel wirklich nach Art der Tracheïden der Coniferen und Dicotyledonen an den Enden von geschlossenen Membranen begrenzt sind. Ein 55 mm langes Stück eines 22 mm im Querschnitte messenden gesunden Stämmchens wurde unmittelbar nach Abtrennung von der lebenden Pflanze und, nachdem es mittels eines Rasirmessers mit guten Schnittflächen versehen war, durch einen Kautschukschlauch dem unteren Ende eines ca. 270 cm langen Glasrohres angefügt, und letzteres mit einer durch ein Filter gegangenen Emulsion von chinesischer Tusche bis zum Rande gefüllt. Das Wasser tropfte Anfangs rasch, später immer langsamer ab. Es war vollständig klar.

Nach 4 Tagen wurde der Apparat auseinandergenommen. Bei der Untersuchung zeigte sich, dass nur die gegen die obere Schnittfläche hin geöffneten Röhren mit den kleinen Kohlentheilchen gefüllt, alle mit intacten Enden unterhalb der Schnittfläche liegenden Röhren aber frei von ihnen waren. Da die Tracheïden der Blattspurbündel diejenigen der secundären Bündel an Länge erheblich übertreffen, reichte die Schwärzung des Tracheïdeninhaltes im primären Theile des Centralcylinders auch entsprechend tiefer unter die Schnittfläche hinab als im secundären.

Das vorstehend Mitgetheilte macht eine erneute Verständigung über den Begriff der Tracheïden nothwendig.

Hält man die entwicklungsgeschichtliche Definition, wie sie für Gefäße und Tracheïden allgemein in den Lehrbüchern gegeben wird, fest, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die von uns auf ihren Ursprung zurückverfolgten, dem Holzkörper der secundären Bündel von *Yucca*, *Aloë*, *Dioscorea*, *Dracaena* und *Aletris* angehörigen Gebilde fortan nicht mehr als Tracheïden, sondern als kurze Gefäße bezeichnet werden müssen; denn auch die längsten Gefäße unserer Laubbäume enden, ebenso wie sie, nach oben und unten blind.

Legt man dagegen der physiologischen Function das Hauptgewicht bei, so müsste man den Unterschied dahin feststellen, dass, wenn der Wasserstrom beim Aufsteigen durch den Holzkörper wiederholt intacte Membranen zu passiren hat, von Tracheïden, wenn er dagegen auf weite Strecken sich ungehindert fortbewegt, von Gefäßen zu sprechen ist.

1) Ueber die Schliesshaut des Nadelholz-Tüpfels (Botan. Ztg., 1863, p. 293 ff.). Vergl. auch Sachs, Ueber die Porosität des Holzes (Arb. d. botan. Inst. in Würzburg, II. (1879), p. 294.)

Doch springt das Vage einer solchen Begriffsbestimmung sofort in die Augen.

Welche Wasserleitungsröhre in den Leitbündeln der Pflanzen ist als lang, welche als kurz zu bezeichnen? Sollen die als Tracheiden betrachteten Gebilde bei *Nelumbium speciosum*, welche nach Caspary¹⁾ eine Länge von mehr als 5 Zoll erreichen, zu der einen oder anderen Kategorie gestellt werden? Kann man bei Leitbündelpflanzen von sehr geringen Dimensionen dann überhaupt noch von Gefässen reden?

Die consequente Durchführung einer rein physiologischen Begriffsbestimmung der Gefässe würde ferner zur Folge haben, dass die bisher meist als Milchzellen bezeichneten, saftführenden Röhren der Euphorbiaceen, Moreen, Apocyneen und Asclepiadeen ihnen zugerechnet werden müssten, auch wenn sie wirklich, wie die neueren Untersuchungen über sie als Resultat ergeben haben, nur durch Auswachsen einzelner Zellen entstehen.

Um diesen Unsicherheiten zu entgehen, empfiehlt es sich, dem bisherigen Sprachgebrauche der Pflanzenanatomien auch fernerhin treu zu bleiben und alle aus der Fusion von Zellen hervorgegangenen, der Leitung von Säften verschiedener Art dienenden Röhren als Gefässe, alle diejenigen den Holzgefässen ähnlichen Gebilde, deren Innenraum zu keiner Zeit ihrer Entwicklung durch Querwände gefächert war, als Tracheiden zu bezeichnen.

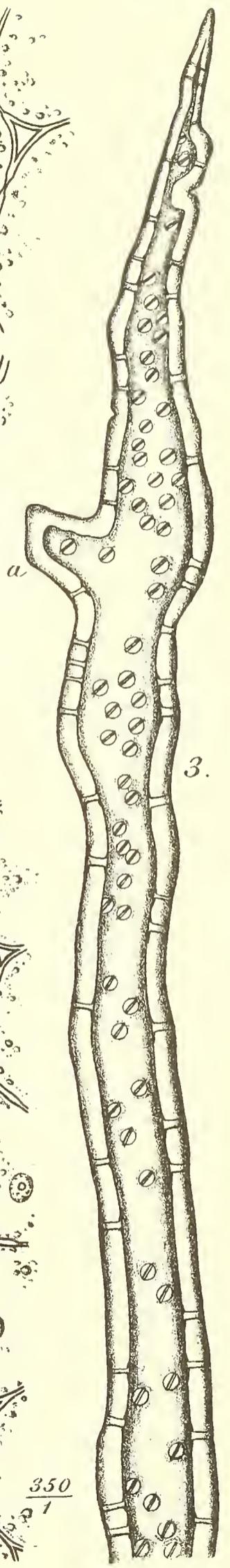
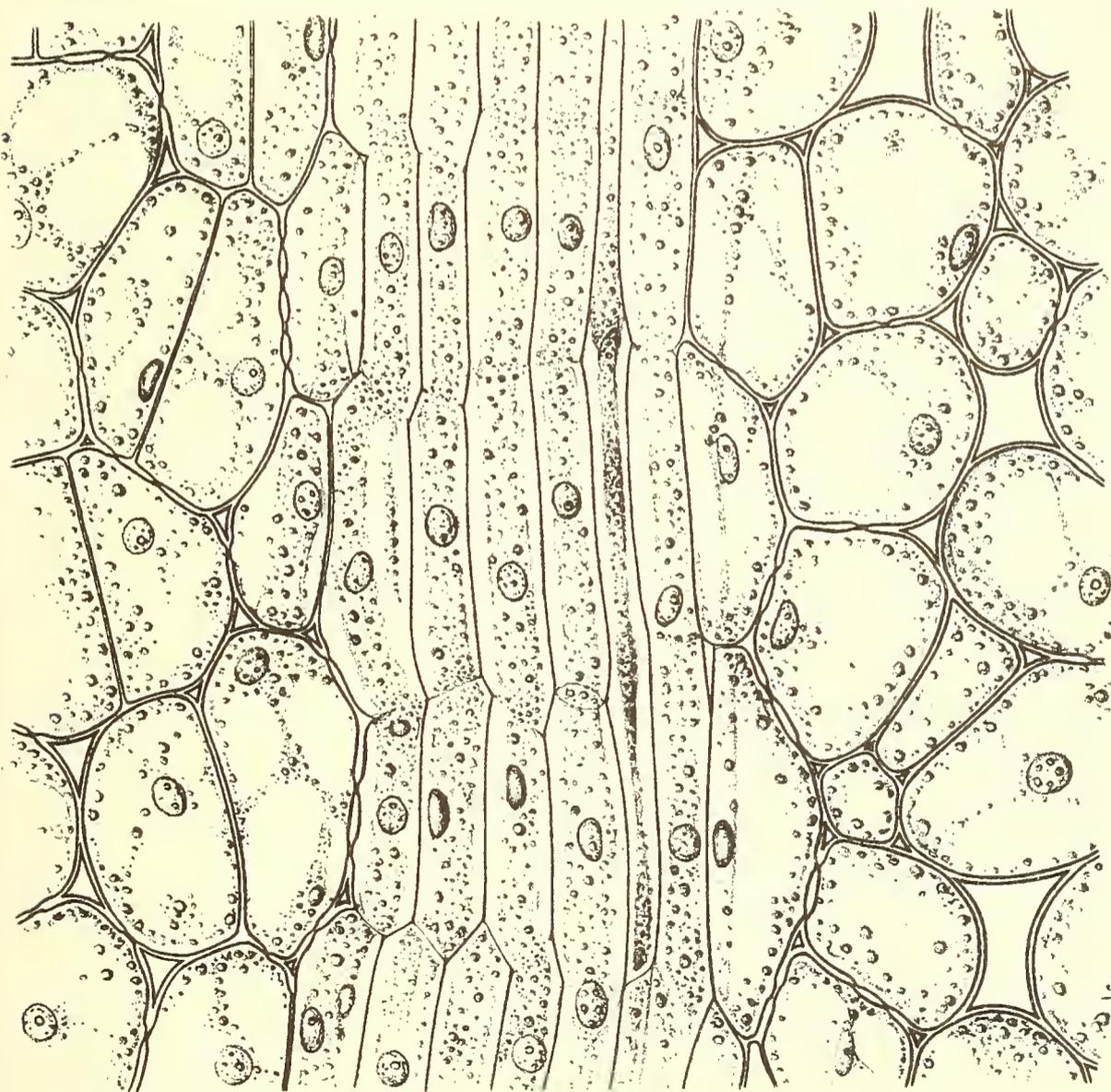
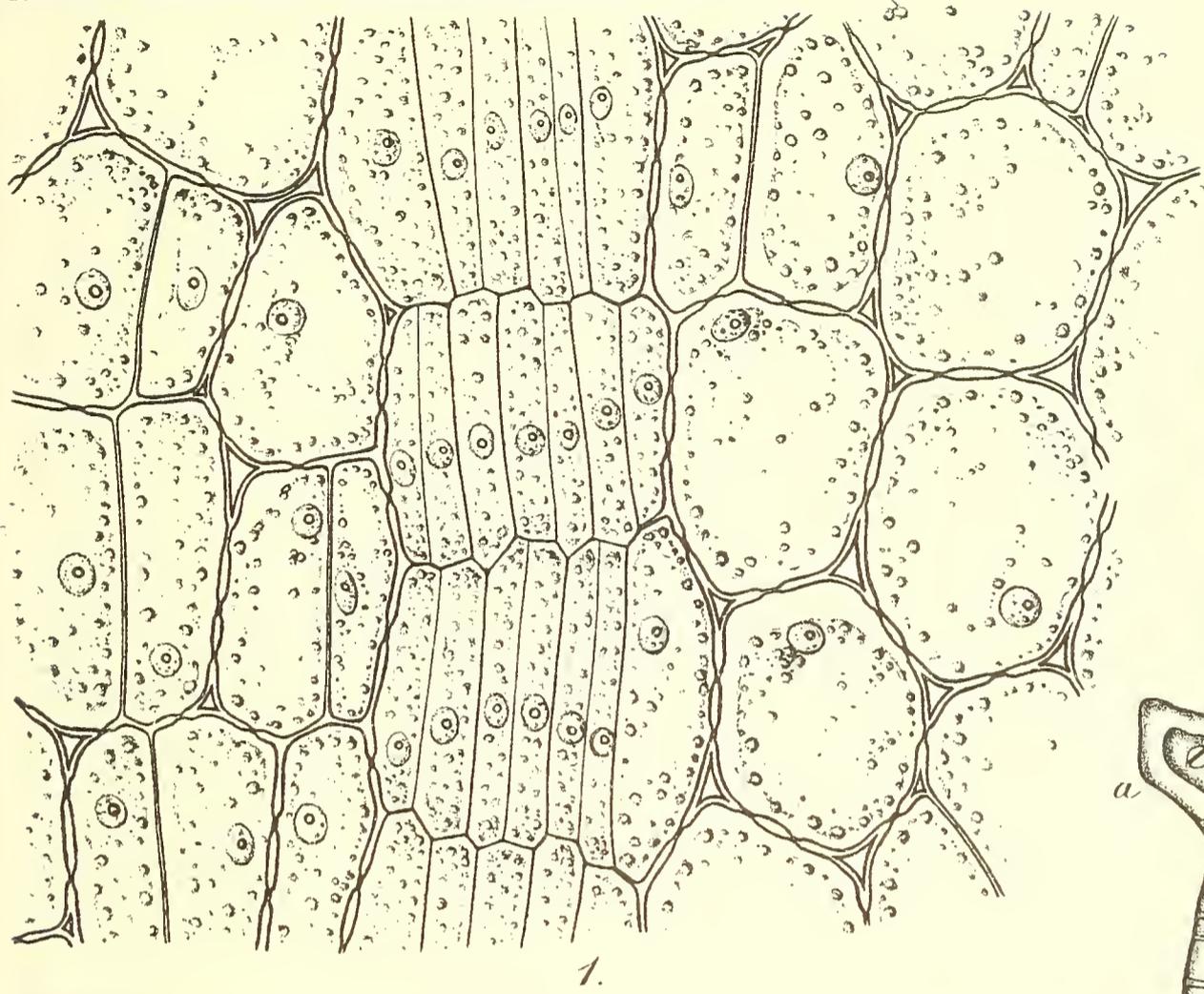
Die in dieser Mittheilung besprochenen, bisher als Tracheiden bezeichneten Gebilde der secundären Leitbündel von *Yucca*, *Aloë*, *Dioscorea*, *Dracaena* und *Aletris* würden demnach fortan „kurze Gefässe“ zu nennen sein.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Anlage eines secundären Leitbündels von *Yucca aloifolia*, auf dem tangentialen Längsschnitte durch einen erwachsenen Stamm. Die Längstheilungen sind in den Procambium-Mutterzellen wahrscheinlich abgeschlossen. Die ursprünglichen Querwände der letzteren sind schon erheblich dünner geworden und erscheinen vielfach gebrochen.
- „ 2. Späterer Entwicklungszustand eines jungen, secundären Leitbündels derselben Art, ebenfalls auf dem Tangentialschnitte dargestellt. Die Querwände sind zum Theil resorbirt. An ihrer Stelle befinden sich quergerichtete Anhäufungen kleiner Körnchen. Die Zellkerne sind fast überall noch deutlich sichtbar.
- „ 3. Grössere Hälfte einer erwachsenen Tracheide eines secundären Leitbündels derselben Art, durch kalte Maceration in Salpetersäure und Kaliumchlorat gewonnen.

Sämmtliche Figuren sind 350 mal vergrössert.

1) Ueber die Gefässbündel der Pflanzen (Monatsber. d. K. Akad. d. Wiss. in Berlin vom 10. Juli 1862, p. 466).



$\frac{350}{1}$

C. Müller ad nat. del.

2.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Kny Leopold

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der „Tracheiden.“
267-276](#)