

Über Function und Genesis der Zellen in den Gefäßen des Holzes.

Von **Jos. Boehm.**

(Mit 2 Tafeln.)

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Rebzweige aus alten Schnittflächen nicht bluten und daß Zweige, welche zur Zeit des Saftsteigens im Frühlinge vor der Entfaltung der Knospen gestutzt werden, bald aufhören zu thränen, daß dieses aber aus einer an demselben Zweige etwas tiefer angebrachten Schnittfläche wieder mit der ursprünglichen Kraft erfolgt. Die Ursache dieser Erscheinung blieb bisher unbekannt¹⁾.

In meinen Abhandlungen²⁾ über das Saftsteigen in den Pflanzen habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß durch frisch geschnittene Weidenzweige mittelst einer Wassersäule, welche die Länge des Zweiges nur etwas übertrifft, Flüssigkeit hindurch gepresst wird, daß aber mit der beginnenden Entwicklung der Wurzeln und Knospen die Filtration sich verlangsamt und selbst bei Anwendung des Druckes einer Quecksilbersäule von mehr als 30 Zoll Länge endlich ganz aufhört.

Werden frisch geschnittene Weidenzweige mit einem Ende ins Wasser gestellt, so nehmen sie anfänglich bedeutend an Gewicht zu,

¹⁾ „Die mikroskopische Untersuchung der Äste zeigt, daß die Spiralröhren an der Schnittfläche mit einer körnigen, undurchsichtigen, braungefärbten Masse erfüllt sind, welche die kleinen ganz verstopft, in den größeren in der Mitte ein kleines Loch zurückläßt. Diese Masse kann indeß nicht die alleinige Ursache der Verstopfung sein, denn wenn man einen Querschnitt von einer Linie und mehr Dicke von einem solchen Aste abträgt, so beginnt der Saft noch nicht wieder hervorzudringen, sondern man muß, wie Hales angibt, meist ein ganzes Internodium wegnehmen, um den Zweig wieder kräftig bluten zu machen.“ Ernst Brücke, Poggendorff's Ann. Bd. 63, 1844, Pag. 192.

²⁾ Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch. 48. Bd. 1863 u. 50. Bd. 1864. Sitzb. d. mathem.-naturw. Cl. LV. Bd. II. Abth.

während sie mit der Bildung von Wurzeln und der Entfaltung der Knospen nach und nach wieder fast auf das ursprüngliche Gewicht herabsinken. Es beweiset diese Erscheinung auf das schlagendste die physiologische Nothwendigkeit des Luftgehaltes der Holzröhren.

Taucht man frisch geschnittene, selbst mehrere Fuß lange Zweige von *Salix* in eine Lösung von Eisenchlorid, Schwefelcyankalium oder Blutlaugensalz, so kann man sich durch die entsprechenden Reagentien überzeugen, daß die Flüssigkeit nach einigen Stunden an der oberen Schnittfläche angelangt ist.

Versucht man es hingegen durch eine in meinen Injectionsröhren aus einem Zweige gezogene Weidenpflanze Wasser oder Salzlösungen zu pressen, so gelingt dies selbst bei einem Drucke von 2—3 Atmosphären nicht.

Aber nicht nur für Wasser, auch für Luft, welche auf mehr als die Hälfte ihres Volum's comprimirt wurde, sind die aus Stecklingen gezogenen Pflanzen unwegsam.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß das Unwegsamwerden der Spiroiden nur an den Zweigenden erfolgt und daß dasselbe durch das Auftreten von Zellen in den Gefäßen veranlaßt ist.

Es ist auffallend, daß Bäume und Sträucher durch das Beschneiden der Äste nicht mehr leiden, als dies in der That der Fall ist, da durch die offen gelegten Spiralgefäße der Holzkörper den Einflüssen äußerer Reagentien ausgesetzt wird. Gestutzte Äste sterben in der Regel nur bis in die Nähe des nächst unteren Zweiges oder der nächst unteren Knospe ab.

Ich habe mich nun bei einer großen Anzahl von Fällen überzeugt, daß die abgeschnittenen Zweigenden weder für Wasser noch für Luft selbst bei einem Drucke von drei Atmosphären permeabel waren. In allen Fällen findet man an der Grenze des lebenden und des vertrockneten Holzes die Gefäße manchmal bis auf die Länge von einem halben Zoll und darüber mit Zellen erfüllt.

Zellen in den Spiroiden wurden schon von Malpighi, Leeuwenhoek, Sprengel, Kieser und Mirbel beobachtet. Die ältere diesbezügliche Literatur hat Meyen (*Phytotomie*, Pag. 209) und (*Pflanzenphysiologie*, 1. Theil, Pag. 254) zusammengestellt.

Meyen und Schleiden (*Grundzüge d. w. B. I.* Pag. 219) vertraten die Ansicht, daß die die Pflanzengefäße erfüllenden Zellen durch Urzeugung entstanden seien.

Eine sorgfältig gearbeitete Abhandlung über diesen Gegenstand wurde von einem Ungenannten geliefert (bot. Ztg. 1845, Pag. 225); die darin niedergelegten Untersuchungsergebnisse haben allgemeine Geltung erlangt. Der Ungenannte (Fräulein Hermine v. Reichenbach) stellt die Behauptung auf, daß die die Gefäße erfüllenden Zellen dadurch entstehen, daß Ausbuchtungen der die Gefäße umgebenden Zellen, durch die Poren hindurch, in die Gefäße prolabiren. Dieser Entstehung zufolge wurden die die Gefäße erfüllenden Zellen mit dem Namen Thyllen belegt.

Da die in Rede stehenden Zellen häufig Stärkemehl führen z. B. bei *Quercus*, *Castanea*, *Vitis*, *Robinia*, so glaubt der Ungenannte, daß dieselben überhaupt nur der Amylumbildung dienen.

Durch die oben angeführten Thatsachen wird die Rolle, welche den Thyllen wenigstens in gewissen Fällen übertragen ist, in zweifelloser Weise klar.

Die Gründe, welche den Ungenannten bestimmten, die Thyllen für Auswüchse von den die Gefäße einhüllenden Zellen zu erklären, sind folgende:

1. Es entstehen dieselben als runde Bläschen, welche stets über einem, das Gefäß mit einer Nachbarzelle verbindenden Porus aufsitzen. Man finde auf Querschnitten z. B. von *Vitis* und *Sambucus nigra* (besonders deutlich unter Anwendung von Kalilauge), daß das Bläschen in seinem Beginne eine Ausdehnung der die Tüpfel abgrenzenden Membran in die Gefäßhöhle sei. Die Thyllie und die angrenzende Zelle stehen in offener Verbindung mit einander und seien geradezu als ein Ganzes zu betrachten.

2. Der zur Contraction gebrachte Primordialschlauch löse sich nicht ringsum ab, sondern bleibe an der Basis stets mit seiner Zelle in Verbindung.

Daß diese Auffassung der Genesis der Zellen in den Gefäßen meines Wissens auch nicht einen einzigen Widerspruch erfahren hat, ist, wie ich glaube, weniger in der zweifellosen Evidenz der dafür ins Feld geführten anatomischen Beweise, als vielmehr darin begründet, daß man sich diese Zellen (von der Urzeugung abgesehen) auf eine andere Weise nicht entstanden denken konnte. Es werden ja die oft die ganze Pflanze als offene Röhren durchziehenden Spiroiden entweder für schon abgestorbene Gebilde gehalten, oder

es kam doch wenigstens bisher fast Niemand in den Sinn, dieselben für die Eltern von Parenchymzellen zu erklären.

So zwingend diese Erwägungen bisher zweifellos sind, so schien es mir doch anderseits sehr auffällig, daß die Erfüllung der Holzröhren mit Zellen stets an abgestutzten Zweigen erfolgt, — auch dann, wenn man in den Gefäßen des unverletzten Stammes nie eine Thylle findet. Obwohl denkbar, so schien es mir doch nicht sehr wahrscheinlich, daß die Nachbarzellen in die durchschnittenen Spiroiden prolaborirende Auswüchse senden sollten und daß die Gefäße selbst sich hierbei nur passiv verhielten. Jedenfalls hielt ich es der Mühe werth, die bisherige Anschauung über die Entwicklung der Thyllen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, zumal, da es nun durch das Stutzen der Zweige möglich ist, sich die geeigneten Objecte zur Untersuchung bei einer beliebigen Pflanze auf leichte Weise zu verschaffen.

Durch vorläufige, im Jahre 1864, gemachte Versuche glaubte ich mich überzeugt zu haben, daß junge (ungefähr 1—4jährige) Äste von *Platanus orientalis*, welche im beginnenden Frühjahre beiläufig 10 — 12 Millim. über der Ursprungstelle eines Zweiges gestutzt wurden, ein sehr geeignetes Material zur Lösung der Frage über die Genesis der Thyllen seien.

Untersucht man solche Zweigenden 1—2 Monate nach der Operation, so erweisen sie sich für Wasser und Luft bei einem Drucke von 30 Zoll Quecksilber unwegsam und jedes Gefäßende ist fast stets nur von einer Reihe mäßig dickwandiger Zellen erfüllt. Tab. I, Fig. 1.

Über die Entstehung dieser Zellen würde a priori jede andere Vorstellung wahrscheinlicher sein als die, welche das Studium der Entwicklungsgeschichte als die richtige darstellt. Bei solchen ausgebildeten Zuständen weist jedenfalls nichts darauf hin, daß die die Spiroiden erfüllenden Zellen als kleine den Gefäßwänden aufsitzende Bläschen entstehen.

Mehrfache Versuche im Jahre 1865 haben mich gelehrt, daß die Entwicklung dieser Thyllen in ziemlich kurzer Zeit erfolgt. Wurden die Zweige bei dem Aufbrechen der Knospen gestutzt, so waren viele derselben schon nach acht Tagen für Wasser und Luft bei einem Überdrucke einer Atmosphäre impermeabel.

Um nun Zweigenden zu erhalten, in welchen die in den Gefäßen auftretenden Zellen sich in einem Entwicklungsstadium befinden, welches geeignet war, über die Art und Weise ihrer Genesis Aufschluß zu geben, wurden am 20. April 1866 100 Zweige gestutzt, und zu je zwanzig am 1., 5., 10. 15. und 20. Mai abgeschnitten und in Weingeist aufbewahrt. — Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich, daß in den am 5. Mai gesammelten Zweigstumpfen die in den Gefäßen auftretenden Zellen sich in einer zur Lösung der gestellten Frage vollkommen geeigneten Entwicklungsphase befanden.

Das Holz der Platane ist von zahlreichen, zum Theile sehr großen Markstrahlen durchzogen. Um ein klares Bild von den in den Spiroiden sich abspinnenden Vorgängen zu erhalten, sind radiale Längsschnitte daher nicht geeignet.

Während man aus Bildern fertiger Zustände (Fig. 1) vermuthen sollte, daß die die Spiroiden erfüllenden Zellen (ähnlich wie bei den sich theilenden Zellen), in Folge der Bildung von Querwänden in den Gefäßen entstehen würden, findet man im Gegentheile bei Längsschnitten durch die eben bezeichneten Zweigstumpfe, daß die in Rede stehenden Zellen, im Einklange mit den bisherigen Angaben, als kleine, den seitlichen Gefäßwänden inserirte Bläschen auftreten (Tab. 1, Fig. 3), welche, sich rasch vergrößernd, bald den ganzen Querraum des Gefäßes ausfüllen, und in ihrem Längenwachsthume sich gegenseitig hemmen. In letzterem Verhalten liegt der Grund der oft sehr verschiedenen Länge unmittelbar über einander stehender Thyllen.

Über die Abstammung dieser Gebilde, — ob von Nachbarzellen oder den Gefäßen selbst, kann nur das Mikroskop entscheiden und die Controle des gewonnenen Resultates nur durch sorgfältige und oft wiederholte Untersuchung geübt werden.

Ehe ich mich mit der vorliegenden Frage zu beschäftigen anfang, verhehlte ich mir nicht, daß meine Bedenken gegen die von dem Ungenannten gelieferte Entwicklungsgeschichte der Thyllen im Vergleiche zu dem zweiten möglichen Falle ihrer Entstehung (aus den Gefäßwänden nämlich) bei der herrschenden Ansicht über das Wesen der Spiralgefäße einer- und der Entstehung der Zellen andererseits fast unberechtigt erscheine und ich gestehe, daß ich trotz wiederholter und sorgfältiger Untersuchung nicht ohne Widerstreben es unternehme, über den Ursprung der Thyllen eine Ansicht zu vertreten, welche im völligen Widerspruche mit den herrschenden

Grundanschauungen der Pflanzenanatomie und der Physiologie der Zelle steht und die Manchem vielleicht a priori noch unwahrscheinlicher erscheint, als die elternlose Entstehung der Thyllen. Der urtheilsberechtigte Forscher wird aber eher prüfen als absprechen und sonst vorlaute Dilettanten werden gut thun, mit ihrer subjectiven Meinung zurückzuhalten, bis die ersteren gesprochen.

Bei der Entscheidung unserer Frage kommt alles darauf an, die Basis der sich entwickelnden Thylle zur klären Anschauung zu bringen. Dies wird überhaupt nur dann mit einiger Wahrscheinlichkeit gelingen, wenn die Spiroiden des untersuchten Objectes viele solche Bläschen enthalten und kann sowohl auf tangentialen Längs- als auf Querschnitten geschehen.

Auf Längsschnitten kommt begreiflicher Weise zwar eine größere Zahl dieser jungen Elemente zur Ansicht, aber nur selten erhält man eine klare Ansicht der Anheftungsstelle derselben an die Gefäßwand. Es ist dies in Anbetracht der Form der zwischen Prosenchym und Holzparenchym gelagerten Spiroiden auch leicht erklärlich. — Denkt man sich nämlich auf der inneren Oberfläche einer capillaren Röhre hie und da Bläschen aufsitzen, so wird es nur äußerst selten gelingen, Längsschnitte anzufertigen, deren mikroskopisches Bild eine klare Einsicht in die Art und Weise der Insertion der letzteren ermöglicht. Es ist dies nur dann der Fall, wenn der Schnitt gerade durch die Basis, respective den Stiel der jungen Zelle geführt wurde, da sonst die Anheftungsstelle derselben durch die kuppenartig überragende Röhrenwand bedeckt wird.

Anders ist die Sache auf Querschnitten. — In den oben bezeichneten Zweigstumpfen der Platane sind die noch jungen Thyllen so zahlreich, daß man fast auf jedem gelungenen Präparate deren mehrere in geeigneter Weise durchschnitten findet.

Entständen die die Spiroiden erfüllenden Zellen wirklich, wie ihr Name sagt, durch Aussackung gewöhnlicher Zellen des Holzkörpers in die Gefäße hinein, so müßten die Thyllen bei ihrem ersten Auftreten offenbar nur mit einer Basis von der Breite eines Tüpfels an der Gefäßwand aufsitzen. Dies ist jedoch, man kann wohl sagen, niemals der Fall.

Die ganz jungen Thyllen verhalten sich hinsichtlich ihrer Anheftung an die Gefäßwand ziemlich verschieden. Bisweilen sind dieselben an ihrer Basis allerdings stielartig verschmälert (Tab. 1, Fig. 4, a) in

der Regel erscheinen sie jedoch als der Gefäßwand anliegende Halbkugeln (Fig. 4, *b*), ja es finden sich häufig Fälle, wo dieselben sich mit sehr breiter Basis von der Wand der betreffenden Holzröhre abheben und auf dem Querschnitte linsenförmig erscheinen (Fig. 4, *c*).

Diese Art und Weise der Anheftung der Thyllen an die Gefäßwand ist mit der Vorstellung, daß dieselben Aussackungen von Zellen in die Gefäße hinein seien, gewiß nicht vereinbar. Und in der That fand ich auch bei Tausenden von Querschnitten nie auch nur eine Andeutung, daß der Inhalt einer Zelle, über welcher die junge Thylle aufsaß, sich in letztere fortsetzte. Wäre dies der Fall, so würde es bei den in Weingeist aufbewahrten Objecten mit gelb gefärbtem und geronnenem Zellinhalte besonders nach dessen Behandlung mit Jodlösung der Beobachtung sicher nicht entgangen sein.

Die Angabe des Ungenannten, daß der zur Contraction gebrachte Primordialschlauch mit der Basis der Thylle stets verbunden bleibe und sich (auch) dadurch als Aussackung einer Nachbarzelle des Gefäßes erweise, kann ich nicht bestätigen. Es finden sich, wiewohl selten, auch Fälle mit allseitig abgelöster Hautschichte (Tab. 1, Fig. 5). — Übrigens hat die Art und Weise der Loslösung des sogenannten Primordialschlauches von der Zellwand bei der heutigen Auffassung der Zellwand für unsere Frage jedenfalls nur eine untergeordnete Bedeutung.

In Anbetracht der Bedenken jedoch, welche gegen die Entstehung der Thyllen aus den Gefäßwänden sprechen, hielt ich die Frage durch die angeführten Beobachtungen noch nicht für endgiltig erlediget.

In zweifelloser Weise erwiesen, daß die sogenannten Thyllen mit den Nachbarzellen der Gefäße in keinem genetischen Zusammenhange stehen, wäre die Frage, nach meinem Dafürhalten, erst dann, wenn die locale Unmöglichkeit hierfür nachgewiesen werden könnte, — wenn sich nämlich zeigen würde, daß die Thyllen auch auf Gefäßwänden entstehen, welche nicht an Zellen grenzen.

Daß die Gefäßwände sich noch vergrößern und verdicken, nachdem sie sich bereits mit Luft gefüllt, ist ein bei noch im Wachs thume begriffenen Pflanzentheilen nicht unschwer zu constatirendes Faktum. Es ist dies natürlich nur durch die Ernährung der Gefäßwand von Seite der Nachbarzellen möglich.

Andererseits ist es aber auch eine, wie ich glaube, durch nichts gerechtfertigte Annahme, daß in den Gefäßwänden eines selbst älteren Holzes kein Stoffwechsel mehr erfolge.

Sind nun die Thyllen, wie sich aus dem Obigen mit einer Sicherheit ergibt, welche mikroskopische Beobachtungen so delikater Objecte überhaupt gewähren, nicht als Knospen der Nachbarzellen, sondern als Producte der Gefäßwände selbst anzusehen, so ist es gleichwohl a priori sehr wahrscheinlich, daß dieselben vielleicht immer über einer die Gefäßwand ernährenden Zelle entspringen. Indeß ist andererseits doch auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß solche Zellen auch an Stellen der Gefäßwand entspringen, welche nicht an Zellen grenzen. Solche Stellen finden sich dort, wo sich zwei Gefäße unmittelbar berühren.

Dies ist im Holze der Platane ziemlich häufig der Fall. Allerdings ist bei Constatirung dieses Vorkommens große Vorsicht geboten. Es kommt nämlich sehr häufig vor, daß zwei Holzröhren sich unmittelbar zu berühren scheinen, während sich nach sorgfältiger Untersuchung ergibt, daß dieselben durch eine auf dem Querschnitte sehr schmale Zelle, wie solche als Begleiter der Holzröhren häufig vorkommen, getrennt sind. Hier sind Thyllen ebenso häufig, wie an anderen Stellen der Gefäße. (Tab. 1, Fig. 6.)

Indeß sind, wie gesagt, Fälle, wo sich zwei Gefäße directe berühren, gerade nicht selten. — Würde man an solchen Stellen die Genesis von Thyllen nachweisen können, so wäre, man wird es zugeben, der unumstößliche Beweis geliefert, daß dieselben nicht als Aussackungen von Nachbarzellen, sondern aus den Wänden der letzteren selbst entstehen. — Dieser Nachweis aber kann, der Natur der Sache entsprechend, nur durch den Zufall geliefert werden; ein negatives Untersuchungsergebnis berechtigt zu keinem diesbezüglichen Schlusse.

Um die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zufalles zu erhöhen, habe ich Tausende von Querschnitten durch einen an jungen Thyllen reichen Aststumpf von *Platanus* gemacht. Endlich, als ich schon fast daran war, das weitere Suchen aufzugeben, fand ich zwei Präparate, bei welchen in zweifelloser Weise die junge Thylle an der von einer anderen Holzröhre begrenzten Gefäßwand aufsitzt. (Tab. 1, Fig. 7 und 8.)

Bei der Wichtigkeit des Falles lag mir daran, daß derselbe auch von anderen Beobachtern constatirt wurde. Es geschah dies

von den Herren Wretschko, Juratzka, Reichardt und Fenzl.

Hiermit ist der evidente und unwiderlegliche Beweis geliefert, daß die Thyllen von *Platanus* in der That aus der Gefäßwand entspringen.

Auch auf Folgendes möchte ich noch aufmerksam machen.

Würden die Thyllen durch Aussackung der die Gefäße umgebenden Zellen entstehen, so müßten dieselben, wie dies auch der Ungenannte behauptet, selbst im ausgebildeten Zustande noch mit den Mutterzellen in Verbindung stehen. Behandelt man jedoch nicht zu zarte Längsschnitte (deren mittlere Gefäße unverletzt geblieben sind) auf dem Objectträger mit einer Mischung von Chromsäure und Schwefelsäure, so werden die Wände der Zellen und Gefäße, nachdem sie aus der gegenseitigen Verbindung getreten sind, endlich ganz aufgelöst, während die Thyllenzellen vorläufig völlig unverändert zurückbleiben. Entfernt man alsdann durch Aufsaugung mittelst Löschpapier größtentheils die Säure und bringt die zurückgebliebenen Zellen mittelst Zusatz von schwach alkalischem Wasser unter dem Deckglase in rollende Bewegung, so sieht man an ihnen niemals eine Stelle, durch welche dieselben mit einer Zelle des Holzkörpers in Verbindung gewesen wären.

Ähnlich verhält sich die Sache beim Kochen der Objecte in Salpetersäure. Figur 2 stellt ein auf diese Weise isolirtes Gefäß aus dem oberen lebenden Ende eines vor längerer Zeit gestutzten Zweiges mit allseitig von der Gefäßwand abgelösten Thyllenzellen dar ¹⁾.

Ich halte es fast für überflüssig, besonders hervorzuheben, daß man auf diese Befunde kein zu großes Gewicht legen dürfe. Sicheren Aufschluß über die Frage konnte nur das Studium der Entwicklungsgeschichte liefern.

Schließlich liegt uns noch ob, die Frage zu erörtern, in welcher Weise die Entwicklung der Thyllen aus den Gefäßwänden erfolgt.

Die mikroskopische Beobachtung lehrt hierüber Folgendes:

¹⁾ Die Tüpfel der mit ausgebildeten Thyllen erfüllten Gefäße sind sehr verschwommen oder bisweilen (offenbar in Folge theilweiser Resorption der Gefäßwand) ganz verschwunden.

Auf zarten Querschnitten durch einen an jungen Thyllen reichen Aststumpf von *Platanus* sieht man die Innenwand des Gefäßes häufig von einer zarten, scharf contourirten Membran ausgekleidet, welche einerseits unter der quer durchschnittenen Thylle hinweggeht, und anderseits sich über dieselbe erhebt, so daß die junge Zelle durch eine Spaltung der Innenhaut des Gefäßes entstanden erscheint. (Fig. 4, b, c). Unter den Tausenden der von mir untersuchten Präparate fand ich auch den Tab. 1, Fig. 9 abgebildeten Fall, welcher sich nur in besagter Weise erklären läßt.

Nachdem ich durch die Untersuchung der Aststümpfe von *Platanus* zu dem obigen Schlusse geführt wurde: daß nämlich die Thyllen nicht durch in die Spiroiden prolabirende Aussackung der Zellen des Holzkörpers, sondern directe aus den Gefäßwänden selbst entstehen, hielt ich es für geboten, die Genesis dieser eigenthümlichen Gebilde auch bei einer Pflanze zu verfolgen, bei welcher der Ungenannte seine Untersuchung über diese Frage angestellt hat. — Ich wählte hierzu aus begreiflichen Gründen den Weinstock.

Man kann sich auf mikroskopischem Wege leicht von der Richtigkeit der Angabe des Ungenannten überzeugen, daß sich (bei gewöhnlichen Verhältnissen) im Holze von *Vitis*, nur in den Gefäßen des ersten Jahres Thyllen bilden.

Die Internodien der Rebe sind häufig seitlich zusammengedrückt. Auf Querschnitten durch solche Zweige findet man, daß die in der Richtung der kürzeren Radien liegenden Gefäße verhältnißmäßig klein sind. Bei der Injection mittelst Quecksilberdruck erweisen sich diese Gefäße sowohl für Luft als für Wasser in der Regel völlig undurchgängig. Dasselbe ist der Fall bei allen Gefäßen in der Nähe des Markes und bei jungen Trieben 1).

Ein ausgezeichnetes Material zum Studium der Thyllenbildung von *Vitis* liefern die vor dem Beginne des Blutens beschnittenen Zweige zur Zeit des Anschwellens und Aufbrechens der Knospen.

Man findet auf Querschnitten durch solche Aststümpfe (unterhalb der dünnen, im Vertrocknen begriffenen Schichte) die innere

1) Diese Methode ist überhaupt sehr geeignet, um sich über das Offen- oder Geschlossensein der sogenannten Gefäß- und der Prosenchymzellen (z. B. bei den Coniferen) mit dem besten Erfolge zu unterrichten. Ich werde dieses Thema gelegentlich in einer eigenen Abhandlung erörtern.

Oberfläche eines Gefäßringes oft von 5—6 fast in demselben Umkreise liegenden Bläschen besetzt.

So wie bei *Platanus* sind auch bei *Vitis* die jungen Thyllen meist mit ziemlich breiter Basis der Gefäßwand inserirt, nicht selten sind dieselben jedoch fein gestielt.

Der Ungenannte gibt Fig. 10, 11 und 16 Abbildungen von mit Kalilauge behandelten Präparaten, bei welchen sich eine offene Verbindung der Gefäßnachbarzellen und der Thyllen deutlich habe erkennen lassen ¹⁾.

Um den die Klarheit des Bildes störenden Einfluß des Amylum zu entfernen, ohne die Zellwände auffallend zu ändern, behandle ich die Präparate nicht mit Kalilauge, sondern koche sie in Wasser.

Ich habe bei meinen Untersuchungen bisweilen Bilder gesehen, welche den citirten Figuren vollkommen gleichen, bei denen nämlich in der That die Thyllen als Sprossen von Zellen erscheinen, welche Sprossen den Anschein hatten, als ob sie zwischen den Spiralwindungen in die Gefäße prolabirt wären.

So lange jedoch das Spiralband oder die Verdickungsschicht überhaupt der Gefäßwand enge anliegt, ist eine völlig klare Einsicht in die thatsächlichen Verhältnisse, ob nämlich wirklich eine offene Verbindung zwischen der betreffenden Zelle und der Thylle besteht, schlechterdings unmöglich.

Häufig geschieht es jedoch, daß das Spiralband irgendwie theilweise losgelöst wird. — Ich war in der Lage, dem Herrn Prof. Fenzl ein Präparat zu zeigen, welches im frischen Zustande für eine offene Verbindung einer Holzzelle und Thylle sprach. Nachdem dasselbe aber in Wasser gekocht war, hatte sich das durchschnittene Spiralband von der Stelle, wo die Thylle aufsaß, losgelöst, und es zeigte sich nun, daß dieselbe ihrer ganzen Breite nach mit der scheinbaren Mutterzelle verbunden und von derselben durch eine gewöhnliche Scheidewand getrennt war (Tab. 2, Fig. 1). Diese Scheidewand erwies sich bei Behandlung des Präparates mit Chromsäure aus zwei Lamellen (der Zell- und Gefäßwand) zusammengesetzt.

Auch bei *Vitis* liegen häufig zwei oder mehrere, durch eine enge Spalte getrennte Gefäße neben einander. — Davon, daß diese Spalten

¹⁾ Die Figuren stellen offenbar Querschnitte aus der Markscheide mit eigentlichen Spiral- oder netzartigen Treppengefäßen dar; die dicken Gefäßwände gehören zum größten Theile der sogenannten secundären Schichte an.

nicht vielleicht Zellen seien, belehrt man sich durch Behandlung des Präparates mit concentrirter Chromsäurelösung. Durch dieses Reagens gelingt es leicht, die querdurchschnittenen Spiroiden von ihren Nachbarzellen zu isoliren und sich von der nach der Begrenzung wechselnden Wanddicke der Gefäße zu überzeugen. Dort, wo zwei Gefäße an einander stoßen, sind deren Wände beträchtlich dicker als an der Grenze von Zellen.

So wie bei der Platane habe ich auch beim Weinstocke ein Präparat gefunden, bei welchem die Thylle aus einer von einer anderen Holzröhre begrenzten Gefäßwand entsprang (Tab. II, Fig. 2). Durch nachherige Behandlung des Präparates mit Chromsäure habe ich mich überzeugt, daß die betreffenden Gefäße sicher durch keine Zelle geschieden waren.

Einen derartigen Fall stellt auch Fig. 6, Tab. 2 auf dem Längsschnitte dar.

Die in Rede stehenden Aststumpfe von *Vitis* sind aber noch in einer anderen Weise geeignet, jeden Zweifel über die Möglichkeit der Genesis der Thyllen aus den Gefäßwänden völlig zu beheben.

Die ringsum von Zellen umgebenen getüpfelten Holzröhren von *Vitis* sind nicht sehr dickwandig, ihre eigenen Contouren treten erst bei Behandlung des Präparates mit Chromsäure deutlich hervor.

Auf Querschnitten durch unsere Aststumpfe findet man aber bisweilen derartige Gefäße, welche im Gegensatze zu ihren seitlichen und äusseren Nachbarn sehr dickwandig erscheinen, nur daß diese Wände, wenn sie wasserhell, meist durchsichtiger sind. (Tab. 2, Fig. 3, a.)

Häufig sind jedoch diese scheinbaren secundären Gefäßwände sehr mächtig, so daß sie das Gefäßlumen fast ganz verschließen (Tab. 2, Fig. 3, b); an ihrer inneren Seite sind sie meist in mannigfacher Weise wellig gebogen (Tab. 2, Fig. 3, c, Fig. 4) und dann sind sie in der Regel nicht wasserhell, sondern mehr weniger intensiv braun gefärbt.

Obwohl solche Formen mit Gefäßwänden keine Ähnlichkeit mehr haben, so sind sie andererseits an ihrer inneren Oberfläche doch von einer meist deutlich doppelt contourirten Membran sehr scharf begrenzt. Nichts deutet darauf hin, was nur von Ferne zur Annahme berechnigte, daß man es hierbei einfach mit einem durch Poren in das Gefäß ergossenen Zellsafte zu thun habe. Man sieht im Gegentheile häufig

von den inneren Buchten dieser wellig begrenzten Bildungen im Gefäßlumen Scheidewände gegen die Spiroidenwand verlaufen; die Holzzöhre erscheint dann auf ihrer inneren Oberfläche mit zellgewebsartig vereinigten großen Blasen besetzt. Solche thyllenartige Blasen mit sehr breiter Basis kommen auch oft vereinzelt vor (Tab. 2, Fig. 3, *c*; Fig. 5, *b*).

Ganz ähnlich und ebenso mannigfaltig sind die Verhältnisse auf Längsschnitten (Tab. 2, Fig. 7 u. 8). Figura 9, Tab. 2 stellt das Bild eines Präparates dar, bei welchem sich diese Gefäßauskleidung in scharf begrenzter Form theilweise von der Röhrenwand losgelöst hat, ein Fall, der sich ebenfalls gewiß nicht mit den bisherigen Anschauungen über die Entstehung ähnlicher Vorkommnisse in den Spiroiden vereinen läßt.

Sowohl auf Längs- als auf Querschnitten findet man nun häufig, daß auf der inneren Wand der mit den in Rede stehenden Bildungen ausgekleideten Gefäße gewöhnliche Thyllen sich entwickeln, welche in die besprochene Auskleidung der diesbezüglichen Gefäße hineinragen. (Tab. 2, Fig. 5 und 9). Derartige Bildungen haben bisweilen die Form wie der von dem Ungenannten Fig. 15 abgebildete Fall. Der Ungenannte sagt hierüber l. c. pag. 245: „Es sieht dies aus als ob zwei Bläschen in einander geschachtelt wären und entsteht allem Ansehen nach dadurch, daß eine Schichte der Membran im Wachstume hinter der anderen zurückgeblieben ist, d. h. während des Wachsthumes dem Drucke von Innen heraus weniger nachgegeben hat.“

Ich kann nach meinen eben in Kürze referirten Beobachtungen dieser Auffassung nicht beipflichten und glaube vielmehr, daß sich die Erscheinung im Einklange mit dem beschriebenen Auftreten der eigenthümlichen Auskleidung der Holzzöhren einfach und natürlich in folgender Weise erkläre:

Der im Frühjahre gestutzte Zweig sucht sich bald möglichst von Außen abzuschließen. Dies geschieht durch Ansammlung von Plasma zwischen den Lamellen der Gefäßwände, deren innerste Schichte nun durch Intussusception wachsend, sich in der Regel zur Membran der gewöhnlichen Thylle ausbildet. — Bisweilen jedoch erfolgt die Ansammlung von Plasma und die dadurch bedingte Abhebung der inneren Gefäßwand auf größere Strecken, womit, da erfahrungsgemäß sich nur eine bestimmte Menge Plasmas zum

selbstständigen Leben zu individualisiren vermag und dieses Plasma überhaupt zur Scheidewandbildung nicht befähigt scheint ¹⁾, meist unter Bräunung das Absterben der entstandenen Blasenräume bedingt ist. — Um nun das Gefäß dennoch zu schließen bilden sich aus der Gefäßwand ²⁾ in der schon wiederholt besprochenen Weise Bläschen von der gewöhnlichen Form und Größe der Thyllen, wodurch die erwähnten Einschachtelungen von verschiedenen großen Bläschen etc. entstehen.

Aus den übereinstimmenden Resultaten der Untersuchung von *Platanus* und *Vitis* ist der Schluß erlaubt, daß die Zellbildung in den Gefäßen bei allen Pflanzen in der besprochenen Weise erfolgt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Abhandlung lassen sich in folgenden zwei Punkten zusammenfassen.

1. Die Thyllen entstehen stets an den Stumpfen der gestutzten Zweige und an den oberen und unteren Enden der sich zu selbstständigen Pflanzen individualisirenden Stecklinge, d. h. überhaupt dort, wo abgestorbenes Holz an lebendiges grenzt und schliessen so die durchschnittenen oder durchrissenen Holzhöhren nach Aussen ab. Das Beschneiden der Bäume etc. wird daher, um nämlich das Innere der Pflanze nicht unnöthiger Weise durch längere Zeit der schädlichen Einwirkung äusserer Einflüsse bloß zu legen, mit besserem Erfolge im Frühlinge als im Herbste vorgenommen.

Die Entstehung von Zellen in den Gefäßen und der dadurch bedingte Abschluß verletzter Holzhöhren spielt wahrscheinlich auch bei der Verwachsung des Pfropfreifes etc. mit seiner neuen Unterlage eine wichtige Rolle.

2. Die sogenannten Thyllen entstehen nicht durch Aussackung der die Holzgefäße umgebenden Zellen, sondern durch Ansammlung von Plasma zwischen den Lamellen der Gefäßwandung, deren innerste Schichte zur Membran der Thyllenzelle auswächst.

1) Es wurde bisher noch niemals die Theilung einer Thyllenzelle durch Scheidewandbildung beobachtet.

2) Ich will hiermit durchaus nicht behaupten, daß die Entstehung der Thyllen bedingende Plasmaansammlung nöthigenfalls nicht auch zwischen den Lamellen der das Gefäß begrenzenden Zelle entstehen könne.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Platanus orientalis.

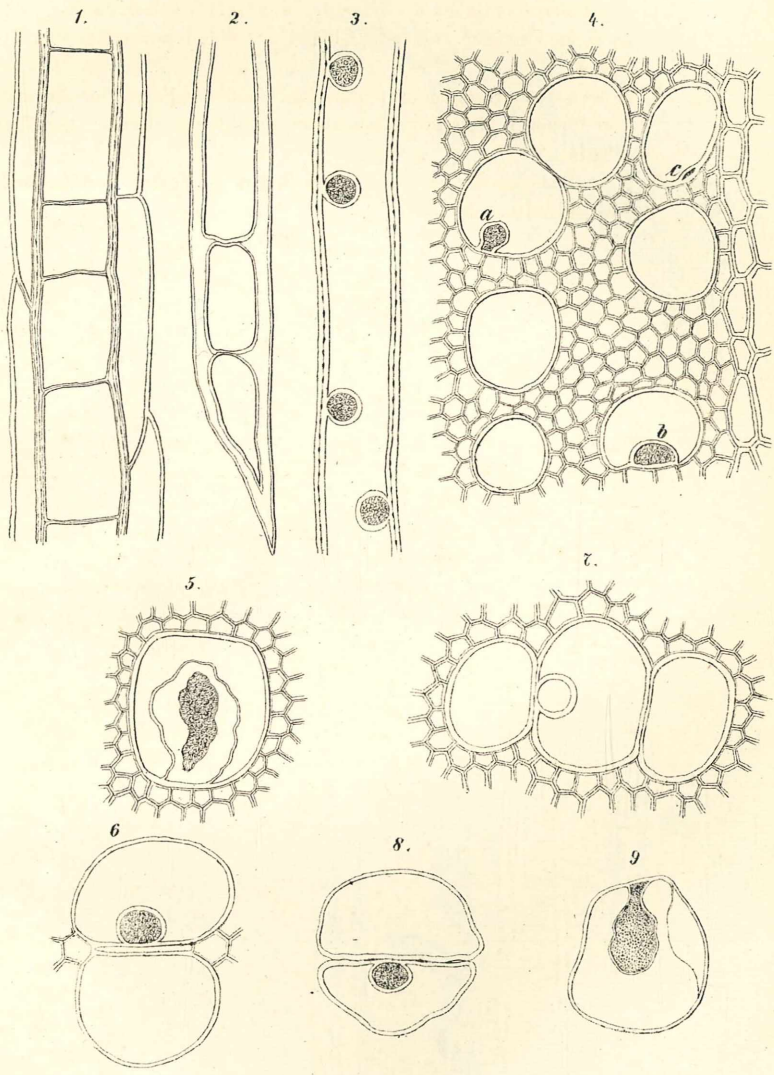
- Fig. 1. Längsschnitt durch einen seit längerer Zeit gestutzten Aststumpf. Das Gefäß, deren getüpfelte Wand fast vollständig resorbirt ist, ist mit einer Reihe über einander stehender, völlig ausgebildeter Thyllenzellen erfüllt.
2. Ein durch Kochen eines vor längerer Zeit gestutzten Aststumpfes isolirtes Gefäß mit von der Wand zurückgezogenen Thyllenzellen.
3. Gefäß mit in der Entwicklung begriffenen Thyllen. — Die Präparate zu dieser und zu den folgenden Figuren sind aus Aststumpfen angefertigt, welche am 20. April 1866 gestutzt, am 5. Mai desselben Jahres abgesehritten und in Weingeist gelegt wurden.
4. Querschnitt mit drei jungen Thyllen; *a*) ist an der Basis stielartig verschmälert; *b*) halbkugelig; *c*) linsenförmig. — Bei *b* und *c* sieht man deutlich, daß die gespaltene Gefäßwand theils unter der Basis der Thylle sich fortsetzt, theils dieselbe überkleidet. Die Thyllen erscheinen als Plasma, welches sich an bestimmten Stellen zwischen den Lamellen der Gefäßwand angesammelt.
5. Eine junge Thylle mit allseitig abgelöstem Primordialschlauche.
6. Zwei durch eine schmale Zelle getrennte Gefäße, mit einer der schmalen Zelle aufsitzenden Thylle.
- 7 u. 8. Die Thyllen sitzen auf von anderen Holzröhren begrenzten Gefäßwänden.
9. Die Innenhaut des thyllenführenden Gefäßes ist theilweise von der Wand losgelöst.

Tafel II.

Vitis vinifera.

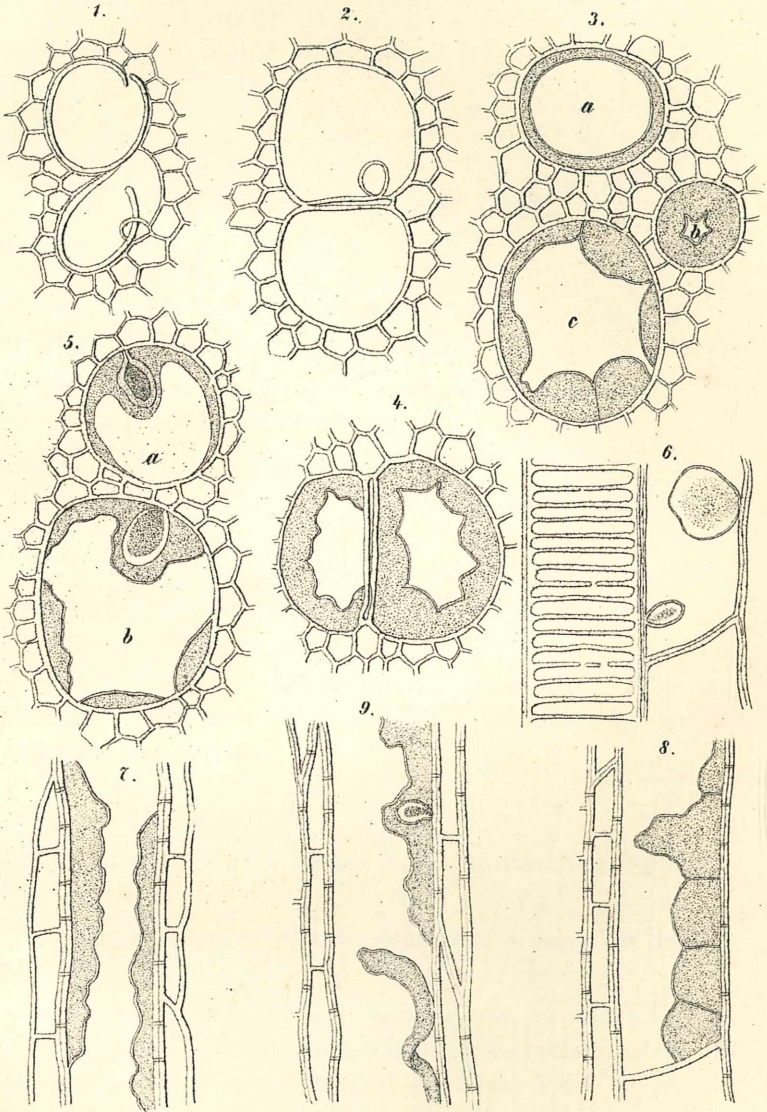
- Fig. 1. Die durchschnittenen Spiralbänder sind theilweise von der Zellwand losgelöst. Die Thylle des unteren Gefäßes ist von der Zelle, auf welcher sie aufsitzt, durch eine deutliche Querwand getrennt.
- 2 u. 6. Thyllen auf von einem Nachbargefäße begrenzten Spiroidenwand.
Fig. 2 Quer-, Fig. 6 Längsschnitt.

- Fig. 3. Die Wand des Gefäßes *a* scheint ziemlich stark, die von *b* sehr bedeutend verdickt und die von *c* ist mit blasenartigen Erhebungen der Innenhaut besetzt. — Derartige Bildungen werden durch Ansammlung von Plasma zwischen die Lamellen der Gefäßwand bedingt.
4. Zwei an einander stoßende Gefäße mit Wänden wie bei den Gefäßen Fig. 3.
 5. In den zwei Gefäßen mit von der Wand (in Folge der Ansammlung von Plasma) abgelösten Innenhaut erfolgt die Bildung gewöhnlicher Thyllen.
 - 7, 8 u. 9 stellen die in den Figuren 3, 4 u. 5 abgebildeten Zustände auf Längsschnitten dar.
-



Strohmayr lith.

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Strohmayer lith.

Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1867

Band/Volume: [55_2](#)

Autor(en)/Author(s): Boehm Josef

Artikel/Article: [Über Function und Genesis der Zellen in den Gefäßen des Holzes. 851-866](#)