© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



# Beiträge zur Anatomie der Coniferenhölzer.

Von

**Dr. Paul Pfurtscheller.**

(Mit Tafel XIV.)

(Vorgelegt in der Versammlung am 3. December 1884.)

Im Nachstehenden theile ich einige schon vor Jahren im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität[1]) angestellte Beobachtungen mit, welche einige unbekannte oder doch weniger bekannte Sculpturverhältnisse der Holzzellen von Coniferen betreffen.

Ich wollte damals auf Anrathen des Herrn Prof. Wiesner einige noch unbeschriebene Hölzer untersuchen, und begann, um in das Studium der Holzanatomie überhaupt mich einzuführen, mit den einfachsten Hölzern, den Coniferen, bei welchen ich denn auch stehen blieb, da ich gleich anfangs einige Beobachtungen machte, welche mit dem bisher darüber Bekannten nicht übereinstimmten.

*Abies excelsa* DC.: An Fichtenzweigen fand ich zunächst in den Herbstholztracheiden mehr oder weniger deutlich hervortretende schraubenähnliche Verdickungen (Fig. 1). In den wenigen Arbeiten, welche diese Erscheinung erwähnen, wird dieselbe als „spiralige Verdickung" erklärt. Dippel bildet im „Mikroskop" II, p. 115 eine solche Zelle aus dem Fichtenholz ab, das Bild könnte aber ebenso gut eine Tracheide von *Taxus* vorstellen. In Wirklichkeit bilden diese Verdickungen bei der Fichte kein ununterbrochenes Schraubenband, sondern es setzen sich diese Vorsprünge aus einzelnen nicht zusammengehörigen, manchmal miteinander anastomosirenden Schraubengängen zusammen; in dem äussersten Theile eines Jahresringes kann allerdings diese Vorsprungsbildung stellenweise ganz regelmässig nach einer Schraubenlinie verlaufen, ist jedoch auch in diesem Falle unmöglich mit *Taxus* zu verwechseln,

[1]) Ich erlaube mir gleich an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Wiesner, für die freundliche Unterstützung, die er mir sowohl bei dieser, als auch bei späteren Arbeiten zutheil werden liess, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



indem hier das immer ununterbrochene Schraubenband von der Wand scharf abgesetzt ist und nur auf Rechnung der „tertiären Verdickungsschicht" zu setzen ist, während bei der Fichte die Vorsprünge allmälig in die nicht verdickten Theile der Zellwand übergehen, der secundären Schichte angehören und von der Innenhaut als einem gleichmässig ausgebildeten feinen Häutchen überzogen werden.

Schröder[1]) hat ebenfalls im Herbstholz der Fichte, namentlich im Astholz „eine sehr deutliche spiralige Verdickungsschicht im Innern der Zellen" beobachtet; er erwähnt jedoch, dass diese Erscheinung nicht constant sei, dass er oft die „Spiralen" vermisst, in anderen Fällen sie wieder sehr ausgeprägt beobachtet habe. Da über die Verbreitung dieser Erscheinung nichts Sicheres bekannt war[2]) und auch die Existenz solcher schraubenähnlicher Verdickungen bei den Coniferen mit Ausnahme von *Taxus* überhaupt angezweifelt wurde, habe ich mich längere Zeit mit dem Studium dieser Erscheinungen beschäftigt. Diese schraubige Verdickung der Tracheidenwand fand ich in allen von mir untersuchten Fichtenstämmen, sie verschwindet jedoch allmälig von den äussersten Tracheiden eines Jahresringes gegen den Sommerholztheil einerseits und von den innersten (ältesten) Jahresringen gegen die äusseren andererseits. Man sieht also in irgend einem der innersten Jahresringe die ersten (dem Sommerholz angehörigen) Tracheiden glattwandig, gegen das Herbstholz zu treten die Vorsprünge anfangs fast unmerklich auf und werden, je weiter die Tracheiden nach aussen liegen, um so deutlicher, so dass in den äussersten Zellen eines Jahresringes diese Bildungen am schärfsten hervortreten. Wie viel radial hintereinanderliegende Zellen eines Jahresringes glattwandig sind und wie viele diese Vorsprünge zeigen, darin lässt sich natürlich kein constantes Verhältniss herausfinden; so zählte ich in einem 63 Zellen breiten Jahresringe 31 Tracheiden, an welchen überhaupt solche Verdickungen zu sehen waren, in einem 43 Zellen breiten wieder nur 9.

Was das Auftreten dieser Verdickungen nach dem Alter der Jahresringe betrifft, so zeigen sich auch hier die grössten Schwankungen; sie erloschen in manchen Stämmen mit dem 13.—14., in einem sogar erst im 18. Jahresringe, in anderen bereits im 7. oder 8.

Die schon erwähnte Abbildung im „Mikroskop" erklärt Dippel für „eine Holzzelle aus dem äussern Theile des Jahresringes von *Picea vulgaris* mit Spiralband (sogenannter spiraliger Streifung)". Daneben ist eine zweite Tracheide abgebildet mit schwächeren und viel steileren Schraubenlinien, nach der beigegebenen Figurenerklärung eine „Zelle aus dem inneren Theile mit breitem Spiralband und schmalen, unverdickten Zwischenräumen". Diese Figur ist unzweifelhaft das Bild einer Holzzelle, welche deutliche Streifung, aber keine nach innen ragenden Vorsprünge zeigt. Die „schmalen, unverdickten Zwischenräume" sind nichts Anderes als einzelne Streifen des die ganze Zellwand

[1]) „Das Holz der Coniferen", Tharander forstliches Jahrbuch XXII, 1 (1872).

[2]) Strasburger (Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute, Jena 1882) bezeichnet ein solches Vorkommen als einen ganz vereinzelten Ausnahmsfall.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



durchziehenden Streifensystems, von welchen nur gerade gleichweit von einander entfernte gezeichnet wurden. Dippel erklärt überhaupt die Streifung für eine spiralige Verdickung,[1]) und so ist es eher begreiflich, dass er die beiden, ganz verschiedenen Sculptur- resp. Structurverhältnisse zur Darstellung bringenden Zeichnungen auf ein und dieselbe Erscheinung zurückführt. Nach meinen Beobachtungen[2]) haben diese schraubenförmigen Verdickungen weder hier bei der Fichte, noch bei anderen Coniferenhölzern, welche überhaupt solche Schraubenbänder zeigen, mit Streifung etwas zu thun. Das Bild, welches mit Streifung versehene Tracheiden zeigen, ist total verschieden von jenem, welches die mit schraubenförmiger Verdickung versehenen Holzzellen darbieten. Wo diese Verdickungen auftreten, ist von Streifung gewöhnlich nichts zu sehen; an einem Fichtenaste, dessen untere Seite viel stärker entwickelt war als die obere, war an der Unterseite die Streifung, an der Oberseite aber diese Vorsprungsbildung sehr scharf ausgeprägt. Aber trotzdem diese Erscheinungen sich scheinbar gegenseitig anschliessen, sind sie doch nicht etwa nur auf verschiedene Ausbildungsweise ein- und derselben Grunderscheinung zurückzuführen. Es gelang mir nämlich, in mit solchen Schraubenbändern versehenen Tracheiden durch mehrtägige Behandlung mit Kalilauge oder verdünnter Schwefelsäure die Streifung, wenn auch nicht sehr scharf ausgeprägt, aber doch mit hinlänglicher Deutlichkeit sichtbar zu machen. Dieses Streifensystem hatte nun einen ganz anderen Verlauf als die schraubenähnlichen Verdickungen, es folgte einer viel steileren Schraubenlinie als diese letzteren und kreuzte dieselben in Folge dessen.

Die Tendenz zu schraubenähnlicher Wandverdickung erstreckt sich nicht nur auf die Tracheiden, sondern auch auf die äusseren[3]) Markstrahlzellen der zuerst gebildeten Jahresringe (Fig. 2). Die Vorsprünge sind besonders scharf ausgeprägt an den beiden horizontalen Wänden der betreffenden Zellen und daher an Querschnitten sehr deutlich (Fig. 3). Die Fortsetzung dieser vorspringenden Leisten auf die verticalen Längswände ist immer nur in den 2—3 ersten Jahresringen deutlich zu sehen. Die so verdickten äusseren Markstrahlzellen haben eine grössere Verbreitung als die analog ausgebildeten Tracheiden; man findet sie, wenn auch schwächer ausgebildet, auch oft im Sommerholz und überhaupt auch in den später gebildeten Jahresringen, in welchen von schraubenförmig verdickten Tracheiden keine Spur mehr zu beobachten ist.

---

[1]) „Die neuere Theorie über die feinere Structur der Zellhülle, betrachtet an der Hand der Thatsachen, IV. Die Spiralstreifung der Holz- und Bastfasern." Abhandl. d. Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. XI. 1879.

[2]) Ich kam bereits in meiner Arbeit „Ueber die Innenhaut der Pflanzenzelle nebst Bemerkungen über offene Communication zwischen den Zellen", Jahresbericht des k. k. Franz Joseph-Gymnasiums in Wien 1883, auf die hier erwähnte Auffassung Dippel's zu sprechen.

[3]) Die äusseren Markstrahlzellen haben bekanntlich gehöfte Tüpfel, für die inneren werden allgemein einfache, cylindrische Poren angegeben. Ich fand aber namentlich im Herbstholz auch an den inneren Zellen oft recht deutlich gehöfte Tüpfel, die aber immer viel kleiner waren als die der äusseren Zellen, so dass die Unterscheidung zwischen inneren und äusseren Markstrahlzellen nie schwer fallen wird.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



***Larix europaea*** D C.: Das Lärchenholz zeigt in Bezug auf die hier besprochenen Erscheinungen volle Uebereinstimmung mit dem Fichtenholze; Tracheiden und äussere Markstrahlzellen zeigen dieselben Verdickungen und in derselben Ausdehnung wie bei der Fichte. In einem grossen Stamme verschwanden die Verdickungen der Tracheiden bereits mit dem 4. Jahresringe, in einem achtjährigen Stämmchen waren sie in allen 8, im Astholz bisweilen noch im 14. Jahresringe zu finden. Auf die bekannten Unterschiede zwischen Fichten- und Lärchenholz gehe ich hier nicht weiter ein, sondern will nur erwähnen, dass bei letzterem die Tracheiden in der Regel viel weiter sind als bei der Fichte und sehr häufig zwei Reihen von gehöften Tüpfeln zeigen, was nach meinen Beobachtungen bei der Fichte (abgesehen vom Wurzelholz) äusserst selten vorkommt.

Ich fand die schraubenförmigen Vorsprungsbildungen ausserdem noch im Herbstholze von *Larix microcarpa, Pinus (Abies) orientalis, P. Khutrow, P. americana* und *P. Douglasii,* sehr selten und schwach ausgebildet bei *Abies pectinata.*

In Treibhölzern aus dem nördlichen Eismeere, nach den Untersuchungen von Prof. Wiesner[1]) der Fichte und sibirischen Lärche angehörend, liessen sich ebenfalls die für unsere Fichte und Lärche charakteristischen Verdickungen der Tracheiden und Markstrahlzellen beobachten.

***Abies Douglasii*** Lindl.: Von dieser Art erwähnt Schröder (l. c.), dass in den Tracheiden des Frühlings- und Herbstholzes so deutliche und stark ausgeprägte spiralige Verdickungsbänder auftreten, wie sie mit alleiniger Ausnahme der Eiben bei keinem andern Coniferenholze vorkommen; er fand eine auffallende Uebereinstimmung mit *Taxus,* so dass die Unterscheidung der zwei Hölzer sehr schwierig sei und keine sicheren anatomischen Merkmale sich angeben lassen. Es stand mir nur ein kleines Stämmchen von ein paar Jahresringen zur Verfügung; daran beobachtete ich nun eine ausserordentlich deutliche schraubenähnliche Verdickung, die ich aber eher mit der an der Fichte und Lärche als mit der an Taxus vorkommenden vergleichen möchte (Fig. 4). Die Verdickungsleisten schärfen sich allerdings mehr zu als bei der Fichte, sind aber doch niemals so deutlich vom übrigen Theil der Zellwand abgesetzt wie bei Taxus; ausserdem zeigt dieses Schraubenband manchmal Unterbrechungen, was bei der Eibe nach meinen Erfahrungen nie vorkommt; hier findet man häufig auch zwei gleichlaufende, scheinbar sich kreuzende Schraubenbänder, die aber bei *Ab. Douglasii* nicht auftreten. Als weiteres Unterscheidungsmerkmal wäre anzuführen, dass bei der Eibe das Schraubenband im Sommerholze ebenso stark entwickelt ist wie im Herbstholze, während bei *Ab. Douglasii* die Verdickungen in den ersten Zellen eines Jahresringes nur sehr schwach auftreten oder gar nicht bemerkbar sind. Es bieten sich also, glaube ich, hinreichende Unterschiede zwischen diesen beiden Hölzern. Auch durch das ziemlich häufige

---

[1]) Untersuchungen einiger Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeere, LXV. Bd. der Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch., I. Abth., Februar-Heft 1872.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Vorkommen von Holzparenchym entfernt sich *Ab. Douglasii* von *Taxus* und nähert sich mehr den Fichten und Lärchen.

Die Existenz schraubenartiger Verdickung bei *Ab. Douglasii* wurde übrigens sehr entschieden in Abrede gestellt, und zwar von Kraus[1]) in einem Referate über die Schröder'sche Arbeit in einer für Schröder nicht gerade schmeichelhaften Weise: er wirft Schröder Mangel an Gründlichkeit und Unkenntniss der Literatur vor, „sonst könnten . . . Fehler wie die Spiralfasern von *Pinus Douglasii* nicht vorkommen!" Man könnte glauben, Kraus spricht sich nur gegen den Ausdruck „Spiralfasern" aus, nun kommt aber derselbe in der Schröder'schen Schrift gar nicht vor; so muss er also offenbar die Behauptung der Existenz solcher „Spiralfasern" in diesem Holze für eine Erfindung gehalten und das Referat geschrieben haben, ohne einen Längsschnitt von *Ab. Douglasii* auch nur einmal angesehen zu haben!

Was das Holz der Föhren betrifft, kann ich dem bisher Bekannten nichts Neues hinzufügen; erwähnen will ich nur, entgegen anderen Beobachtern, dass ich nicht im Stande bin, *Pinus silvestris, austriaca* und *pumilio* in Bezug auf ihre Holzanatomie zu unterscheiden. Die Unterscheidung durch die Weite der Tracheiden habe ich als hinfällig befunden. Dr. Möller[2]) gibt für *P. silvestris* und *pumilio* an, dass bei ersterer an den Tracheiden keine Streifung zu sehen sei, selbst nach der Maceration nicht, wohl aber eine dem Verlauf der Tüpfelspalten folgende Spaltung, während für *pumilio* zwei sich kreuzende Streifensysteme charakteristisch wären. Ich halte von diesen Unterscheidungsmerkmalen nichts, denn erstens ist nach meiner Ueberzeugung die Spaltung nur eine Folge der Streifung, und zweitens habe ich, so viel Präparate von *P. pumilio* ich auch untersuchte, niemals zwei sich kreuzende Streifensysteme beobachtet. Die Spaltung, die Möller beschreibt, ist offenbar nur dadurch entstanden, dass die einzelnen aneinanderlagernden Lamellen, die ja die Streifung bedingen, durch Austrocknung oder sonstige Ursachen sich wirklich von einander trennen, während sie sich früher berührten; dieses geschieht am leichtesten dort, wo schon durch den Tüpfelcanal Veranlassung zum Auseinanderweichen gegeben ist. Bezüglich des von Möller für *P. pumilio* angegebenen Merkmales bemerke ich nur noch, dass auch Dippel (l. c.) ausdrücklich bei Gelegenheit der Streifung erwähnt, dass nur ein einziges Streifensystem auftrete.

Schröder versucht (l. c.), das Holz der Föhren, sowie überhaupt der Coniferen mit zweierlei Markstrahlen, durch den „Markstrahlcoëfficienten" zu unterscheiden. Als solchen bezeichnet er das Verhältniss zwischen der Anzahl der inneren und äusseren Zellreihen eines Markstrahles. Diese Methode ist vielleicht nicht von vorneherein überhaupt zu verwerfen, aber wie mühselig sie ist und wie sie dennoch oft vollständig resultatlos sein kann, dürften einige Beispiele zeigen. Aus 720 (!) Zählungen bekommt Schröder für *P. silvestris*

---

[1]) Bot. Zeitung 1872, Nr. 41.

[2]) Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. Wien 1876. Aus dem XXXVI. Bande der Denkschr. d. math.-nat. Classe d. kais. Akad. d. Wissensch. abgedruckt.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



0·87 als Coëfficienten; die Schwankungen für 30 Zählungen gibt er mit 0·55—1·11 an; 120 Zählungen ergaben für älteres Stammholz $C = 1·03$, andere 120 Zählungen, welche um 2–3 Zellen höhere Markstrahlen (ebenfalls in älterem Stammholz) betrafen, aber nur 0·61. Für *P. austriaca* bekam Schröder im Allgemeinen höhere Werthe, so dass er (aus 600 Zählungen) $C = 1·47$ bestimmt; als Mittel für 30 Zählungen erhielt er aber 1·08. Wenn also nicht eine bedeutende Anzahl von Zählungen gemacht werden kann, bietet wohl auch diese Methode kein Unterscheidungsmittel. Für drei Zellen hohe Markstrahlen, welche innere und äussere Zellen zeigen, erhält $C$ natürlich den Werth 0·5; warum Schröder für solche dreireihige Markstrahlen bei *P. silvestris* 43, bei *austriaca* 45 Zählungen macht, um daraus $C = 0·5$ zu erhalten, ist mir nicht klar, nachdem er vorher erwähnt, dass unregelmässig ausgebildete oder durch den Schnitt der äusseren Zellen beraubte Markstrahlen ohnedies nicht gezählt wurden! Es wäre überhaupt besser gewesen, die dreireihigen Markstrahlen bei der Zählung vollständig auszuschliessen, da ihr Coëfficient als constante Grösse die Coëfficienten für verschiedene Hölzer einander nur näher bringt. Die Zählungen selbst verursachen gewiss auch viele Schwierigkeiten, da man sich dabei, wie auch Schröder bemerkt, hauptsächlich an Radialschnitte halten muss, bei diesen aber äussere Zellen leicht durch den Schnitt entfernt werden können; nun wird man aber in zahlreichen Fällen nicht sicher sein, ob der intacte Markstrahl ebenso wenig äussere Zellen besass, wie das beobachtete Präparat, da es ja durchaus nicht immer erkennbar ist, ob durch das Messer Zellen abgetrennt wurden oder nicht; die Zählung kann also in vielen Fällen der Wirklichkeit nicht entsprechen.

Die Unterscheidung von *P. pumilio* ($C = 0·67$) und *silvestris* ist wohl noch unsicherer und hinfälliger als die zwischen *silvestris* und *austriaca*.

Schliesslich sei noch das Eibenholz erwähnt, soweit ich nicht ohnedies schon darauf zu sprechen kam. Zunächst möchte ich darauf hinweisen, dass die „tertiäre Verdickungsschicht" nicht etwa nur in Form des Schraubenbandes, das sich in allen Tracheiden befindet, ausgebildet ist, wie man nach älteren Beschreibungen und Abbildungen vermuthen könnte, sondern dass die innerste Zellhautschichte, die Innenhaut, an allen Stellen der Wand, also auch zwischen den einzelnen Schraubengängen deutlich ausgebildet ist. An diesen Stellen scheint sie häufig übersehen worden zu sein. Sie ist bereits ohne Reagentien an der ganzen Tracheidenwand sehr deutlich, besonders auffällig wird sie aber auf Zusatz von Chlorzinkjod nach vorhergegangener $^1/_4$—$^1/_2$ stündiger Einwirkung von Chromsäure, wobei nur die secundäre Schicht die Zellstoffreaction zeigt, also violett gefärbt wird, während die Innenhaut mit den ihr angehörenden Schraubenbändern, sowie die Mittellamelle noch gelb erscheint; erst nach vorhergegangener längerer Einwirkung von Chromsäure wird auch die Innenhaut durch Chlorzinkjod violett.

Die Behauptung, dass das Schraubenband der Ausdruck von Streifung sei, kann ich durch analoge Argumente wie bei *Abies excelsa* widerlegen. Die wirkliche Streifung ist in gewöhnlichen Fällen bei Taxus gar nicht zu sehen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Nach mehrstündiger Behandlung mit Chromsäure war aber an einzelnen Tracheiden eine wenn auch schwache, aber immerhin deutlich wahrnehmbare Streifung zu beobachten (Fig. 5); durch mehrtägiges Austrocknen dünner Schnitte trat aber die Streifung ausserordentlich scharf hervor, sie folgt den Tüpfelspalten, einer viel steileren Schraubenlinie als das Verdickungsband. Daraus geht wohl selbstverständlich hervor, dass die vorhin erwähnte Ansicht, das Schraubenband sei nur ein Fall von Streifung, wie dies z. B. Sachs (Lehrbuch der Botanik) ausspricht, unhaltbar ist.

---

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at



## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XIV.

Fig. 1. Tracheiden aus dem Herbstholze eines der inneren Jahresringe von *Abies excelsa.*

„ 2. Ein Markstrahl von *Abies excelsa,* an der Grenze zweier der innersten Jahresringe. Radialschnitt.

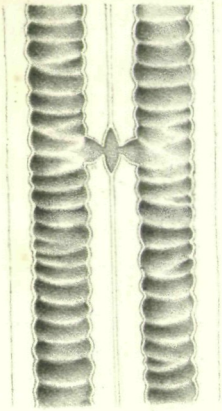
„ 3. Desgleichen. Querschnitt.

„ 4. Tracheiden von *Abies Douglasii,* aus dem äusseren Theile eines Jahresringes.

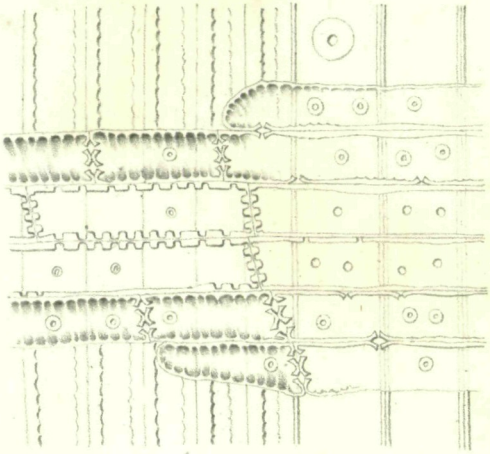
„ 5. Tracheiden von *Taxus baccata,* nach mehrstündiger Behandlung mit Chromsäure.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

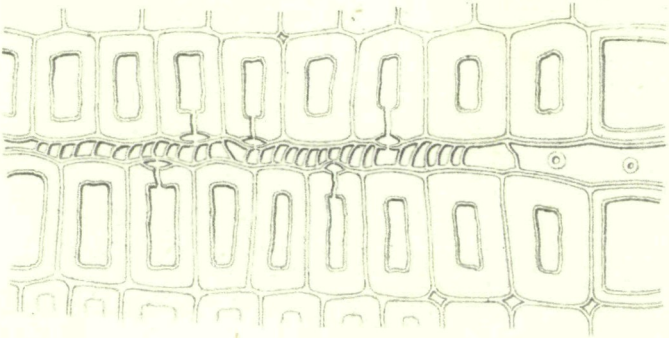




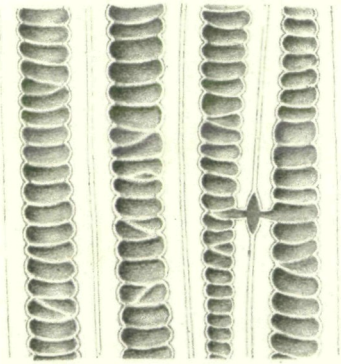
1.



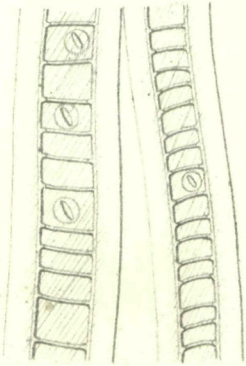
2.



3.



4.



5.

Autor lith.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Pfurtscheller Paul

Artikel/Article: Beiträge zur Anatomie der Coniferenhölzer. (Tafel 14) 535-542