

35. W. Rothert: Ueber parenchymatische Tracheiden und Harzgänge im Mark von *Cephalotaxus*-Arten.

Mit Tafel XXI.

Eingegangen am 13. Juli 1899.

Bei Gelegenheit einer vergleichend-anatomischen Untersuchung der Zweige der Coniferen entdeckte ich im Mark der *Cephalotaxus*-Arten anatomische Verhältnisse, welche bisher unbekannt geblieben sind.

Erstens haben alle *Cephalotaxus*-Arten, mit Ausnahme der unten zu besprechenden *C. koraiana*, im Centrum des Markes einen Harzgang, welcher in jüngeren Jahren sehr harzreich ist. Dieser Befund steht im Gegensatz zu den in der Litteratur vorliegenden Angaben. PRANTL¹⁾ sagt, dass ein Harzgang im Mark nur bei *Ginkgo* vorkommt. BERTRAND²⁾ sagt von den eigentlichen Taxineen (*Taxus*, *Cephalotaxus* und *Torreya*) Folgendes: „La moëlle ne présente rien de particulier; . . . il n'y a jamais de glande résinifère dans cette moëlle.“ Diese Angabe BERTRAND's, welcher *C. Fortunei* und *C. pedunculata* untersuchte, beruht wahrscheinlich auf einem Uebersehen des Markharzanges, was bei dessen mitunter recht geringem Durchmesser leicht möglich ist.

Ich selber untersuchte *C. Fortunei* Hook. (aus Moskau und aus Kiew), *C. pedunculata* Sieb. et Zucc. (aus Strassburg i. E. und aus Bonn), *C. drupacea* Sieb. et Zucc. (aus Moskau und aus Bonn), sowie zwei unbestimmte Repräsentanten der Gattung (die eine aus Charkow, die andere aus Kiew, letztere als *Torreya grandis* bezeichnet, aber an dem anatomischen Bau und später auch durch Untersuchung der ♂ Blüthen sicher als ein *Cephalotaxus* erkannt; beide dürften zu einer der obigen drei Species gehören, doch liess sich die Species nicht sicher feststellen³⁾). Es sind das alle sicher bekannten Arten der Gattung *Cephalotaxus*; denn von den im Index Kewensis ausserdem

1) PRANTL in ENGLER und PRANTL's Natürl. Pflanzenfamilien, Bd. I, Abth. 1, S. 37.

2) BERTRAND, Anatomie des Gnétacées et des Conifères. Annales des Sciences Naturelles, série V, tome XX (1874), S. 48.

3) Das meiner Untersuchung zu Grunde liegende Material verdanke ich grösstentheils der Liebenswürdigkeit der Herren Prof. Dr. GOROŽANKIN, Prof. Dr. NAWASCHIN, Prof. Dr. Grafen ZU SOLMS-LAUBACH, Garteninspector BEISSNER und des Herrn HOFF, Präses des Gartenbauvereins in Riga. Allen den genannten Herren möchte ich an dieser Stelle meinen besten Dank für die bereitwillige Unterstützung aussprechen.

noch aufgeführten zwei Arten ist *C. sumatrana* Miq. nach der Monographie PARLATORE's¹⁾ eine species dubia, während *C. Bürgeri* Miq. von PARLATORE gar nicht aufgeführt wird und nach BEISSNER²⁾ synonym mit *C. pedunculata fastigiata* Carr. (Rev. hort. 1863) ist.

Bei allen diesen Objecten, von deren jedem mehrere Zweige verschiedenen Alters (ein- bis vierjährig) untersucht wurden, fand ich den markständigen Harzgang stets; nur bei *C. drupacea* ist dessen Anwesenheit inconstant. In dem Moskauer Materiale dieser Species war der Harzgang in zwei Zweigen vorhanden, während er in einem dritten durchaus fehlte; in dem besonders sorgfältig daraufhin geprüften Materiale aus Bonn constatirte ich, dass er meist im unteren Theil ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$) der Jahrestriebe fehlt, im oberen hingegen vorhanden ist, doch fand ich auch einen Jahrestrieb, in dem der Markharzgang ganz fehlte.

Bei den übrigen Arten zieht sich der Markharzgang ununterbrochen durch die ganze Länge jedes Jahrestriebes, um nahe an dessen Grenze blind zu endigen und am Beginn des folgenden Jahrestriebes wieder aufzutreten. Wie nicht anders zu erwarten, sind die Markharzgänge vollkommen isolirt, d. h. ausser Zusammenhang mit den Harzgängen der Rinde.

Während die in der Rinde aller *Cephalotaxus*-Arten verlaufenden Harzgänge einen ziemlich constanten Durchmesser (ca. 70—100 μ) haben, sind die Dimensionen des markständigen Harzanges sehr wechselnd. Bald ist derselbe sehr eng (bei *C. pedunculata* aus Strassburg nur ca. 25 μ weit und nur von 7 Epithelzellen umgeben, bei *C. drupacea* zuweilen noch enger), bald sehr weit, so dass er mit blossen Auge gut sichtbar ist (bei *C. Fortunei* 100—140 μ weit, bei der unbestimmten Species aus Kiew sogar bis 250 μ weit, was ca. $\frac{1}{3}$ des ganzen Markdurchmessers ausmacht). Auch bei derselben Species kann sein Durchmesser bedeutend wechseln (so war z. B. bei *C. pedunculata* aus Bonn der Harzgang im Mark erheblich weiter als die Harzgänge in der Rinde), und selbst innerhalb ein und desselben Zweigsystems können in dieser Hinsicht Schwankungen vorkommen.

Im Uebrigen besteht das Markgewebe der genannten *Cephalotaxus*-Arten aus dünnwandigem Parenchym, welches im centralen und peripherischen Theil lebend und gewöhnlich stärkehaltig, in einer intermediären Zone meist grossentheils todt und collabirt ist. Bei *C. Fortunei* und den beiden unbestimmten Exemplaren kommen auch mehr oder weniger spärlich eingestreute sklerotische Idioblasten vor.

Der markständige Harzgang ist (abgesehen von *Ginkgo*) nur der Gattung *Cephalotaxus* eigenthümlich. Bei allen übrigen untersuchten

1) PARLATORE in DE CANDOLLE's Prodrömus. Bd. XVI, fasc. II (1868), Seite 503—504.

2) BEISSNER, Handbuch der Nadelholzkunde. 1891, S. 181.

Coniferen und speciell auch bei den nächst verwandten Gattungen (sämmtlichen *Torreya*-Arten und allen Arten von *Taxus*, die ich untersuchen konnte) fehlte derselbe durchaus.

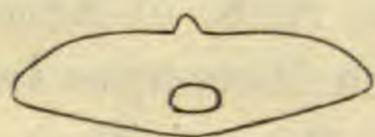
Weit merkwürdiger als die markständigen Harzgänge sind nun aber die tracheidalen Parenchymzellen oder parenchymatischen Tracheiden im Mark, zu denen ich mich jetzt wenden will. Dieselben fehlen durchaus den bisher genannten *Cephalotaxus*-Arten, wie auch allen übrigen Coniferen, und finden sich ausschliesslich bei einer merkwürdigen Pflanze, die ich aus unten anzuführenden Gründen als *C. koraiana* bezeichnen will.

Zunächst einige Worte über diese Pflanze. Dieselbe wird vielfach in Gärten, so auch im botanischen Garten zu Charkow, unter dem Namen *Podocarpus koraiana* (*koriana*, *coreana*) gezogen. Nach Index Kewensis giebt es eine (von den Verfassern desselben anerkannte) Species *Podocarpus koraiana* Siebold, während *Podocarpus koraiana* hort. als Synonym von *C. pedunculata* Sieb. et Zucc. aufgeführt wird. Nach BEISSNER (l. c.) ist aber auch *Podocarpus koraiana* Siebold (nebst *Podocarpus coriacea* hort. und *C. Bürgeri* Miq.) nichts weiter als eine Wuchsform von *C. pedunculata* Sieb. et Zucc., als welche sie zuerst von CARRIÈRE erkannt worden ist. BEISSNER nennt sie *C. pedunculata fastigiata* Carr. (Rev. hort. 1863). Eine entsprechende „fastigiata“ Wuchsform ist auch von *Taxus baccata* bekannt. Diese Formen unterscheiden sich von den „normalen“ Pflanzen durch aufrechte lange Zweige mit radiär angeordneten (nicht zwei-zeilig gescheitelten) Blättern, was ihnen ein äusserlich sehr abweichendes Aussehen verleiht; die Zugehörigkeit zur Species wird aber durch die gelegentlich vorkommenden Rückschläge bewiesen, indem einzelne Zweige die normale horizontale Richtung und zwei-zeilig gescheitelte Beblätterung wieder annehmen. Blüten und Früchte sind an der fastigiaten Form von *C. pedunculata* jedoch bisher noch nicht beobachtet worden. Es besteht übrigens bereits eine Meinungsverschiedenheit über die Specieszugehörigkeit der Pflanze, indem MAXIMOWICZ (citirt bei BEISSNER, l. c., Anmerkung) sie für eine Wuchsform von *C. drupacea* Sieb. et Zucc. erklärte. BEISSNER bemerkt, dass die Sache sich nicht mit Sicherheit entscheiden lasse, hält aber auf Grund der Blattform die Zugehörigkeit zu *C. pedunculata* für wahrscheinlich. Auch die von mir untersuchten Exemplare stimmten in Bezug auf die Länge der Blätter im Allgemeinen mit *C. pedunculata* überein; doch hat gerade der mir von Herrn Garteninspector BEISSNER freundlichst zugesandte Rückschlagsspross kurze, mehr nach *C. drupacea* aussehende Blätter.

Dass die Pflanze ein *Cephalotaxus* ist, wird auch durch ihren anatomischen Bau erhärtet. Schon die faserige Verdickung der

Tracheiden des Holzes schliesst nämlich alle Coniferen ausser den Gattungen *Taxus*, *Cephalotaxus* und *Torreya* aus; diese drei Gattungen lassen sich aber (wie meine Untersuchungen, über die ich ein anderes Mal berichten werde, zeigten) durch constante und sehr charakteristische Merkmale im Bau der Zweigrinde und auch der Blätter mit Leichtigkeit unterscheiden. Auf Grund dieser Merkmale hatte ich schon vor Kenntnissnahme der oben citirten Litteratur unsere Pflanze als eine *Cephalotaxus*-Art erkannt.

Dass dieselbe aber nur eine Wuchsform von *C. pedunculata* oder oder *drupacea* sein sollte, ist mir in Anbetracht des grossen Unterschiedes im anatomischen Bau des Markes sehr unwahrscheinlich. Ich habe von der fraglichen Pflanze mehrere Exemplare aus Charkow, ein Exemplar aus Riga und zwei Zweige aus Bonn untersucht, welche letztere ich mit Zweigen von *C. pedunculata* und *drupacea* der gleichen Herkunft vergleichen konnte. Durchgängig zeichnete sich das Mark



A



B



C

Schwach vergrösserte Blattquerschnitte.

A *Cephalotaxus pedunculata*,

B *Cephalotaxus drupacea*,

C *Cephalotaxus koraiana*.

von *C. koraiana* durch den Mangel des Harzganges und die Anwesenheit der charakteristischen Tracheiden aus. Dasselbe war auch bei einem „rückgeschlagenen“ Zweige mit zweizeilig gescheitelten Blättern der Fall. Die anatomischen Differenzen von den übrigen *Cephalotaxi* sind also unserer Pflanze unabhängig von ihrer Wuchsform eigenthümlich¹⁾. Ueberdies ergab auch die nähere Untersuchung der Blätter Unterschiede. Die Blätter von *C. pedunculata* und *drupacea* sind, trotz ihrer äusseren Aehnlichkeit, im Querschnitt auffallend verschieden. Bei ersterer ist das Blatt relativ schmal und dick, seine Unterseite ist convex, der Nerv tritt auf der Oberseite kielartig hervor, der Leitstrang ist der Unterseite genähert, sklerotische Idioblasten fehlen ganz. Bei *C. drupacea* ist das Blatt bedeutend breiter und dünner, seine Unterseite concav, nur am Nerv schwach gewölbt, im Ganzen also geschweift; auf der Oberseite tritt der Nerv noch schärfer kielartig hervor als bei voriger Art, der Leitstrang liegt in der Mitte der Blattdicke, und im zweiseichtigen Pallisadenparenchym

1) Dass das Auftreten der Tracheiden im Mark nicht mit der fastigiaten Wuchsform verkettet ist, zeigt sich auch darin, dass im Mark von *Taxus baccata fastigiata* nichts derartiges (und überhaupt nichts Ungewöhnliches) vorhanden ist.

sind ziemlich zahlreiche längsgerichtete, säulenförmige, sklerotische Idioblasten eingestreut, besonders direct unter der Epidermis¹⁾. Bei *C. koraiana* stimmt der Blattquerschnitt mit keiner der beiden obigen Species überein, sondern hält im Allgemeinen zwischen beiden ungefähr die Mitte; in Bezug auf Breite und Dicke erinnert er mehr an *C. pedunculata*, in Bezug auf die Form der Unterseite und die Lage des Leitstranges mehr an *C. drupacea*, ebenso in Bezug auf die Idioblasten, welche hier zwar viel seltener, aber doch wohl immer vorhanden und zwar ganz ebenso beschaffen sind wie bei *C. drupacea*; ein Unterschied gegenüber beiden Species besteht endlich darin, dass der Mittelnerv kaum kielartig ist, indem das Blatt in der Mittellinie über dem Leitstrang nur ganz leicht gewölbt ist.

Wenn es nun auch ganz unberechtigt ist, allein auf anatomische Merkmale hin Arten aufzustellen oder spalten zu wollen, so dürfte doch in diesem Fall die constante Differenz im Baue des Markes, unterstützt durch die an den Blättern constatirten Differenzen, hinreichen, um die spezifische Identität unserer Pflanze mit irgend einer der drei gut bekannten *Cephalotaxus*-Arten sehr zweifelhaft zu machen; um so mehr, als man von ihr Blüthen und Früchte nicht kennt und ihre Zuziehung zu der einen oder anderen Species sich nur auf eine äussere Aehnlichkeit der Blätter stützen kann. Es ist auch meines Wissens kein Fall bekannt, dass bei einer blossen, nur habituell abweichenden Wuchsform einer Species derartige anatomische Differenzen gegenüber der Normalform vorkommen, wie das hier der Fall ist. So lange daher nicht durch Auffindung der Blüthen und Früchte die sichere Entscheidung der Frage nach der spezifischen Zugehörigkeit unserer Pflanze ermöglicht wird, scheint es mir einzig richtig, dieselbe vorläufig als eine besondere Species zu betrachten, welche, in Anbetracht des ihr zuerst von SIEBOLD gegebenen Speciesnamens, *C. koraiana* zu heissen hat. Eine Entscheidung dieser systematischen Frage ist wohl am ehesten Sache der japanischen Botaniker, in deren Lande alle drei Pflanzen zu Hause sind, und deren Aufmerksamkeit ich hiermit auf diese Frage lenken möchte.

Bei Betrachtung eines hinreichend klaren (nöthigenfalls mittelst Chloralhydrat aufgehellten) Quer- oder Längsschnittes durch das Mark von *C. koraiana* fallen dem aufmerksamen Beobachter sofort Zellen auf, deren Wände durch die Anwesenheit von Hoftüpfeln und eine faserförmige Verdickung ausgezeichnet sind (vergl. die Figuren 1—6). Eine nähere Untersuchung ergiebt, dass es sich hier um Zellen handelt, welche in der Form vollkommen mit den

1) Bei *C. Fortunei* finden sich ganz anders gestaltete Idioblasten (fast sternartig verzweigt, mit langen dünnen Armen) im inneren Schwammparenchym des Blattes in wechselnder Menge.

benachbarten Parenchymzellen des Markes, in der Beschaffenheit und dem Bau der Membran hingegen ebenso vollkommen mit den Tracheïden des Holzes übereinstimmen; der Inhalt dieser Marktracheïden im erwachsenen Zustande ist normaler Weise Luft. In jüngeren Zweigen, wo das Markparenchym unverholzt und dünnwandig ist, lassen sich die stark verholzten Marktracheïden nach Behandlung mit Jod, Chlorzinkjod oder sonstiger differenzirender Färbung der Membranen auch bei schwacher Vergrösserung leicht unterscheiden (ausser in der äussersten Peripherie des Markes, wo auch die eigentlichen Parenchymzellen früh verholzen). Später, in zweijährigen und älteren Zweigstücken, verholzt auch die Membran der lebenden Parenchymzellen des ganzen Markes, und alsdann sind dieselben im Querschnitt nur schwer von den Tracheïden zu unterscheiden; soweit keine Tüpfel getroffen sind, ist es nur der Zellinhalt, welcher die Unterscheidung gestattet.

Die Anordnung der Tracheïden im Mark und ihre Menge ist variabel und kann selbst an verschiedenen Stellen desselben Zweiges recht verschieden sein. Es wurden folgende Fälle ihrer Anordnung im Querschnitt des Markes beobachtet:

1. Tracheïden nur in einer peripherischen Zone des Markes, der ganze innere Theil des Markes von gewöhnlichem Parenchym eingenommen, in dem viele, durch grössere Durchmesser ausgezeichnete Zellen abgestorben und collabirt sind. Dieser Fall ist sehr selten.

2. Ausser einer peripherischen Zone mit mehr oder weniger zahlreichen Tracheïden befinden sich auch im Centrum wenige enge Tracheïden in einer zusammenhängenden oder mehreren kleinen Gruppen. Beide sind von einander durch eine meist ganz tracheïdenfreie mittlere Zone getrennt, in der ein Theil der Zellen collabirt ist.

3. Ebenso, aber Tracheïden im centralen Theil des Markes zahlreicher, vorwiegend weitleumig, meist mehrere kleinere und grössere Gruppen bildend (vergl. Fig. 1, wo die ganze tracheïdenführende Centralpartie des Markes bei mässiger Vergrösserung dargestellt ist und die Tracheïden an der Schraffirung und scheinbar grösseren Dicke ihrer Membranen kenntlich sind). Dieser Fall ist der häufigste. Gewöhnlich sind auch hier die centralen Tracheïden von den peripherischen vollkommen durch parenchymatisches Gewebe getrennt, selten hängen sie an einer oder einigen Stellen durch schmale Tracheïden-Brücken zusammen (in Fig. 1 beginnt eine solche Brücke bei *a*).

4. Die Tracheïden sind ziemlich gleichmässig über das ganze Mark vertheilt, ein relativ seltener Fall.

Was die relative Menge der Tracheïden betrifft, so können sie recht spärlich sein und hinter den Parenchymzellen an Zahl bei Weitem zurückbleiben (so war es in dem aus Bonn stammenden

Material), sie können aber auch zahlreicher als die Parenchymzellen sein und die Hauptmasse des Markes ausmachen. In der Regel sind wohl beide Elemente in nahezu gleicher Menge vertreten, oder die Parenchymzellen sind etwas zahlreicher als die Tracheiden.

Die peripherische tracheidenführende Zone, welche mehrere Zellschichten breit ist, folgt in ihrem allgemeinen äusseren Umriss dem inneren Umriss des Holzkörpers, hat also eine gezackte oder sternartige Form. Wo an jungen Zweigen sich im Holzring eine Lücke befindet, in welche ein Blattspurstrang einzutreten im Begriff ist, erstrecken sich die Marktracheiden in diese Lücke hinein, ohne jedoch bis zum Blattspurstrang zu reichen.

Im Allgemeinen grenzen die äussersten Marktracheiden nicht direct an die innersten Elemente des Holzkörpers, sondern sind von ihnen durch mindestens eine Schicht lebender Parenchymzellen getrennt (Fig. 2). Ausnahmen scheinen hin und wieder vorzukommen, sind aber jedenfalls sehr selten und tragen einen durchaus zufälligen Charakter. Es besteht also, wenigstens als Regel, kein Zusammenhang zwischen den Holztracheiden und den Marktracheiden.

Auch unter einander bilden die Marktracheiden kein continuirliches System. Sind sie reichlich vorhanden, so kann es freilich auf den ersten Blick so scheinen, bei näherer Untersuchung findet man aber immer hier und da lebende Parenchymzellen dazwischen, welche die Masse der Tracheiden im Querschnitt in eine Anzahl grösserer und kleinerer isolirter Gruppen theilen (z. B. in Fig. 1, wo 3 grössere und 2 kleine Tracheidengruppen, sowie eine ringsum isolirte Tracheide vorhanden sind), und welche im Längsschnitt die Reihen der Tracheiden unterbrechen (Fig. 6, wo die Parenchymzellen an dem Mangel der Hoftüpfel und Fasern zu erkennen sind). Meist bilden die Tracheiden im Längsschnitt überhaupt nur ziemlich kurze Reihen und sind auch nicht selten einzeln in den Längsreihen von Parenchymzellen eingestreut (Fig. 5). An dickeren, aufgehellten Längsschnitten kann man sich überzeugen, dass solche einzelne Tracheiden oder kurze Reihen solcher wirklich nirgends an andere Tracheiden stossen, sondern ringsum durch Parenchym vollkommen eingeschlossen sind.

Die engen Tracheiden, welche oft im Centrum des Markes vorkommen, mögen vielleicht zusammenhängende Längsreihen bilden, — ich konnte das nicht mit Sicherheit entscheiden; jedenfalls aber können diese nicht länger als ein Jahrestrieb sein, denn unter der Spitze eines Jahrestriebes hören die centralen Marktracheiden stets auf, um erst an der Basis des nächstjüngeren Triebes wieder aufzutreten.

Intercellulargänge kommen zwischen den Marktracheiden ganz in derselben Weise vor, wie zwischen den Parenchymzellen (Fig. 1,

3, 4); nur in der äussersten Peripherie des Markes fehlen sie oder sind doch sehr klein (Fig. 2).

Die Form der Tracheiden stimmt, wie bereits erwähnt, vollkommen mit derjenigen der übrigen Markzellen überein und ist meist etwas gestreckt parenchymatisch, mit queren oder wenig geneigten Endwänden (Fig. 5, 6, 8). Im Extrem können die Tracheiden einerseits ziemlich genau isodiametrisch oder selbst quer etwas breiter, andererseits eng und erheblich langgestreckt sein (Fig. 9, 10); doch sind auch im letzteren Fall die Enden derselben meist quer gestutzt oder nur wenig zugespitzt. Solche mehr oder weniger prosenchymatische Tracheiden, welche den Tracheiden des Holzes täuschend ähnlich sein können, fehlen oft ganz; wenn vorhanden, finden sie sich theils an der äussersten Peripherie des Markes, in der Uebergangszone zwischen Strang- und Grundgewebe, theils im Centrum des Markes, wo sie eine oder einige, schon im Querschnitt durch die Enge ihrer Zellen auffallende Gruppen bilden, die entweder isolirt sind oder gewöhnlich mit weiten, parenchymatischen Tracheiden zusammenhängen. Eine solche Gruppe sehr enger Tracheiden sieht man in Fig. 3 in der Nähe von p' . Sie sind meist von entsprechend gestalteten lebenden Grundgewebszellen begleitet (die Zelle p' in Fig. 3), wie solche auch unabhängig von den Tracheiden vorkommen (Fig. 5).

Die Uebereinstimmung in der Membranstructur mit den Tracheiden des Holzes (und zwar des normalen Frühlingsholzes) derselben Pflanze und der Taxineen überhaupt ist eine fast vollkommene. Die runden Hoftüpfel kommen auf allen Wänden vor, bei weitleumigen Tracheiden unregelmässig angeordnet oder in 2—3 Längsreihen, bei englumigen in einer Längsreihe in jeder Seitenwand; auch auf den Querwänden sind meist einige zerstreute Hopftüpfel vorhanden. In den an lebende Zellen grenzenden Wänden sind sie einseitig ausgebildet, ohne Torus und mit meist ziemlich weiter Mündung; in zweien Tracheiden gemeinsamen Wänden sind sie zweiseitig, von durchaus typischem Bau, mit enger Mündung, mit einem deutlichen Torus in der Schliesshaut (Fig. 2, 3, 4, 7, 10, die median-durchschnittenen Hoftüpfel), welcher bei genügender Vergrösserung auch in der Aufsicht unterscheidbar ist (Fig. 10, 11, 12).

Wie bekanntlich die Membran der Holztracheiden der eigentlichen Taxineen (*Taxus*, *Cephalotaxus*, *Torreya*) durch die Anwesenheit feiner, spiraliger oder ringförmiger Verdickungsfasern ausgezeichnet ist, so finden sich entsprechende Verdickungsfasern auch in unseren Marktracheiden durchgängig. Nur sind sie hier weniger regelmässig angeordnet, wie das indess auch im Holz der Fall ist, wo dessen Elemente kurz und weitleumig werden (z. B. in der Umgebung einer das Holz durchsetzenden Blattspur). Die Fasern bilden meist unvollständige, nahezu quer zur Längsachse verlaufende Ringe, die

sich zuweilen gabeln und anastomosiren (Fig. 5, 6); in engen gestreckten Tracheiden (Fig. 9) sind die Ringe vollständiger und regelmässiger ausgebildet. Im Durchschnitt erweisen sich die Fasern meist als dünne, verhältnissmässig hohe (d. i. weit in's Lumen hineinragende), gleichmässig breite Leisten (Fig. 7). Manchmal sind es aber auch gröbere, unregelmässig zackige Membranverdickungen (Fig. 8); solche Fasern pflegen einen unregelmässigeren, gewellten Verlauf zu haben. Eine andere Abweichung, die vornehmlich bei prosenchymatischen Tracheiden vorkommt, besteht darin, dass die Fasern feiner, viel dichter gelagert und durch zahlreiche Anastomosen zu einem mehr weniger dichten und unregelmässigen Netzwerk mit quergestreckten Maschen verbunden sind (Fig. 10, namentlich in der rechten Zelle).

Auch auf die Querwände der Tracheiden gehen meist einige oder zahlreiche Zweige der Verdickungsfasern über (Fig. 5—8), um sich hier theils auszukeilen, theils auch continuirlich, oft unter Verzweigung und Anastomosenbildung, über die Querwand zu verlaufen, oder nach einer Biegung wieder zu einer Seitenwand zurückzukehren. An Querschnitten durch das Mark fallen die hin und wieder vorkommenden, in der Ebene des Gesichtsfeldes liegenden Tracheiden-Querwände durch diese Verdickungsfasern und oft auch die Hoftüpfel am meisten auf (Fig. 1, 3). Wie auf den Längswänden, so sind auch auf den Querwänden die Fasern bald gröber und locker gestellt (Fig. 11), bald fein und dicht angeordnet (Fig. 12). Wenn eine Querwand zweien Tracheiden gemeinsam ist, so pflegen sich die beiderseitigen Fasern unter verschiedenen Winkeln zu kreuzen (Fig. 11).

Diese Fasern bilden, ebenso wie in den Tracheiden des Holzes, eine tertiäre Verdickung der Membran; sie sitzen der (bis auf die Hoftüpfel) meist gleichmässigen secundären Verdickungsschicht von innen auf und verlaufen nicht selten, namentlich bei dichter Lagerung, auch über die den Hof der Tüpfel überwölbenden Membranpartien, nur den Mündungen der Tüpfel ausweichend (Fig. 10, 11, auch Fig. 5 bis 8 und 12 an einigen Stellen). Die Fasern werden auch thatsächlich später ausgebildet als die Hoftüpfel, denn ich sah wiederholt in Ausbildung begriffene Tracheiden, in denen die secundäre Verdickungsschicht vorhanden und die Hoftüpfel fast fertig entwickelt waren, die Fasern aber noch vollkommen fehlten¹⁾; dasselbe trifft auch bei den Holztracheiden zu, wie ich mich bei derselben Pflanze überzeugte.

1) Es fiel mir auf, dass in diesem Stadium, bei Behandlung mit Chloralhydrat, die secundäre Verdickungsschicht sich oft unter Faltenbildung von der primären Zellmembran ablöste, — wahrscheinlich eine Folge stärkerer Flächenquellung der jungen secundären Schicht, die offenbar mit der primären Membran nur locker verbunden sein muss.

An Querschnitten durch das Mark kommen die nahezu horizontal verlaufenden Fasern auf den Längswänden der Tracheiden natürlich in die Ebene des Gesichtsfeldes zu liegen und werden von der Fläche gesehen. Bei hinreichender Höhe (in der Richtung des Zellenradius) präsentiren sie sich als ein mehr oder weniger breiter, schwächer lichtbrechender Saum, welcher die Membran der Tracheiden von innen umsäumt¹⁾; so sind sie in allen Marktracheiden *tt* der Fig. 2 und in den Tracheiden *bb* der Fig. 3 dargestellt (während sie in Fig. 4 weggelassen sind).

An nicht genügend zarten Querschnitten oder bei zu geringer Vergrößerung lässt sich dieser Saum nicht von der eigentlichen Membran der Tracheiden unterscheiden; diese erscheint dann (Fig. 1) relativ stark verdickt, während sie in Wirklichkeit, wie Fig. 2 zeigt, ohne die Fasern nicht dicker ist, als bei den lebenden Markparenchymzellen, und selbst erheblich dünner als bei diesen werden kann, wenn die Markparenchymzellen mit dem Alter eine nachträgliche Wandverdickung erfahren (Fig. 4)²⁾.

Die Membran der Marktracheiden hat im Querschnitt gewöhnlich einen etwas welligen Contour, theils weil ihre Wände durch turgescirende Nachbarzellen etwas eingedrückt werden, theils weil sich die Hoftüpfel etwas in das Lumen hineinwölben. Nun ist aber die Höhe der Verdickungsfasern und somit die Breite des von ihnen gebildeten Saumes local ungleich; an den einen Wänden ist sie grösser als an anderen, und am grössten wird sie in den Ecken der Tracheiden. Daher ist der innere Contour des Saumes, und folglich der Contour des Zelllumens, gerundet (Fig. 2). Auf eine ganz entsprechende Erscheinung bei den Ring-, Spiral- und Netzgefässen habe ich in meiner kürzlich erschienenen Arbeit über den Bau der Membran der pflanzlichen Gefässe³⁾ aufmerksam gemacht.

In der nämlichen Arbeit⁴⁾ habe ich die merkwürdigen „gemischten Gefässe“ beschrieben und abgebildet, welche bei den Coniferen und Gnetaceen an der Grenze des primären und secundären Xylems vorkommen. Diese Gefässe (im weiteren Sinne des Wortes, mit Einschluss der Tracheiden) sind gleichzeitig Spiral- oder Netzgefässe und

1) Dasselbe ist natürlich auch in den Tracheiden des Holzes der Fall, doch in geringerem Grade, da hier die Fasern niedriger sind.

2) Bei solch nachträglicher Verdickung bleiben in der Membran der Markparenchymzellen einfache Tüpfel von verschiedener Grösse ausgespart, welche nicht mit einseitigen Hoftüpfeln der Tracheiden zu correspondiren brauchen (Fig. 4); ja es können auf der Tracheidenseite der gemeinsamen Wand sogar Fasern über ihre Schliesshaut verlaufen (Fig. 4, Querwand in der untersten Zelle).

3) Verhandlungen der Krakauer Akademie der Wissenschaften (polnisch), Bd. XXXIV (1899), S. 447—448, Taf. VII, Fig. 57—60. Ausführliches deutsches Résumé (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Janvier 1899), S. 22—23.

4) S. 457 ff; deutsches Résumé, S. 30—32. Taf. VII, Fig. 36—40, 45.

Tüpfelgefässe, wobei die schmalen Tüpfel zwischen den Spiral- resp. Netzleisten ebenfalls behöft sind und in derselben secundären Membranschicht liegen, wie die grossen runden Hoftüpfel. Bei *Cephalotaxus* finden sich die gleichen Mischformen an der bezeichneten Stelle auch; sie sind durch eine Reihe von Uebergängen mit den typischen Tüpfeltracheiden des secundären Holzes verbunden, bei denen die feinen Ring- oder Spiralfasern nicht mehr der secundären Verdickungsschicht angehören, sondern eine ihr aufgelagerte tertiäre Verdickung bilden. — Es ist nun interessant, dass auch im Mark entsprechende „gemischte Tracheiden“ vorkommen. Dieselben finden sich unter den engen, langgestreckten Tracheiden im Markcentrum (wahrscheinlich auch unter den gleichen Tracheiden an der Peripherie des Markes). Bei einigen dieser Tracheiden sind die zu einem unregelmässigen Netzwerk verbundenen Fasern von deutlich keulenförmigem Querschnitt und sitzen direct der dünnen Primärwand auf, ganz so wie bei den primären Spiral- und Netzgefässen der Coniferen und so wie es in der Fig. 46 auf Taf. VII meiner citirten Arbeit für ein Netz-Tüpfelgefäss von *Pinus Cembra* gezeichnet ist; die Netzfaser bilden also die secundäre Verdickungsschicht und lassen zwischen sich querspaltenförmige, schwach behöfte Tüpfel. An einigen Stellen sind nun die Fasern derart mit einander verbunden, dass sie zwischen sich eine nicht spaltenförmige, sondern runde Lücke lassen, welche einen typischen Hoftüpfel darstellt. Die runden Hoftüpfel liegen also hier in derselben Membranschicht wie die Netzfaser und werden von diesen selbst, nur in local veränderter Anordnung, umgrenzt. Fig. 13 zeigt einen Theil der Membran einer solchen engen, gemischten Tracheide mit einer Reihe runder Hoftüpfel in der Aufsicht. In dieser Figur ist die innere, dem Lumen der Tracheide benachbarte Schicht der Membran mit den Mündungen der Tüpfel dargestellt; man hat sich vorzustellen, dass die dünne primäre Membran, welche die Tüpfel zwischen den Fasern nach aussen abschliesst, etwas unter der Fläche des Papiers liegt, und dass nach dieser Primärmembran hin die Verdickungsfasern sich verschmälern, die Tüpfel hingegen sich hofartig erweitern, und zwar die spaltenförmigen Tüpfel nur schwach, die runden stärker. — Diese centralen Marktracheiden setzen sich am unteren Ende des Jahrestriebes, in der kleinzelligen diaphragmaartigen Gewebeschicht, welche die Grenze zweier Jahrestriebe bildet, in einigen discontinuirlichen kurz-parenchymatischen Tracheiden fort; diese haben die gleiche Membranstructur, nur ist ihre Membran ziemlich dicht und regellos mit zahlreichen runden Hoftüpfeln besäet, welche von einem complicirten Netzwerk von Fasern und Spalten-tüpfeln umstrickt werden. Eine Partie der Membran einer solchen Tracheide ist in Fig. 14 in der Aufsicht dargestellt, ganz in derselben Weise wie in Fig. 13; man sieht auch hier, wie die runden Tüpfel

von denselben Fasern umgrenzt werden, welche das Netzwerk zwischen ihnen bilden.

Die Anwesenheit auch solcher gemischter Netz-Tüpfeltracheiden im Mark macht die Analogie der Marktracheiden mit den Holztracheiden zu einer vollkommenen. Da diese Formen mit solchen, wie sie Fig. 7—10 darstellen, durch allmähliche Uebergänge verknüpft sind, so haben wir im Mark — in Bezug auf die Membranstructur — dieselbe ganze Scala von Tracheidenformen vertreten, wie sie auch im Holzkörper der Taxineen vorkommt, ausgenommen nur die primären, reinen (d. h. der runden Hoftüpfel entbehrenden) Spiral- und Netzgefäße.

Entwicklungsgeschichtliches. Die Marktracheiden entstehen, wie schon die Uebereinstimmung ihrer Form mit derjenigen der Parenchymzellen lehrt, durch directe Umwandlung der letzteren, ohne vorausgehende Wachsthumerscheinungen, und es scheint, dass virtuell jede lebende Markparenchymzelle die Fähigkeit hat, zu einer Tracheide zu werden. In wachsenden Trieben erscheinen die ersten Marktracheiden schon ganz nahe (1—2 *mm*) unter dem Vegetationspunkt, wenig später als die ersten Gefäße der Leitstränge. Sie treten an der äussersten Peripherie des Markes auf, und zwar sowohl vor den Leitsträngen, nur durch eine bis einige Zellschichten von den Gefässprimanen getrennt, als auch vor den Markstrahlen; an ersterem Ort liegen sie in der Uebergangsregion zwischen dem Strang- und Grundgewebe und sind eng und langgestreckt, an letzterem Ort sind sie kurz-parenchymatisch, in beiden Fällen entsprechend der Gestalt der sie umgebenden lebenden Zellen. Diese ersten Marktracheiden liegen einzeln oder in Gruppen von 2—3 Zellen, welche ringsum (auch in der Längsrichtung) völlig isolirt sind. Später nehmen die Tracheiden in der Markperipherie schnell an Zahl zu; die hinzukommenden sind vorwiegend oder ausschliesslich parenchymatisch. Erst wenn an der Peripherie die Tracheiden schon ziemlich zahlreich sind, beginnen sie auch in der centralen Partie des Markes aufzutreten. Ihre Entwicklungsfolge ist also im Ganzen centripetal. Etwa 5 *mm* unter dem Vegetationspunkt können die Tracheiden schon überall zahlreich vorhanden sein. Aber noch weitere 5 *mm* tiefer, wo ein schon fast geschlossener Holzring vorhanden ist, geht ihre Bildung fort, denn ich sah hier nicht selten, mitten unter fertigen Tracheiden, auch noch in Ausbildung begriffene Tracheiden mit Protoplasma und Zellkern. Wie lange die Umbildung einzelner Parenchymzellen in Tracheiden andauern kann, lässt sich, in Anbetracht der local wechselnden Menge und Anordnung der letzteren, nicht sicher entscheiden; es scheint mir jedoch, dass dieser Process auf die jüngeren Theile des heurigen Jahrestriebes beschränkt ist,

denn in älteren Partien sind mir keine in Bildung begriffenen Tracheiden begegnet.

Oft geht der Umwandlung in Tracheiden eine Längstheilung der Zelle voraus; man trifft häufig im Querschnitt des Markes Paare von Tracheiden, welche durch ihre Form ihre Entstehung durch Halbierung einer Mutterzelle unerkennbar verrathen (mehrere solche Paare sind in Fig. 3 zu sehen). In anderen Fällen mögen auch drei und mehr Tracheiden aus einer Mutterzelle hervorgehen. Solche vorgängige Längstheilungen stehen aber mit der Tracheidenbildung in keinem causalen Zusammenhang. Denn erstens finden sich sehr oft Tracheiden, welche an Durchmesser den weitesten lebenden Markparenchymzellen gleichkommen (z. B. viele Tracheiden in Fig. 1), und auf ein Schwesternpaar von Tracheiden kann in derselben Längsreihe eine ungetheilte Tracheide folgen (Fig. 3, *a*); andererseits finden sich ebensolche Schwesterzellenpaare auch unter den lebenden Parenchymzellen, und nicht selten kommt es auch vor, dass die eine Zelle eines solchen Paares zur Tracheide wird, während die andere eine lebende Parenchymzelle bleibt. Vorgängige Längstheilungen sind also durchaus keine Vorbedingung für die Tracheidenbildung, und es ist so zu sagen ganz gleichgültig, welche Markzellen zu Tracheiden werden.

Unter den entwickelungsgeschichtlich untersuchten Trieben befanden sich leider keine solchen mit engen prosenchymatischen Tracheiden im Centrum des Markes. Die Entstehung dieser bleibt also zweifelhaft. Ich möchte vermuthen, dass diese, wo vorhanden, mit am frühesten auftreten, dass also in solchen Fällen die Ausbildung der Marktracheiden gleichzeitig centripetal und centrifugal fortschreitet. Denn es scheint mir plausibel anzunehmen, dass im Mark die Entstehungsfolge der verschiedenen Tracheidenformen dieselbe ist wie im Holz, dass also die gemischten Netz-Tüpfeltracheiden, sowohl im Centrum wie an der Peripherie, zuerst gebildet werden und dann erst die eigentlichen Tüpfeltracheiden mit tertiären Verdickungsfasern folgen.

Was die Function der Marktracheiden anlangt, so ist jedenfalls so viel sicher, dass sie nicht zur Wasserleitung dienen können, da sie, wie schon hervorgehoben, keine zusammenhängenden Bahnen bilden. Dagegen wäre es möglich, dass sie als Organe der Wasserspeicherung functioniren könnten. An frisch abgeschnittenen oder mit der Basis in Wasser getauchten Zweigstücken sah ich zwar die intacten ausgebildeten Tracheiden stets mit Luft gefüllt; nachdem aber ein Zweigstück längere Zeit untergetaucht gewesen war, enthielten alle Tracheiden nur Flüssigkeit. Es scheint also, dass bei Ueberfluss an Wasser und folglich hoher Turgescenz die lebenden Markzellen Wasser in die Tracheiden zu pressen vermögen, welches

bei später eintretendem Wassermangel als Reservevorrath für die nämlichen lebenden Markzellen dienen mag; durch die zahlreichen Hoftüpfel ist für leichten Durchtritt des Wassers durch die Membranen gesorgt, und da die Tracheiden an luftführende Intercellulargrenzen, so kann das ihnen entzogene Wasser leicht durch nachdringende Luft ersetzt werden.

Es ist gewiss sehr merkwürdig, dass derartige Einrichtungen gerade im Mark von *C. koraiana* vorhanden sind, während sie bei allen anderen Coniferen fehlen. Es ist das indess nicht sonderbarer als das Vorkommen anderer, tracheidenähnlicher und wahrscheinlich ebenfalls wasserspeichernder Zellen überhaupt ist, deren Vertheilung im System (*Nepenthes*, *Salicornia herbacea*, *Crinum*, einzelne Gattungen und Arten von Orchidaceen u. a.) einen durchaus zufälligen und so zu sagen capriciösen Charakter trägt.

In anatomischer Hinsicht steht der Fall des Vorkommens von Tüpfeltracheiden im Mark von *C. koraiana*, soweit mir bekannt ist, im Pflanzenreich ganz einzig da. Man könnte zunächst an einen Vergleich mit den *Nepenthes*-Arten denken, bei denen bekanntlich u. a. im Mark des Stammes isolirte tracheidenähnliche Zellen vorkommen. Aber erstens sind es bei *Nepenthes* spiralig verdickte Zellen, und zweitens zeigte mir eine schon früher ausgeführte Untersuchung¹⁾, dass diese Zellen im Bau und besonders in der chemischen Beschaffenheit der Membran nicht unwesentlich von den Gefäßen abweichen; dasselbe gilt auch für die Spiralzellen resp. netzförmig verdickten Zellen in den Blättern von *Salicornia*, in den Blättern und Luftwurzeln von Orchidaceen u. a.

In ENGLER und PRANTL's Natürlichen Pflanzenfamilien (Familie Balsaminaceae) wird ferner das Vorkommen von „isolirten Gefäßen im Mark“ bei Arten der Gattung *Impatiens* erwähnt; diese Angabe stützt sich auf eine Arbeit von BEYSE²⁾. Doch ergibt sich aus dem Text dieser Arbeit (speciell S. 198—201) und den Abbildungen, dass hier nichts auch nur entfernt Aehnliches, ja überhaupt gar nichts Ungewöhnliches vorliegt. Was BEYSE für isolirte Gefäße im Mark hält, sind einfach die innersten Ring- und Spiralgefäße der Leitstränge, die in relativ weitlumiges, vom Markgewebe nicht scharf getrenntes Xylemparenchym eingebettet sind.

Wirklich isolirte Gefäße (im weiteren Sinn) scheinen hingegen, nach einer vor längerer Zeit gemachten Beobachtung, im Mark-

1) Wegen Verlustes der Zeichnungen konnte diese Untersuchung bisher nicht publicirt werden.

2) BEYSE, Untersuchungen über den anatomischen Bau der Gattung *Impatiens*. Nova Acta der Leop.-Carol. Akademie, Bd. 43, Nr. 2, 1881.

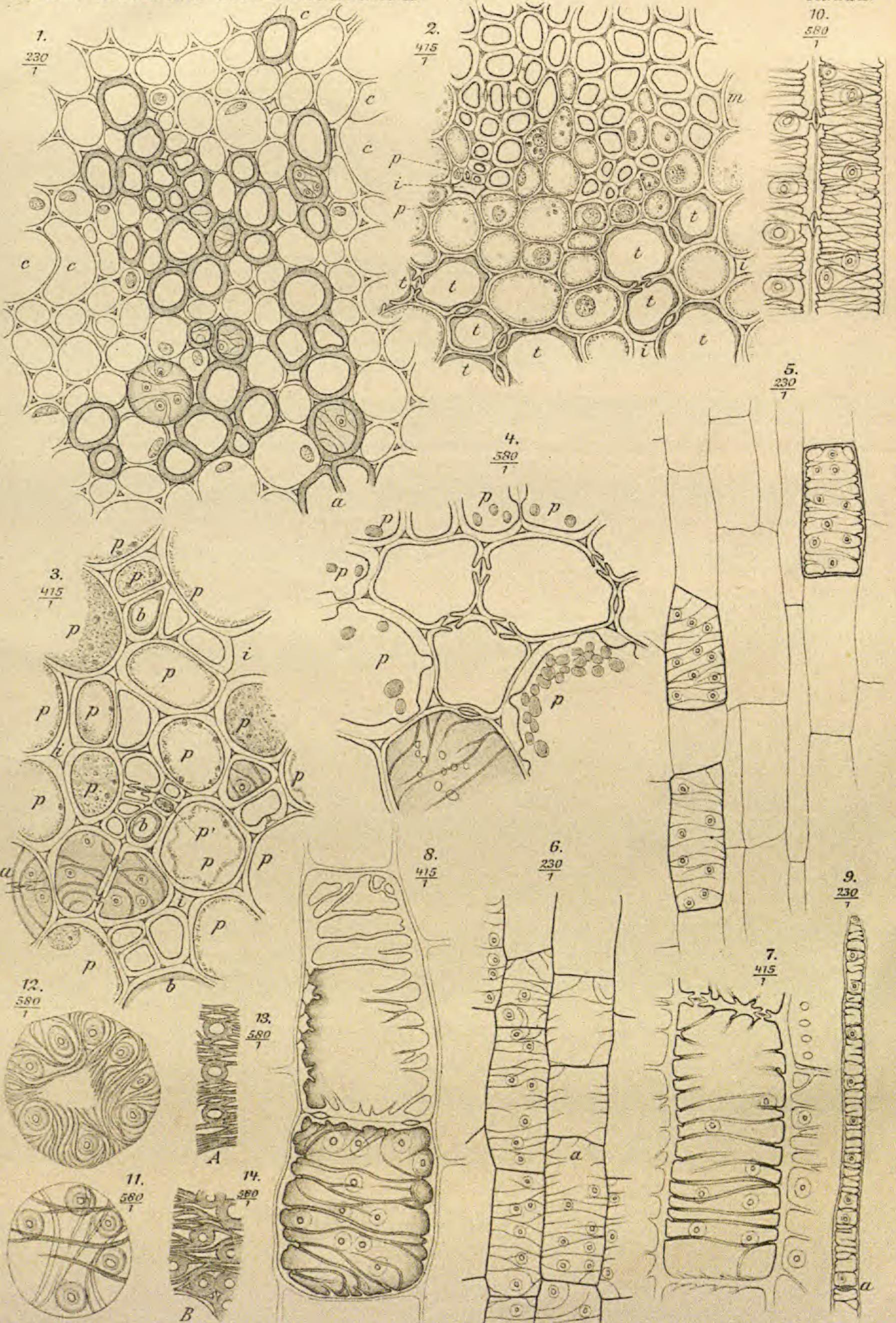
grundgewebe des Inflorescenzschafes von *Drosera rotundifolia* vorhanden zu sein. Es sind das aber richtige Gefässe der gewöhnlichen Art (und zwar Spiralgefässe), mit engen, langgestreckten Zellen, welche continuirliche Längsreihen bilden. Auch dieser Fall, der im Uebrigen noch näherer Untersuchung bedarf, hat also mit den Marktracheiden von *C. koraiana* sehr wenig Gemeinsames.

Erklärung der Abbildungen.

(Alle Figuren sind mit dem ABBÉ'schen Zeichenapparat nach Schnitten durch das Mark von *Cephalotaxus koraiana* gezeichnet. Die Vergrösserung ist auf der Tafel bei den einzelnen Figuren angegeben.)

- Fig. 1. Querschnitt durch einen diesjährigen Zweig mit noch unvollständigem Holzring. Centrale Partie des Markes. Die Tracheiden sind an ihren verdickten und verholzten (schattirt dargestellten) Wänden kenntlich; in einigen derselben ist die mit Fasern und Hoftüpfeln versehene Querwand sichtbar. Bei *a* setzt sich eine Tracheidengruppe nach der Peripherie des Markes hin fort. *cc* sind todte, collabirte Markparenchymzellen. Die übrigen Zellen sind lebende Parenchymzellen; in einigen derselben ist der Zellkern sichtbar.
- „ 2. Derselbe Querschnitt, Partie der Markperipherie. Oben das Holz, mit zwei primären Xylemgruppen *pp*; *m* ein Markstrahl. Unten das Mark, mit den Tracheiden *tt*; *ii* grössere Intercellularen. In den lebenden Parenchymzellen ist das Protoplasma und zum Theil der Zellkern gezeichnet.
- „ 3. Querschnitt durch einen älteren Zweig. Partie aus dem Centrum des Markes, mit Gruppen verschieden weiter, zum Theil sehr enger Tracheiden. Die lebenden Markparenchymzellen *pp* haben verdickte und verholzte Membranen und sind, wofern keine Tüpfel getroffen sind, nur an dem protoplasmatischen Inhalt von den Tracheiden zu unterscheiden (in einigen Zellen ist das Protoplasma durch Alkoholwirkung contrahirt). *p'* eine sehr enge lebende Parenchymzelle. In einigen Tracheiden ist eine Querwand (tuschirt dargestellt) mit Fasern und Hoftüpfeln zu sehen. Die Fasern der Längswände sind nur in den drei Tracheiden *bbb* als tuschirter Saum dargestellt; in zweien derselben sieht man ein abgerissenes Ende einer durchschnittenen Faser. An einigen Stellen ist die Entstehung zweier Tracheiden durch Längstheilung einer Mutterzelle deutlich erkennbar; bei *a* liegt bei oberer Einstellung eine einzelne Tracheide, während bei tieferer Einstellung die ein solches Schwestertracheidenpaar trennende Längswand hindurchscheint. — *ii* sind grössere Intercellularen.
- „ 4. Querschnitt durch das Mark eines 3jährigen Zweiges. Die Membranen der lebenden Parenchymzellen *pp* (in denen nur die Stärkekörner gezeichnet sind) sind verholzt, stärker verdickt als diejenigen der Tracheiden und mit einfachen Tüpfeln versehen. In den Tracheiden sind die Fasern der Längswände nicht dargestellt. Unten sieht man einen Theil der Querwand, welche eine Tracheide von einer lebenden Parenchymzelle trennt; die Fasern gehören der ersteren, die kleinen einfachen Tüpfel der letzteren an.

- Fig. 5. Längsschnitt durch das Mark eines jungen Zweiges. Stelle, wo nur einzelne Tracheiden in dem unverholzten, dünnwandigen Parenchym eingestreut sind; das letztere nur angedeutet. Die Tracheide rechts oben ist median durchschnitten, die beiden anderen im optischen Längsschnitt und in der Aufsicht dargestellt.
- „ 6. Ebensolches Präparat wie Fig. 5, aber mit überwiegenden Tracheiden (die lebenden Parenchymzellen sind am Mangel der Fasern zu erkennen). In dem dünnen Präparat sind von einigen Tracheiden beide in der Ebene des Gesichtsfeldes liegende Wände weggeschnitten, daher nur an deren Rändern Faserstücke zu sehen.
- „ 7. Die Zelle *a* der Fig. 6 nebst Theilen der Nachbarzellen, stärker vergrößert. Die mittlere Zelle im medianen Durchschnitt und ausserdem ihre hintere Wand in der Aufsicht (nur oben ein Stück derselben weggeschnitten), in den seitlichen Zellen die vordere Wand in der Aufsicht; rechts oben eine lebende Parenchymzelle mit einigen einfachen Tüpfeln.
- „ 8. Längsschnitt durch das Mark eines jungen Zweiges. Zwei Tracheiden (ringsum von lebenden Parenchymzellen umgeben). Die untere Tracheide im medianen Durchschnitt und die Hinterwand in der Aufsicht. In der oberen Tracheide ist die Vorderwand in der Aufsicht zu sehen, doch ist ein Theil derselben abgeschnitten und der untere Theil der linken Seitenwand nahezu median durchschnitten; hier hat der Schnitt drei einseitige Hoftüpfel getroffen. Die beiden Hoftüpfel in der Querwand sind nur bei tieferer Einstellung sichtbar und in der Figur nur angedeutet. Die Fasern sind grob und haben im Querschnitt die Form unregelmässiger Zacken.
- „ 9. Langgestreckte enge Tracheide aus dem centralen Theil des Markes eines jungen Zweiges, mit meist vollständigen Ringfasern. Dieselbe grenzt unten an eine ebensolche, aber kürzere Tracheide (bei *a* die Querwand), sonst ist sie von lebenden Parenchymzellen umgeben.
- „ 10. Partie zweier enger, gestreckter Tracheiden; medianer Längsschnitt und Aufsicht der hinteren Wände. Die Fasern dicht gelagert, meist sehr fein, bilden ein unregelmässiges Netzwerk, verlaufen auch über die Hoftüpfel und weichen nur deren Mündungen aus. In den Hoftüpfeln ist auch der Contour des Torus dargestellt.
- „ 11. Eine zwei Tracheiden trennende Querwand in der Aufsicht, mit Hoftüpfeln und wenigen, relativ derben Fasern (der gewöhnliche Fall). Die beiderseitigen Fasern kreuzen sich; die tuschirten gehören der oberen, die weiss gelassenen der unteren Tracheide an.
- „ 12. Desgleichen, mit zahlreichen feinen, dicht gelagerten Fasern. Nur die der einen Seite der Wand angehörigen Fasern sind dargestellt. Die Mitte der etwas gewölbten Querwand ist weggeschnitten.
- „ 13. Ansicht eines Theiles der Längswand einer engen „gemischten“ Netz-Tüpfeltracheide aus dem Centrum des Markes, mit netzförmig angeordneten Fasern und einer Reihe einseitiger Hoftüpfel mit weiter Mündung. Zeigt das Zustandekommen der runden Hoftüpfel durch Anastomosiren der Fasern (vergl. den Text, S. 285).
- „ 14. Dasselbe, von einer isodiametrischen „gemischten“ Tracheide in dem „Diaphragma“ von der Grenze zweier Jahrestriebe. Die zweiseitigen Hoftüpfel mit enger Mündung, dicht und unregelmässig angeordnet.



W. Rothert gez.

E. Laue lith. Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Rothert Wladislaw

Artikel/Article: [Ueber parenchymatische Tracheiden und Harzgänge im Mark von Cephalotaxus-Arten. 275-290](#)