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

5. 5. Statura minore. Forma septemtrionalior. *γ. ponticus* m.

4. 4. Elytra genua postica haud superantia.

5. Vena intercalata elytrorum venae ulnari proprior. Forma pannonica . . . *δ. pannonicus* m.

5. 5. Vena intercalata elytrorum venae discoidali proprior. Forma pontica . . *ε. crassus* m.

3. 3. Lamina supraanalis ♂ latior, obtusangulata. Forma Asiae orientalis . . . . . *ζ. chinensis* m.

2. 2. Elytra fasciis latis transversis fuscis ornata (uti in Tamulo). Forma persica . . . . *η. maculatus* m.

Der anatomische Bau der Markstrahlen bei der Gattung *Pinus*.

Von

Dr. A. Burgerstein.

(Eingelaufen am 15. Februar 1907.)

Von den vielen bis heute bekannten *Pinus*-Arten waren bis zum Jahre 1889 kaum mehr als zehn holzanatomisch bekannt. Gelegentlich meiner systematischen Untersuchung der Koniferenhölzer war es mir daran gelegen, möglichst viele *Pinus*-Arten xylotomisch kennen zu lernen, um ein Gesamtbild der Gattung nach dieser Richtung zu gewinnen. Ich hatte schon ziemlich viel Material verarbeitet, als ich vor zirka drei Jahren (leider nicht früher) mit dem vortrefflichen, 1890 erschienenen Werke Heinrich Mayrs: „Die Waldungen von Nordamerika“ [1]) näher bekannt wurde. In demselben teilt der Autor auf Grund eigener Untersuchungen die xylotomischen Merkmale — namentlich hinsichtlich der Markstrahlen — von einer

[1]) Die in den „Waldungen von Nordamerika“ (München, Rieger, 1890) enthaltene Tafel: „Mikroskopische Merkmale des Holzes von Nadelbaumgattungen“ hat Prof. Mayr auch in sein Werk: „Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa“ (Berlin, Parey, 1906) aufgenommen.

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

so großen Zahl von *Pinus*-Arten mit, daß ich anfangs meine Arbeit überhaupt einstellen wollte; jüngst entschloß ich mich aber, dieselbe fortzusetzen, weil die Nachuntersuchung eines Gegenstandes auch einen gewissen Wert hat und weil mir mehr als ein Dutzend von (zum Teile neuer) Arten zur Verfügung stand, die holzanatomisch von H. Mayr nicht geprüft wurden. Meine Abhandlung enthält auch numerische Angaben über Markstrahlzellhöhen sowie Bemerkungen über Beziehungen des Markstrahlbaues der untersuchten Arten zu deren geographischen Verbreitung.

Mayr hat die von Endlicher aufgestellten sechs Sektionen der Gattung *Pinus: Strobus, Cembra, Pinaster, Taeda, Pinea* und *Pseudostrobus* entsprechend der seither gewonnenen Bereicherung unserer Kenntnisse auf zehn erhöht und die von ihm untersuchten Arten auf Grund der gefundenen xylotomischen Merkmale wie folgt eingeteilt:

A. Quertracheiden: Zackenzellen. Tüpfel der dünnwandigen Parenchymzellen schlitzaugenförmig, von der Breite des Lumens der Tracheide. Tangentialtüpfel (an den Spätholztracheiden) spärlich. — I. *Pinaster,* II. *Khasia.*

B. Quertracheiden: Zackenzellen. Tüpfel der dünnwandigen Parenchymzellen 4—6, mittelgroß; Tangentialtüpfel nicht vorhanden. — III. *Banksia,* IV. *Pseudostrobus.*

C. Verhältnisse wie bei der Gruppe *B.* Parenchymzellen bei den ostamerikanischen Arten dünnwandig, bei den westamerikanischen Arten dickwandiger. — IV. *Taeda.*

D. Quertracheiden keine Zackenzellen. Tüpfel wie bei der Gruppe *A.* Tangentialtüpfel reichlich. — VI. *Strobus,* VII. *Cembra.*

E. Quertracheiden keine Zackenzellen. Parenchymzellen dickwandig, reich getüpfelt, nach dem Typus *Picea.* Tangentialtüpfel zahlreich. — VIII. *Parya,* IX. *Balfouria.*

F. Quertracheiden keine Zackenzellen. Parenchymzellen dickwandig, mit mehreren großen Tüpfeln in der Zellweite. Tangentialtüpfel nicht vorhanden. — X. *Sula.*

In diese Tabelle hat Mayr 81 *Pinus*-Arten (in die Gruppe *F* bloß *P. longifolia*) aufgenommen, und zwar 62 Arten fix und 19 mit Beifügung eines Fragezeichens. Von allen diesen Spezies habe ich 54 nachuntersucht und bei 50 Mayrs Angaben bestätigt ge-

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

funden. Nicht übereinstimmend mit Mayr fand ich bloß *P. Pinea, halepensis, Pinaster* und *pyrenaica,* die der genannte Autor in die Gruppe *A* einreihte. Ich muß vielmehr Gothan beipflichten, der in einer vor Kurzem veröffentlichten Abhandlung[1]) bemerkt, daß die genannten vier Arten in den Quertracheiden, abgesehen von der sehr schwachen Zackenbildung, „mehrere Eiporen pro Kreuzungsfeld" zeigen.

Außerdem stand mir Holzmaterial von folgenden, xylotomisch bisher noch nicht untersuchten Arten zur Verfügung: *Pinus Altamirani* Shaw, *P. Caribaea* Morelet (*P. bahamensis* Gries.), *P. lapponica* Mayr, *P. leucodermis* Ant., *P. luchuënsis* Mayr, *P. Lumholtzii* Rob., *P. Mayriana* Sudw. (*P. latifolia* Sarg.), *P. Nelsoni* Shaw, *P. pentaphylla* Mayr, *P. Pringlei* Shaw, *P. tropicalis* Morelet.

In der nachstehenden tabellarischen Übersicht, die im wesentlichen mit der von Mayr gegebenen übereinstimmt, sind 76 *Pinus*-Arten aufgenommen, von denen 11 von Mayr, 16 von mir und 49 gemeinsam untersucht wurden.

I. Quertracheiden zackenförmig verdickt; an der Radialwand der Parenchymzellen (Leitzellen) des Frühholzes nur ein großer rhombischer oder schlitzaugenförmiger, fast die ganze Zellweite (das Kreuzungsfeld der Längstracheiden und Markstrahlzellen) einnehmender Tüpfel. (Hier und da statt eines auch zwei relativ große Tüpfel.) Parenchymzellen dünnwandig. Im Spätholze Tangentialtüpfel spärlich auftretend oder fehlend.

Pinus densiflora Sieb. et Z., *insularis* Morel., *Khasia, lapponica* Mayr, *Laricio* Poir. (var. *austriaca* et *Pallasiana*), *Massoniana* Lamb., *montana* Mill. (var. *Mughus, pumilio, uncinata*), *resinosa* Sol., *silvestris* L., *Thunbergi* Parl., *tropicalis* Morel.

II. Quertracheiden zackenförmig verdickt; an der Radialwand der Parenchymzellen des Frühholzes 2—6 mittelgroße, meist elliptische oder eiförmige Tüpfel pro Kreuzungsfeld. Parenchymzellen dünn- oder dickwandig. Tangentialtüpfel in der Regel nicht vorhanden.

Pinus Altamirani Shaw, *arizonica* Engelm., *Banksiana* Lamb., *canariensis* Chr. Smith, *Caribaea* Mor., *Chihuahuana* Engelm.,

[1]) Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer. Inaugur.-Dissert. Jena, 1905.

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

clausa Vasey, *contorta* Dougl., *Coulteri* Lamb., *cubensis* Griesb., *Engelmanni* Carr., *glabra* Walt., *halepensis* Mill., *inops* Sol., *insignis* Dougl., *Jeffrey* Murr., *leiophylla* Schiede, *leucodermis* Ant., *Lumholzii* Rob., *Mayriana* Sudw., *Mercusii* Jungh., *mitis* Michx., *Montezumae* Laub., *muricata* Don., *Murrayana* Bay, *occidentalis* Sw., *oocarpa* Schiede, *patula* Schiede, *Pinaster* Sol., *ponderosa* Dougl., *Pringlei* Shaw, *Pseudostrobus* Lindl., *pungens* Michx., *pyrenaica* Lapayr., *rigida* Mill., *Sabiniana* Dougl., *serotina* Michx., *Taeda* L., *Teocote* Cham., *Torreyana* Parr., *tuberculata* Gord.

III. Quertracheiden nicht als Zackenzellen entwickelt. Radialtüpfel wie bei Gruppe I. Spätholztracheiden mit (meist zahlreichen) Tangentialtüpfeln (ausgenommen *P. luchuënsis*).

Pinus albicaulis Engelm., *Cembra* L., *excelsa* Wall., *flexilis* James, *Koreensis* Sieb., *Lambertiana* Murr., *luchuënsis* Mayr (ohne Tangentialtüpfel), *monticola* Dougl., *parviflora* Sieb. et Z., *pentaphylla* Mayr, *Peuce* Grieseb., *reflexa* Engelm., *Strobus* L.

IV. Quertracheiden nicht als Zackenzellen entwickelt. Parenchymzellen mit dicken, deutlich, oft stark getüpfelten Wänden („Abietineentüpfelung"). An der Radialwand mehrere kleine, kreis- oder linsenförmige Tüpfel; daher die Markstrahlen an jene der Gattung *Picea* erinnernd. Spätholztracheiden mit Tangentialtüpfeln.

Pinus aristata Engelm., *Bungeana* Zucc., *Balfouriana* Jeffr., *edulis* Engelm., *Gerardiana* Wall., *monophylla* Torr., *Nelsoni* Shaw, *osteosperma* Engelm., *Parrayana* Engelm., *Pinea* L.

V. Quertracheiden nicht als Zackenzellen entwickelt, in relativ großer Zahl auftretend, mit stark und unregelmäßig verdickten Wänden. Parenchymzellen dickwandig, mit mehreren größeren Tüpfeln im Kreuzungsfeld. Spätholztracheiden ohne Tangentialtüpfel. — *Pinus longifolia.*

Während bei vielen *Pinus*-Arten die Quertracheiden kräftig ausgebildet sind und bei manchen in den Markstrahlen vielfach mehr Zellreihen grobzackiger Quertracheiden als glattwandiger Parenchymzellen zu sehen sind, wie z. B. bei *Pinus arizonica, densiflora, lapponica, palustris, ponderosa,* sind andererseits die Quertracheiden bei *P. insularis, halepensis, patula, pyrenaica, tropicalis*

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

nur schwach oder sehr schwach entwickelt, so daß diese einen Übergang der Gruppen I und II zu den Gruppen III, respektive IV bilden. Bei *P. longifolia* fand Gothan (l. c., S. 65, 99) entgegen Mayr „in den Quertracheiden schwache Zacken und hin und wieder Tangentialtüpfel". Nach meinen Befunden treten bei *Pinus longifolia* die Quertracheiden in relativ großer Zahl (oft 5—6 Reihen übereinander) auf; sie haben auffallend dicke und sehr ungleichförmig verdickte Wände; nach längerem Suchen findet man (wie auch bei den Arten der Gruppe IV) zufällig eine Stelle, an der die Wand ein wenig zugespitzt ist. Von einer Zackenbildung kann aber hier wohl nicht gesprochen werden. Tangentialtüpfel habe ich, übereinstimmend mit Mayr, nicht gefunden.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich die Angabe von Gothan: „Was die Markstrahltüpfel in den Quertracheiden anbelangt, so sind *Pinus Pinea, halepensis* und *palustris* vielleicht die piceoidesten (!) *Pinus*-Spezies, die ich sah", teilweise richtigstellen. *P. Pinea* hat tatsächlich „pizeoide" Markstrahlen; weniger *P. halepensis,* deren Quertracheiden besonders im Schaftholz deutliche Zacken besitzen. *P. palustris* zeigt aber keine Spur von pizeoiden Markstrahlen, denn die Quertracheiden weisen tiefe, kräftige Zackenbildung und die Parenchymzellen mehrere große, augenliedförmige Tüpfel pro Kreuzungsfeld auf (vgl. auch die der Wirklichkeit entsprechende Abbildung bei K. Wilhelm in Wiesners „Rohstoffe", 2. Auflage, Bd. II, S. 156). Wie bekannt, lassen sich die *Pinus*-Arten mit pizeoider Markstrahltüpfelung unschwer von den *Picea*-Arten unterscheiden, da die Epithelzellen der Markstrahlharzgänge bei *Pinus* sehr dünnwandig, bei *Picea* dickwandig erscheinen.

Die mittlere Höhe der Markstrahlzellen (Parenchymzellen) bewegt sich nach meinen Messungen bei den meisten Arten zwischen 0·021 und 0·025 *mm*. Relativ niedrige Zellen besitzen *P. monophylla* (0·017—0·018 *mm*), ferner *P. insularis, Murrayana, pentaphylla, Pringlei, pyrenaica* (0·019—0·020 *mm*); relativ hohe Zellen *P. Altamirani, halepensis, Lambertiana, Laricio, tropicalis* (0·026 bis 0·027 *mm*) und *Caribaea* (0·030—0·031 *mm*).

Nicht uninteressant sind die Beziehungen zwischen dem Bau der Markstrahlen und der geographischen Verbreitung der Gattung *Pinus*. So gehören die meisten Arten, welche Mexiko und die

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

pazifische Region Nordamerikas bewohnen, bezüglich des Markstrahlbaues zur Gruppe II, einige auch zur Gruppe IV, haben also mehrere Tüpfel im Kreuzungsfeld der Markstrahlparenchymzellen: die mexikanischen *Pinus Altamirani, Ayahuaite, Chihuahuana, Engelmanni, leiophylla, Lumholtzii, Nelsoni, oocarpa, Pseudostrobus, Teocote;* die kalifornischen *P. Balfouriana, insignis, muricata, Paryana, Sabiniana, Torreyana;* von solchen, die im Felsengebirge wachsen und von da zum Teile nach Arizona oder Kolorado reichen: *P. aristata, arizonica, edulis, Mayriana, monophylla, osteosperma;* ferner die im pazifischen Küstengebiete verbreiteten *P. contorta, Coulteri, Jeffrey, ponderosa* u. a. Aus der Gruppe III gehört nur *P. albicaulis, flexilis, monticola* und *reflexa,* aus der Gruppe I keine Art der Westküste Nordamerikas an. Auch die südeuropäischen Arten gehören zu den Gruppen II und IV mit Ausnahme von *P. Peuce* (III).

Von den sechs untersuchten japanischen Föhren erscheinen drei in Gruppe III und drei in Gruppe I; die Markstrahlen der in Japan endemischen *Pinus*-Arten sind somit xylotomisch durch das Auftreten von je einem großen Tüpfel im Kreuzungsfeld eigentümlich.

Sehr zerstreut sind die Vertreter der I. Gruppe: *P. lapponica* bewohnt Nordskandinavien, *densiflora* und *Thunbergi* Japan, *sinensis* China, *Khasiana* die Khasiaberge, *insularis* die Philippinen; *P. tropicalis* wurde auf Kuba, *resinosa* in Kanada gefunden. Außerdem gehören hierher *P. Laricio* und *montana* sowie die in Europa und Asien weitverbreitete *P. silvestris.*

Für das erhaltene Untersuchungsmaterial besonders zu danken fühle ich mich verpflichtet den Herren: Prof. Heinrich Meyr in München, Prof. Manabu Miyoshi in Tokio, kais. Gartendirektor Geheimrat Medwedjeff in Tiflis und Georg Russel Shaw in Boston.

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: 1907

Band/Volume: 57

Autor(en)/Author(s): Burgerstein Alfred

Artikel/Article: Der anatomische Bau de Markstrahlen bei der Gattung Pinus. 287-292