FLORA.

68. Jahrgang.

No. 13. **Regensburg, 1. Mai** **1885.**

Inhalt. Hermann Fischer: Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlgewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzel und Aesten bei *Pinus Abies* L. (Mit Tafel IV.)
Beilage. Tafel IV.

Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlgewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzel und Aesten bei Pinus Abies L.

Von **Hermann Fischer.**

(Mit Tafel IV.)

Es gehört zu den Hemmnissen paläophytologischer Untersuchungen, dass absolute anatomische Unterscheidungsmerkmale hinreichender Art für Stamm-, Wurzel- und Asthölzer innerhalb der Grenzen der Species an lebenden Dicotylen und Coniferen noch nicht überall aufgefunden wurden. Unter absoluten Merkmalen sollen solche verstanden werden, welche den morphologischen Character irgend eines isolirt vorhandenen, lebenden oder petrificirten Holzstückes in jedem Falle, und also ohne Vergleichung mit Hölzern von bekannter Natur, mit Sicherheit erkennen lassen. Relative Kennzeichen, zum Beispiel das grössere Lumen der quergeschnittenen Wurzelholztracheiden gegenüber der Tracheidenweite im zugehörigen Stammholze, sind einige bekannt.

Wie wenig die bisherigen Beobachtungen die Vermuthung rechtfertigen, dass durchgreifende Indicien der ersten Art über-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0265-6

haupt existiren, beweisen die Resultate, zu denen einige unserer bewährtesten Holzanatomen gelangt sind.

So äusserte sich schon Goeppert bei seinen grundlegenden Arbeiten über den Bau der Coniferen dahin: „Die Structurverhältnisse der Wurzel der Coniferen unterscheiden sich wenig wesentlich von denen des Stammes".[1]) Die für alle Phytotomen massgebenden, an Laub- und Nadelbäumen angestellten Beobachtungen H. v. Mohl's[2]), welche die erste vergleichende Untersuchung der Stamm- und Wurzelstructur darstellen, haben ergeben, dass der anatomische Bau des Holzkörpers beider Organe im Allgemeinen übereinstimmt, im Speciellen jedoch wesentliche Unterschiede aufweist. Kraus sagt in seiner vergleichenden Bearbeitung der Nadelhölzer:[3]) „Der Holzkörper der Nadelbäume stellt in seiner Gesammtheit 2, sehr schlanke, verzweigte, mit den Grundflächen auf einander gesetzte Kegel dar. Jeder besteht aus schalig sich umfassenden Jahreslagen (den Jahrringen). Beide sind anatomisch im Ganzen gleich morphologisch wesentlich verschieden."

Die spärliche über den in Rede stehenden Gegenstand publicirte Litteratur bezieht sich vornehmlich auf Stämme und Hauptwurzeln, während Stamm- und Wurzeläste bislang fast gar keine Berücksichtigung gefunden haben. Zudem sind nicht immer in wünschenswerther Weise Angaben über die allgemeine makroskopische Beschaffenheit und die Herkunft der Untersuchungsobjecte gemacht worden.

Die folgende Abhandlung bezweckt, zu zeigen, in wieweit

I. Dem Systeme der Markstrahlen nach ihrer Anzahl und Höhe in den auf einander folgenden Jahreslagen eines Holzquerschnittes (Holzquerscheibe),

II. Den Bauverhältnissen der jährlichen Zuwachszonen, welche die Jahrringe zusammensetzen,

ein „absolut diagnostischer" Werth für Stamm-, Wurzel- und Asthölzer beigemessen werden kann.

Die Veranlassung hierzu war, dass das Markstrahlgewebe der genannten Hölzer in bezeichneter Hinsicht noch nicht vollständig vergleichend untersucht ist, über die diagnostische

---

[1]) Monographie der fossilen Coniferen. Leiden, 1850. p. 28.

[2]) Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. (Bot. Zeitg. 1862 p. 225.)

[3]) Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. (Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. V. 1864. p. 145.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0266-2

Brauchbarkeit der Structurverhältnisse der Jahrringe aber eine erschöpfende Darstellung noch fehlt. Es wird unvermeidlich sein, einige bisherige Ansichten zur Bestätigung, bezüglich Widerlegung zu bringen, und mehrere hierhergehörige Fragen von relativer Bedeutung zu beantworten.

Um nur einigermassen brauchbare Resultate zu erzielen, macht sich eine bedeutende Anzahl von Beobachtungen nöthig, und deshalb ist vorläufig nur Eine Coniferenart, nämlich die Fichte, welche für mich am leichtesten beschaffbar war, untersucht worden. Damit ein von individuellen Einflüssen seitens des untersuchten Materials nach Möglichkeit freies Ergebniss gewonnen werde, wurde letztere in vier nach Alter und Standort verschiedenen Exemplaren verwendet.[1])

Anlangend das Material und die Methode der Untersuchungen ist Folgendes vorauszuschicken:[2])

Fichte I.

Fischhäuser Staatsforst-Revier bei Dresden; Dünensand auf Granit; geschlossener Bestand; gefällt im Juni 1884.

a) Stammholz:

Querscheibe aus ca. 0,25 m. Höhe über dem Boden; 50 Jahrringe; grösster Radius 33 mm., kleinster 26,5 mm. (U. O. I.)[3]).

b) (Stamm-) Astholz:

Vom stärksten Aste; 37 J. R.; gr. R. 12 mm.; kl. R. 8 mm. (U. O. II.).

c) Wurzelholz:

Q. S. aus ca. 0,25 m. Entfernung vom Stamme; 33 J. R.; gr. R. 40 mm.; kl. R. 14 mm. (U. O. III.).

d) Wurzelastholz:

Vom stärkten Aste; 18 J. R.; gr. R. 30 mm.; kl. R. 3 mm. (U. O. IV.).

Fichte II.

Staatsforst-Revier Markersbach bei Gottleuba i. S. (Abthlg. 23); humusreicher Waldboden auf Granit; geschlossener, etwa

---

[1]) Nach Nördlinger können auch schon unter ganz gleichen Verhältnissen gewachsene Stämme derselben Art sehr verschieden beschaffenes Holz aufweisen. N. supponirt zur Erklärung eine besondere Individualität.

[2]) Die Angaben bezüglich des Standortes sind z. Th. die der betreffenden Förster.

[3]) Bedeutet „Untersuchungsobject" und bezieht sich auf die so signirten Tabellen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0267-8

150 Jahre alter Bestand; gefällt im Sommer 1884; Länge des Baumes ca. 30 m.; Standort 420 m. über der Ostsee.

a) Stammholz:

1) Q. S. aus 0,4 m. ü. d. B.; 127 J. R.; gr. R. 250 mm.; kl. R. 186 mm.; (Bodenstück. U. O. V.).

2) Q. S. aus 13,6 m. Entf. v. Bodenstücke; 103 J. R.; gr. R. 158 mm.; kl. R. 130 mm.; (astfreier Schaft. U. O. VI.).

3) Q. S. aus 13,6 m. Entf. v. Mittelstücke; 55 J. R.; gr. R. 79 mm.; kl. R. 59 mm.; (Gipfelstück. U. O. VII.).

b) Astholz:

17 J. R.; gr. R. 22 mm.; kl. R. 14,5 mm. (U. O. VIII.).

c) Wurzelholz:

Q. S. aus unmittelbarer Nähe des Stammes; 137 J. R.; gr. R. 335 mm.; kl. R. 65 mm.; im kl. R. nur 120 J. R. (U. O. IX.).

d) Wurzelastholz:

42 J. R.; gr. R. 14,5 mm.; kl. R. 8 mm. (U. O. X.).

Fichte III.

Wie Fichte I., etwa 1000 m. von dieser entfernt und durch mehrere Jahre isolirt gewachsen. Zu beschaffen waren nur:

a) Stammholz:

Q. S. aus ca. 0,25 m. H. ü. d. B.; 58 J. R.; gr. R. 30 mm.; kl. R. 21 mm. (U. O. XI.).

b) Wurzelastholz:

11 J. R.; gr. R. 15 mm.; kl. R. 4 mm. (U. O. XII.).

Fichte IV.

Universitätsrevier Oberholz bei Leipzig; geschlossener, 41 Jahre alter Bestand; gefällt im September 1884; Länge des Baumes 17,5 m.; Standort 160 m. über der Ostsee.

a) Stammholz:

1) Q. S. aus 0,2 m. H. ü. d. B.; 37 J. R.; gr. R. 141 mm.; kl. R. 90 mm.; (stark excentrisch gewachsenes Bodenstück. U. O. XIII.).

2) Q. S. aus dem Baumgipfel; 12 J. R.; gr. R. 24 mm.; kl. R. 22 mm.; (fast concentrisch gewachsenes Gipfelstück. U. O. XIV.).

b) Astholz:

13 J. R.; gr. R. 12 mm.; kl. R. 9 mm. (U. O. XV.).

c) Wurzelholz:

Q. S. aus ca. 0,15 m. Entf. v. St.; 37 J. R.; gr. R. 90 mm.; kl. R. 46 mm. (U. O. XVI.).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0268-4

d) Wurzelastholz:
33 J. R.; gr. R. 24 mm.; kl. R. 8 mm. (U. O. XVII.).

Dieses durchweg frische Material war völlig gesund und zeigte Mark, welches nur einen geringen Durchmesser hatte und verholzt war. Die Markstrahlzellen enthielten, da alle vier Bäume in der Vegetationsperiode geschlagen sind, nur Spuren von Stärke neben solchen von infiltrirten harzigen Substanzen, und zwar in Jahrringen jeden Alters.

Die Zählung der Jahrringe wurde überall mikroskopisch, und wo nicht anders angegeben, in der Richtung des grössten Radius auf dem Holzquerschnitte vorgenommen.

Ich verdanke die Hölzer der Güte der Herren Kgl. S. Oberförster Zacharias in Dresden und Kosmahl in Markersbach, sowie durch freundliche Vermittelung des Universitätsrentmeisters, Herrn Hofrath Graf in Leipzig, den Bemühungen des Universitätsförsters, Herrn Weisske; ihnen spreche ich an dieser Stelle nochmals meinen schuldigen Dank aus. Insbesondere aber fühle ich mich zu vorzüglichem Danke verpflichtet Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Schenk, welcher in mir das Interesse an botanischen Studien erweckte und mir seine Unterstützung bei vorliegender Arbeit angedeihen liess.

Die Methode der Untersuchungen, welch' letztere im Sommer 1884 im botanischen Institute der Universität Leipzig mit einem Mikroskope von Zeiss — Jena ausgeführt sind, war kurz folgende:

Die „mittlere Anzahl der Markstrahlen auf der Flächeneinheit der verschiedenalterigen Jahrringe" zu erfahren, wurden aus den siebzehn Holzquerscheiben in der Richtung ihres grössten Radius, und bei auffällig einseitig gefördertem Dickenwachsthume, wie bei den meistens stark excentrisch gewachsenen Wurzelstücken[1]), ausserdem meist auch in der Richtung des kleinsten Radius, je drei Tangentialschnitte aus einzelnen, vom Marke aus nach der Rinde zu auf einander folgenden Jahrringen entnommen. An jedem Schnitte wurde alsdann einmal die absolute Anzahl der voll und der nur theilweise auf die Fläche

---

[1]) Die auf p. 265—267 gemachten Radienangaben zeigen, dass vollkommene Concentricität im Wachsthume auch bei keinem der Stämme vorhanden ist.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0269-2

des Zeiss'schen Netz-Mikrometers[1]) fallenden Markstrahlen jeder Art mit Anwendung von Ocular II und Objectiv BB (Vergr. 1/95) ermittelt und aus je drei so erhaltenen Werthen das arithmetische Mittel berechnet. Ich habe dabei die Vorsicht gebraucht, möglichst entfernt von den Rändern der Schnitte zu beobachten

Aus jedem Holzstücke wurde eine hinreichende Menge von Jahrringen zur Untersuchung ausgewählt. Bei sehr schmalen Jahrringen, sowie bei einigen Wurzelstücken mit breiten Jahrringen ist in gleichen radialen Abständen vom Mark nach der Rinde zu abgeschnitten worden.

Zur Bestimmung der „mittleren Höhe der Markstrahlen auf der Flächeneinheit der verschiedenalterigen Jahrringe" dienten obige Tangentialschnitte, die übrigens, wo es möglich war, immer aus dem Sommerholze entnommen sind. Ermittelt man die Höhe derjenigen Strahlen, welche je drei Schnitte eines Jahrringes nach einander auf der Flächeneinheit, z. B. im Gesichtsfelde des Mikroskopes bei Anwendung der Systeme II und D (Vergr. 1/230) zeigen, nach der Anzahl der über einander liegenden Zellen, und dividirt dann die Summe der gezählten Zellen durch die Summe aller gesehenen Markstrahlen, so erhält man offenbar mit grosser Genauigkeit den gesuchten Mittelwerth der Höhe. (l. c. Tab. I.) Hierbei konnten nur die vollständig im Gesichtsfelde erscheinenden Markstrahlen berücksichtigt werden. Die Differenzen in den Höhen der einzelnen Markstrahlzellen kann man ausser Acht lassen.

Die „mittlere Anzahl der Markstrahlzellen", welche in einem Jahrringe enthalten sind, erhält man durch Multiplication der mittleren Anzahl und mittleren Höhe der Markstrahlen dieses Jahrringes.

Die Untersuchungen der Structurverhältnisse der jährlichen Zuwachszonen, das ist des Sommer- und Herbstholzes eines Jahrringes richteten sich auf eine Klarlegung der Beziehungen der Breite (Querdurchmesser) des Jahrringes zur Breite seines Herbstholzes einerseits, und zu den Uebergangsformen zwischen den beiden Zonen andererseits. Zu diesem Behufe sind aus den angegebenen Radien der siebzehn Holzscheiben Querschnitte

[1]) Dieses Netz-Mikrometer ist ein auf Glas geätztes Quadrat von 5 mm. Seitenlänge. Die quadratische Fläche ist in 100 gleichgrosse Felder à 0,25 □mm. getheilt und repräsentirt bei obengenannter Vergrösserung eine Flächeneinheit von rund 0,25 □mm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0270-3

und zwar fast durch sämmtliche Jahrringe entnommen worden. Die in den, zu diesem zweiten Theile unserer Arbeit gehörigen Tabellen aufgeführten Querdurchmesser der geschnittenen Jahrringstellen, wie auch die Querdurchmesser der Herbstholzlagen, sind in radial angeordneten Tracheiden angegeben und als Mittelwerthe aus drei Auszählungen nahe bei einander liegender Zellreihen anzusprechen. Bedeutung gewinnen die Zahlenwerthe natürlich nur dadurch, dass immer je zwei derselben, eben die Breite des Jahrringes und seines Herbstholzes, mit einander in Vergleichung gebracht werden. Die variirenden radialen Tracheidendurchmesser konnten consequent ignorirt werden.

Eine grosse Schwierigkeit bietet die Feststellung einer scharfen Grenze zwischen dem Sommerholze und dem meist allmälig aus diesem sich fortsetzenden Herbstholze innerhalb eines Jahrringes. Die Verschiedenheiten der völlig ausgebildeten Holzfasern auf einem Jahrringquerschnitte bestehen bekanntlich darin, dass die Zellmembranen in der Richtung nach dem Herbstholze zu erstens eine zunehmende Verdickung zeigen, zweitens eine Abnahme des radialen Durchmessers der Tracheiden in derselben Richtung statthat, worauf zuerst Th. Hartig mit Bestimmtheit hinwies.[1]) Dieses zweite Moment ist zur Grenzmarkirung allein nicht brauchbar, da es in der Regel nur an den letzten Herbstholztracheiden auftritt, manchmal sich aber auch schon im Sommerholze zeigt, im letzten Falle zugleich mit oder ohne die, gewöhnlich den radialschmaleren Zellen zukommende, starke Verdickung und Färbung der Wände. Abgesehen von später zu erwähnenden Anomalien nimmt jedoch die Wanddicke ziemlich regelmässig und allmälig zu, und man begeht keinen Fehler im vorliegenden Falle, wenn man consequent, wie es geschehen ist, in derjenigen Gegend mit der Bestimmung des Querdurchmessers vom Herbstholze anhebt, wo bei schwacher Vergrösserung, etwa 1/100, eine deutliche Verdickung eben bemerkbar wird.[2])

---

[1]) Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. (Berlin, 1852. p. 13.)

[2]) Ueber die Ursachen der Verdickung und Verkürzung des radialen Durchmessers im Herbstholze sind die Meinungen noch getheilt. Es ist bis jetzt und zuerst von Sachs (Lehrbuch der Botanik. 2. Aufl. p. 541) eine gegen den Herbst hin zunehmende Rindenspannung als Grund angenommen worden. Diese Steigerung des Rindendruckes hat alsdann de Vries (Flora. 1872. p. 240 u. f.) experi-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0271-9

Da wir meist Grössenverhältnisse vergleichend untersuchen wollen, sind wohl zahlreiche tabellarische Belege im Folgenden nicht zu entbehren. Zur Erläuterung dieser diene, dass in den Tabellen für Anzahl und Höhe der Markstrahlen die Werthe der drei Zählungen, aus denen die mittlere Anzahl berechnet ist, und die meist nur um wenige Einheiten differiren, und auch die einzelnen Höhenangaben weggelassen werden mussten, um nicht durch eine bedeutende Anhäufung von Zahlen denselben die Uebersichtlichkeit zu schmälern. Um aber erkennen zu lassen, wie die Hauptresultate gewonnen wurden, ist Tab. I in ihrer ursprünglichen Vollständigkeit wiedergegeben. Die „Jahrringtabellen" lassen in ihrer Kolumne IV den Uebergang zwischen dem Sommer- und Herbstholze innerhalb eines Jahrringes, in Kolume V den Uebergang eines solchen in den nächst jüngeren erkennen, und zwar sind eie verschiedenen Uebergangsformen dort durch die abbreviirten Ausdrücke: allmälig (allm.), plötzlich (pl.), wenig allmälig (w. allm.) und ziemlich plötzlich (z. pl.) bezeichnet.

I. Untersuchungen des Markstrahlgewebes.

Zahl- und Massbestimmungen an den Markstrahlen sind nach den Untersuchungen von Essner bei der Artbestimmung von Coniferenstammhölzern von zweifelhafter Brauchbarkeit.[1])

Wie bekannt, werden in jeder Wachsthumsperiode neue (secundäre) Markstrahlen vom Cambium angelegt und den vorhandenen hinzugefügt. Durch solche Vermehrung mit fortschreitendem Dickenwachsthum irgend eines secundären Holzkörpers kann aber die mittlere Anzahl der Strahlen pro Flächeneinheit in den auf einander folgenden Jahren sich constant erhalten, ab- oder zunehmen. Für den Fall einer Zunahme oder

---

mentell bestätigt gefunden. Neuerdings hat jedoch Krabbe (Ueber das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen. Berlin, 1884) auf Grund seiner Versuche die Ansicht geltend gemacht, dass die Bildung der Jahrringe und excentrisches Wachsthum unabhängig vom Rindendrucke sind, der sich während einer Vegetationsperiode nur wenig ändere.

[1]) Essner, Ueber den diagnostischen Werth der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen. (Sonderabdr. a. d. Abh. d. Nat. Ges. z. Halle. 1882).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0272-5

annähernden Constanz muss offenbar die absolute Zahl der Markstrahlen eines Holzringes proportional seinem Radius sein.

Wir wollen nun nachsehen, ob und welche gesetzmässige Folge jener Mittelzahlen bei Stamm-, Wurzel- und Asthölzern der Fichte besteht.

A. Stammholz. (Tab. I bis VIII.)

a) Anzahl der Markstrahlen.

Es hat sich ergeben, dass die mittlere Anzahl der Markstrahlen nicht, wie man erwarten könnte, eine vom Alter des Jahrringes einfach abhängige Grösse, auch nicht in allen Jahrringen einer Stammscheibe annähernd dieselbe ist. Vielmehr stehen Anzahl und Alter in folgender Beziehung:

„Das Maximum der mitleren Anzahl der Markstrahlen auf der Flächeneinheit eines Jahrringes liegt im ersten (innersten) Ringe einer Stammquerscheibe, und nimmt nach den jüngeren Ringen hin bis zu einem Minimum ab, und zwar anfangs meist unvermittelt, bald aber mehr allmälig; dieses erhält sich durch viele Jahre hindurch annähernd constant, indem darauf Werthe folgen, die regellos aber unbedeutend von dem Minimalwerthe abweichen.

Diese „Stammregel", wie der gefundene Satz genannt werden soll, ist, abgesehen von der ersten und den letzten beiden der diesem Abschnitte angefügten Tabellen, der bestimmte Ausdruck der letzteren. (l. c. Kol. II.) Die genannten drei Beobachtungsreihen sprechen die Regel nicht vollständig aus. Dass das Maximum allgemein ins erste Jahr fällt, ist wohl nicht zweifelhaft, obgleich der Nachweis von uns in zwei Fällen nicht erbracht wurde. Es sind nämlich die innersten Jahrringe manchmal so klein an Querdurchmesser und deshalb auch an Umfang, dass man aus den einzelnen von ihnen nicht Schnitte von hinreichender Grösse abnehmen kann, ohne benachbarte Jahrringe zugleich mit zu treffen.[1]) Aus demselben Grunde lässt sich auch nicht immer genau angeben, wann die allmälige Abnahme des Maximum beginnt. Das Abfallen zum kleinsten

[1]) Durch ein Interpolationsverfahren liesse sich dieser Uebelstand zum Theil heben. Leider wurde ich zu spät darauf aufmerksam.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0273-0

Werthe wird hie und da von kleinen Wertherhebungen unterbrochen, und sind diese, wie die dem Minimum folgenden Schwankungen, auf den Wechsel äusserer Wachsthumsbedingungen zurückzuführen. Wie sich die gefundene Regel fortsetzt das heisst, ob der Constanz ein weiteres Fallen oder Wiederansteigen folgt, werden anderweitige Untersuchungen, besonders an recht alten Stämmen, lehren.

Essner, welcher, wie es mir scheint, einzelnen seiner Zahlenwerthe in der genannten Abhandlung eine zu grosse Bedeutung beigelegt hat, fand, für Coniferenstämme überhaupt, folgenden, zum grossen Theile mit unserer „Stammregel" übereinstimmenden Satz: „Die Anzahl der Markstrahlen ist am grössten im ersten Jahrringe; von hier nimmt sie nach aussen anfangs rasch, später allmälig ab, hält sich darauf innerhalb einer für die einzelnen Individuen verschiedenen Zone constant, um endlich bei hinreichendem Alter des Baumes wieder allmählig zu steigen." [1])

Hierzu machen sich jedoch einige Bemerkungen nöthig. Der Autor, dessen Untersuchungsmethode von der unsrigen nur unwesentlich und zwar darin abweicht, dass er nicht die Tangentialschnitte der einzelnen Jahrringe aus einem bestimmten Radius der Holzquerscheibe, sondern aus mehreren ihrer Halbmesser entnahm, hat das Hinderniss sehr enger innerster Ringe, wie es scheint, nicht erfahren und konnte daher für alle Coniferenarten das Maximum im ersten Jahrringe bestimmen. Doch weder seine noch meine Zahlenangaben sprechen für eine „allmälige Wiederzunahme bei hinreichendem Alter". Seine fünfzehn Reihen Beweiszahlen, entsprechend eben so vielen Coniferenarten, zeigen nur in fünf Fällen ein Wiederansteigen; darunter ist der extremste Fall folgender: Ein sechzigjähriges Stammstück von *Juniperus virginiana* hat im 40. Jahrringe das Minimum 80, im nächst vorher untersuchten 20. Jahrringe den Mittelwerth 90, und im 60., der auf den 40. in der Untersuchung folgte, den Werth 94. Eben so wenige Jahrringe mit gleichfalls viel zu grossen Altersunterschieden dienen in den vier anderen Reihen zum Belege. Ich bin nicht im Stande, die wenigen Angaben Essner's für genügend zu erklären, um aus ihnen ein Gesetz für alle Coniferen abzuleiten. Vorläufig bleibt noch unbeantwortet, ob der Minimalwerth wieder anwächst, ob

[1]) l. c. p. 6 und 7; ebenda auch die Beweiszahlen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0274-6

dieses Anwachsen ein allmäliges ist, und in welch' allgemeiner Beziehung es zum Alter des Stammes steht. Eine „allmälige Zunahme bei hinreichendem Alter" ist durch die an den fünfzehn Coniferenarten gemachten Untersuchungen nicht erwiesen; die letzteren lassen ebensogut auf einen hin- und herschwankenden Minimalwerth schliessen. In den Tabellen des genannten Beobachters haben nur einige Male zwei auf einander folgende Werthe sehr verschiedenalteriger Jahrringe gleiche Höhe, sind aber nicht immer die niedrigsten der gefundenen Zahlen. Weitere Untersuchungen an möglichst vielen Jahrringen von mehrhundertjährigen Hölzern können nur Klarheit in die besprochenen Fragen bringen. Unsere Tabellen lehren, dass das Minimum nur „annähernd" bestehen bleibt, da es aus dem obengenannten Grunde mehr oder minder ansteigt, um aber auch wieder zu fallen, und zwar unter Umständen bis zum anfänglichen Werthe. Man vergleiche hierzu zum Beispiele die Tabelle IV, welche im 20. Jahrring den kleinsten Werth 12 erkennen lässt, der durch seine schwankenden Erhebungen zweimal zu sich selbst zurückkehrt. Denkt man sich hier mit dem 24. Jahrringe die Untersuchung abgebrochen, so würde man auch ein scheinbares Ansteigen in perpetuum vor sich haben.

All' dem gegenüber muss es nun sonderbar erscheinen, wenn Essner von einer „abnormen" Fichte spricht, die eine Ausnahme von der Regel mache, weil sie eine annähernd constante Anzahl der Markstrahlen zeige.[1]) Es mögen der Kürze halber seine diesbezüglichen Zahlen hier wiedergegeben werden:

Anzahl der Markstrahlen auf 1 □mm.

Jahrring.	Normale Fichte.	Abnorme Fichte.
1.	72	66
5.	45	—
10.	45	63
20.	—	64
24.	41	—
40.	—	73

Wenn diesen wenigen Zahlen überhaupt ein besonderer Werth beigemessen werden kann, so sagen beide Kolumnen nichts von einer abnormen Constanz bei der zweiten Fichte, vielmehr bestätigen sie, die bedeutungslose Zahl „73" mit

[1]) l. c. p. 8.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0275-2

inbegriffen oder ausser Acht gelassen, einen Theil unserer „Stammregel". Der Beobachter aber konnte bezüglich der zweiten Reihe nach seiner Weise nur von einer langsamen Abnahme des Maximum und einem Wiederansteigen des Minimum reden, nicht von einer Abnormität.

Nach diesen kritischen Bemerkungen kehren wir zur Interpretation unserer Beobachtungsreihen zurück. Da die Minima in denselben kleiner sind als die Hälfte der zugehörigen grössten Werthe, werden die letzteren durch die Schwankungen jener auch nicht annähernd wieder erreicht.

Die Lage der Minima lässt, vorausgesetzt, dass wir dieselben in jedem Falle bereits erreicht haben, keinerlei Beziehung zum Alter des Jahrringes erkennen.

Die Grösse der Maxima ist in den vier Stämmen nicht sehr verschieden. Aehnlich verhalten sich die kleinsten Werthe, was der eben gemachten Voraussetzung eine gewisse Berechtigung verleiht. Fichte I und III unterscheiden sich durch ihre Standortverhältnisse am wenigsten von einander; bei beiden weichen auch die entsprechenden Grenzwerthe fast gar nicht von einander ab. Die Zahlen lauten für die erste Fichte 29 und 12, für die dritte: 29 und 13.

Zwischen der mittleren Anzahl der Markstrahlen und der Breite des zugehörigen Jahrringes lässt sich eine Beziehung nicht auffinden.

Einseitig gehemmte Bildung der Jahrringe erweist sich ohne wesentlichen Einfluss auf die in Rede stehenden Verhältnisse. (l. c. Tab. VI und VII). Diesen beiden Tabellen sind die makroskopisch gemessenen Breiten beigegeben.

Essner fand schon, „dass bei excentrischem Wachsthume an verschiedenen Seiten des Stammes die Anzahl der Markstrahlen gleich, und umgekehrt, bei ganz regelmässig concentrischem Wachsthume, sehr ungleich ausfallen kann". (l. c. „Ueber den diagn. Werth etc." p. 10.) Wenn nun in der Richtung des grössten und kleinsten Radius einer Holzscheibe sich dasselbe Gesetz ausspricht, so war es kein Fehler, wenn die mittleren Zahlen der Markstrahlen nicht nach Schnitten verschiedener Radien eines Jahrringes bestimmt wurden.

Der Einfluss der Stammhöhe ist gleichfalls, wie viermal zu beobachten Gelegenheit war, kein nennenswerther. Die Werthe bewegen sich nahezu zwischen denselben Grenzen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0276-8

Um zu erfahren, ob die Herbstholzbildung die Anlage der Markstrahlen beeinträchtigt, wurden aus Fichte I je drei Schnitte aus Sommer- und Herbstholz und zwar aus je drei, makroskopisch möglichst verschiedenen Jahrringen von jedem der vier morphologisch unterschiedenen Organe entnommen, und beide Holzzonen auf ihr Verhalten der Anzahl der Markstrahlen vergleichend geprüft. Es ergab sich ein negatives Resultat, indem sich nur unbedeutende Unterschiede bemerkbar machten.

b) Höhe der Markstrahlen.

Ueber die Höhe, welche in der Litteratur manchmal nicht ganz correct als Länge bezeichnet wird, hat sich meines Wissens zuerst und allgemein der ältere Hartig ausgesprochen. Er sagte: „Die Zahl der Stockwerke, das ist der über einander liegenden Zellen, in den Markstrahlen ist sehr verschieden nach Alter, Pflanzentheil, Standort, Wuchs u. s. w.“ [1]) Eine specielle Abhängigkeit der Höhe der Markstrahlen vom Alter des Stammes und individuellen Einflüssen, sowie von der Baumart untersuchte zuerst Essner.[2]) Wir wollen den Ausspruch Hartig's etwas näher prüfen.

Die Reihen der Minimal- und Maximalhöhen lassen ersehen, dass sehr niedrige und sehr hohe Strahlen in demselben Jahrringe neben einander auftreten. Die niedrigsten Strahlen sind 1 Zelle hoch und können in Jahrringen jeden Alters vorkommen, wenn sie auch sichtlich in den ältesten am häufigsten auftreten. In allen Jahrringen prävaliren der Zahl nach höhere Strahlen. Die kleinsten und die grössten Höhen der Strahlen eines Jahrringes bewegen sich in ziemlich weiten Grenzen, die gewöhnlich mit fortschreitendem Dickenwachsthume noch mehr aus einander rücken. Zur bequemeren Uebersicht dieser Verhältnisse braucht man nur je drei zusammengehörige Höhenwerthe zu addiren. Im ersten Jahre trifft man zwar zuweilen sehr hohe Strahlen an, nie fand ich aber dort die höchsten aller in einem Holzstücke beobachteten Markstrahlen, wie es Essner manchmal beobachtet zu haben scheint, da er sagt: „Gewöhnlich finden sich die grössten überhaupt erreichten Markstrahlhöhen nicht schon im ersten Jahre“.[2]) Solche Ausnahmen wären auch ohne Bedeutung. Auch steht an derselben Stelle,

[1]) Th. Hartig, Beiträge zur Geschichte der Pflanzen etc. (Bot. Zeitg. 1848 p. 128.)

[2]) l. c. p. 11 u. f.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0277-3

dass bisweilen schon der erste Jahrring Markstrahlen von solcher Höhe enthalte, wie sie überhaupt erreicht wird und weiter: „Die grösste Höhe wird jedoch ziemlich früh erreicht; auch kommt es vor, dass die Höhe im späteren Alter wieder abnimmt." Meine Beobachtungen aber ergeben nicht eine „früh erreichte Maximalhöhe", denn die Maxima der beobachteten Höhen zeigen sich in sehr verschiedenem Alter des Holzes, zum Beispiele bei dem einen Stamme im 115. Jahre, bei einem anderen im 45. und einem dritten im 15. Jahre. Auch konnte eine Abnahme der maximalen Höhe im spätern Alter — von einer mittleren Höhe spricht der genannte Beobachter nicht — in keinem Falle sicher erwiesen werden. Das erwähnte Anwachsen geht bis in die äussersten Jahrringe unserer Fichtenstämme fort, wenn auch zuweilen sehr unregelmässig. Dadurch wird auch die Behauptung Möller's, dass es „für viele Arten ein sehr auffallendes und sofort zu bestimmendes Maximum der Markstrahlhöhe giebt, das darum zur Unterscheidung der Arten brauchbar ist", für die Fichte hinfällig.[1]) Schliesslich bleibe nicht unerwähnt, dass bei Aufstellung der Höhenmaxima die Strahlen mit Harzgängen unbeachtet blieben, weil diese meist von aussergewöhnlicher Höhe sind.

Nach dem Verhalten der Höhengrenzwerthe lässt sich a priori für die mittleren Höhen sagen, was deren Kolumnen aussprechen, nämlich:

„Das Minimum der mittleren Höhe der Markstrahlen eines Jahrringes liegt gewöhnlich im ersten (innersten) Ringe einer Stammquerscheibe, und nimmt nach den jüngeren Ringen zu allmälig und insofern unregelmässig zu, als dabei häufig mehr oder minder grosse Rückschläge auf niedere Werthe eintreten."

Nur in Einem Falle zeigte sich das Minimum nicht im ersten Jahre. (l. c. Tab. II.) Noch älteres Material als das von mir benutzte wird ergeben, ob diesem Anwachsen eine Remission oder annähernde Constanz eines Maximalwerthes folgt. Aus dem auf p. 9 genannten Grunde sehr schmaler Jahrringe liessen sich die Höhenminima in zwei Fällen nicht im ersten Jahrringe nachweisen. (l. c. Tab. I und V.) Die Abweichungen von einem regelmässigen Verlaufe der Höhenmittel in den

[1]) Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. p. 11.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0278-9

Tabellen sind zahlreicher und grösser als bei den mittleren Zahlen der Markstrahlen, und wie hier, dem Einflusse schwankender Wachsthumsverhältnisse zuzuschreiben. Die Schwankungen im Höhenzuwachse sind nie von der Art, dass dadurch einmal wieder die kleinste mittlere Höhe erreicht wird.

Die verschiedenen Individuen zeigen auch insofern annähernd gleiche Höhenverhältnisse, als ihre Minima nahe bei einander liegen, auch die mittleren Höhen gleichalteriger Jahrringe höchstens um wenige Einheiten verschieden sind. Der Wechsel der Querdurchmesser der Jahrringe, sowie excentrisches Wachsthum haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhen, ebenso die Herbstholzbildung, wie sich aus den auf p. 13 erwähnten Schnitten ergeben hat.

Die Stammhöhe alterirt die besprochenen Verhältnisse gleichfalls unbedeutend. Hie und da weist ein Individuum in verschiedenen Höhen etwas grössere Unterschiede auf, als zwei verschiedene Stämme in ungefähr gleicher Höhe. Aehnlich spricht sich Essner aus: „Innerhalb derselben Jahrringe in verschiedener Baumhöhe treten keine bedeutenden Unterschiede in den Markstrahlhöhen auf; sie liegen nahezu zwischen denselben Grenzen.“ [1])

Eine seit Goeppert bestehende Ansicht ist, dass die an einer Stelle ihrer Höhenerstreckung auf dem Tangentialschnitte zwei oder mehrere Zellreihen breiten Markstrahlen der Gattungen *Pinus*, *Abies*, *Picea* und *Larix* immer in der Mitte einen grossen wagrechten Harzgang einschliessen. „Diesen Harzgang“, sagt der Autor [2]) weiter, „umgeben 2 bis 3 Reihen von Zellen und oberhalb desselben befinden sich ebenfalls 3—4 neben einander liegende Zellen, die aber bald wieder in einfache Reihen übergehen, mit welchen oben und unten der Markstrahl geschlossen wird.“ Dementsprechend sind auch die Abbildungen im genannten Werke. Kraus, der übrigens die Maximalhöhe der Strahlen zu klein, nämlich zwölf Zellen, angiebt, vindicirt auch allen mehrreihigen Markstrahlen einen solchen Harzcanal, aber mit dem Bemerken, dass man fossile Coniferen mit zwei Reihen (nach Th. Hartig „Lager“. Beitr. z. Gesch. d. Pfl.) breiten Strahlen ohne Harzgänge gefunden habe (*Cupressinoxylon fissum.* Göpp.).[3]) Dem gegenüber habe ich wiederholt an dem

[1]) l. c. p. 13.
[2]) Monographie. p. 46.
[3]) Mikrosk. Untersuchung. p. 177, 178 und 169.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0279-8

lebenden Fichtenholze, in Stamm wie Wurzel, zwei- und dreireihige Strahlen ohne diese Gänge gefunden. Grössere Breiten wurden nicht beobachtet, wohl aber zuweilen zwei, seltener drei Harzcanäle verschiedener Grösse in demselben Markstrahle. In Tab. I, Reihe IV sind die harzgangfreien mehrreihigen Strahlen mit einem „(r)" hinter ihren Höhenzahlen bezeichnet, die Markstrahlen mit Harzgängen mit einem „(H)"; letztere traten bis zu fünf Reihen Breite auf. Die Harzgänge liegen nicht immer in der Mitte der Strahlen, wie auch die gangfreien unter diesen ihre grössere Breite nahe dem einen Ende oder an beiden Enden haben können. Die Höhe der Harzgangstrahlen schwankte zwischen vier Zellen und einer Grösse, die von den normalen Strahlen nie erreicht wurde. Es ist also nicht für alle Fälle richtig, zu behaupten, dass diese zusammengesetzten Strahlen von der höchsten Höhe der einreihigen sind. Einen zweireihigen Strahl, wie ich ihn gewöhnlich sah, bildet Göppert von *Taxus baccata* ab.[1])

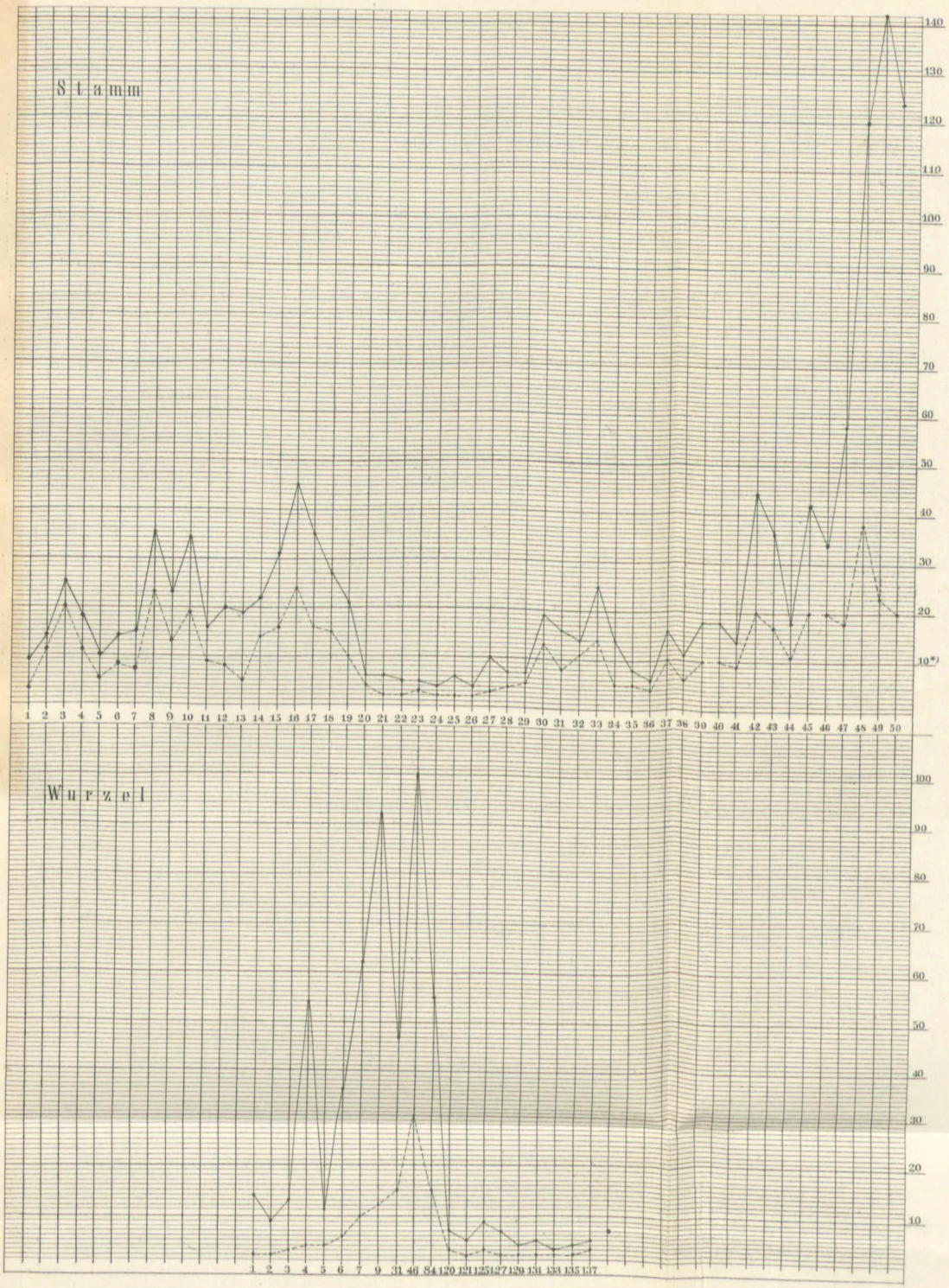
Da wir gefunden haben, dass Anzahl und Höhe der Markstrahlzellen in ihrer Abhängigkeit vom Alter des Jahrringes sich doppelt verschieden verhalten — erstens nimmt jene mit dem Alter zu, diese ab, und zweitens wächst die Höhe noch an in den Jahren, wo die Anzahl bereits constant ist — lässt sich von vorn herein behaupten, dass die durchschnittliche Anzahl der Markstrahlzellen, das ist das Product aus mittlerer Anzahl und mittlerer Höhe der Markstrahlen, in den verschiedenen Jahrringen einer Stammquerscheibe, auch nicht annähernd constant sein wird. So zeigen denn die letzten Verticalreihen unserer Tabellen, dass die Abnahme des einen Factors nicht die Zuname des andern ausgleicht, dass, mit anderen Worten, beide Gesetze vom Markstrahlgewebe nicht zu einem erkennbaren physiologischen Nutzeffecte im Haushalte der Pflanze hinführen. Die auf zwei Decimalen abgerundeten Productzahlen zeigen (auch bei Wurzeln und Aesten, für welche die Producte weggelassen wurden in den zugehörigen Tabellen) keinerlei Gesetzmässigkeit ihrer Aufeinanderfolge. Ihre Werthe steigen innerhalb einer Kolumne und fallen in reicher Abwechselung, und meist sehr unvermittelt. Die Maxima und Minima liegen ganz regellos.

[1]) De Coniferarum Structura Anatomica. Vratislaviae, MDCCCXLI. Taf. I. Fig. 26 B.

(Fortsetzung folgt.)

Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei **(F. Huber)** in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0280-9



*) Bedeutet die radiale Breite, in Tracheiden ausgedrückt.

Lith. v. C. Matthes, Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0653-1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Fischer Hermann

Artikel/Article: Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlgewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzel und Aesten bei Pinus Abies L. 262-278