

Jahresbericht
über das
Herzogliche Gymnasium
zu
Blankenburg am Harz.

Ostern 1891 bis Ostern 1892.



Inhalt:

1. Untersuchungen an Koniferenwurzeln. Von C. Schütze.
2. Schulnachrichten. Vom Direktor.

1892.

W. Kircher's Wwe., Blankenburg a. H.

1892. Progr. No. 685.

q6c
7

Jahresbericht



Herzogliche Gymnasien

Blankenburg am Harz

Ostern 1891 bis Ostern 1892.



Verzeichnis der in den Jahren 1891 und 1892
in den Bibliotheken der Herzoglichen Gymnasien
Blankenburg am Harz eingekauft und
eingetragenen Bücher.

1892

Dr. phil. h. c. h. Blankenburg am Harz

1892. 1891. 1890.

Untersuchungen an Wurzeln der gemeinen Fichte oder Rottanne (*Pinus Abies* L.)

Die Untersuchungen an Fichtenwurzeln, deren Ergebnisse ich hiermit vorlege, sind besonders auf zwei Punkte gerichtet gewesen: auf die Ermittlung der durchschnittlichen Länge der Herbstholztracheiden und des numerischen Verhältnisses zwischen normalen Markstrahlzellen und Quertracheiden in verschiedenen Jahrringen und Abständen vom Stamme. Es lag ursprünglich in meiner Absicht diesen beiden Teilen noch einen dritten hinzuzufügen: die Beschreibung einiger Eigentümlichkeiten des Stukengewebes und Untersuchungen über seine Festigkeitsverhältnisse. Die Zeit jedoch, die mir zur Verfügung stand, und der Termin, bis zu dem die Arbeit einen gewissen Abschluß erreicht haben mußte, nötigten mich, davon abzustehen und bei einigen Vorstudien es bewenden zu lassen. Auch so noch habe ich mich beschränken und von der anfangs geplanten Ausdehnung der Untersuchungen auf die übrigen bei uns vollkommen einheimischen Coniferen (Kiefer, Wachholder und Eibe) absehen müssen. Ich habe das schließlich mit leichtem Herzen gethan, weil ich meine, daß der Wert einer jeden Untersuchung nicht so sehr von der Menge ihrer Daten als von deren Zuverlässigkeit abhängig ist.

Benutzte Litteratur:

- Karl Sanio, Über die Größe der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer. Pringsheim's Jahrbücher Band 8, S. 401 u. ff.
Ewald Schulze, Über die Größenverhältnisse der Holzzellen bei Laub- und Nadelhölzern. Jnaug.-Diss. 1882.
Julius Schröder, Das Holz der Coniferen. Dresden, 1872.
Benno Essner, Über den diagnostischen Wert der Anzahl u. Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen. Jnaug.-Diss. 1882.
Paul Schulz, Das Markstrahlengewebe und seine Beziehungen zu den leitenden Elementen des Holzes. Jnaug.-Diss. 1882.
August Kleeberg, Die Markstrahlen der Coniferen. Jnaug.-Diss. 1885.
Hermann Fischer, Ein Beitrag der vergleichenden Anatomie des Markstrahlengewebes und der jährlichen Zuwachszonen im Holzkörper von Stamm, Wurzel und Ästen bei *Pinus Abies* L. Jnaug.-Diss. 1885.
Alwin Wille, Zur Diagnostik des Coniferenholzes. II, Über den sogenannten Markstrahlencoefficienten. Jnaug.-Diss. 1887.
Hugo v. Mohl, Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Botanische Zeitung, 20. Jahrgang, 1862.
Gregor Kraus, Mikroskopische Untersuchungen über den Bau lebender und vorweltlicher Nadelhölzer. Würzburger Naturwissenschaftliche Zeitschrift, 5. Band, 1864.
Joseph Möller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, 36. Band, 1876.
E. Russow, Zur Kenntniß des Holzes, insonderheit des Coniferenholzes. Botanisches Centralblatt, 13. Band, 1883.

Daneben noch andere, z. B.

- Theodor Hartig, Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen. Berlin, 1878.
Robert Hartig, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse. Berlin, 1891.
-

Erster Teil.

Zur Methode der Untersuchung einige Bemerkungen.

Die Zellen wurden in den allermeisten Fällen aus der äußersten Schichte des Herbstholzes genommen und durch Behandlung mit der bekannten Schultze'schen Mischung von Kaliumchlorat und Salpetersäure aus ihrem Verbande gelöst. Es empfiehlt sich, die Ringstücke zunächst im benachbarten und darauf im eigenen Frühjahrsholze abzuspalten und durch vorsichtiges Schaben mit einem scharfen Messer, nicht durch Schneiden, auf möglichste Dünne im Sinne des Radius zu bringen. Hat man die Stücke in der erwähnten Mischung so lange kochen lassen, bis die anfangs auftretende tiefbraune Färbung verschwunden ist — das ist gewöhnlich nach 2—3 Minuten geschehen —, so ist die Mittellamelle soweit gelöst, daß sich die Zellen mit zwei Nadeln leicht trennen und gewöhnlich ohne Hülfe des Mikroskops für die Beobachtung herrichten lassen. Es ist nicht ratsam — am wenigsten bei Frühjahrszellen —, sie nach dem Kochen durch Schütteln isolieren zu wollen, weil nicht nur durch das immerhin gewaltsame Verfahren viele Zellen zerrissen werden, sondern weil auch durch den Verlust an vorzugsweise längeren Fasern der Wert für die Durchschnittslänge zu klein ausfallen muß. Außerdem entstehen besonders bei zartwandigen Tracheiden leicht Haufwerke sich durcheinander windender Elemente, denen mit der Meßvorrichtung schwer beizukommen ist. Um Zeit zu sparen, wurden gewöhnlich sechs bis acht Präparate zusammen hergerichtet, gekocht, ausgewaschen und bis zum Gebrauche in Alkohol aufbewahrt, weil bei längerem Stehen im Wasser die Zellen zu weich und brüchig werden. Um nicht dieselben Zellen öfter als einmal zu messen, was bei einer größeren Anzahl vorzunehmender Einzelmessungen sonst leicht geschehen kann, teilte ich das 21×26 mm große Deckglas durch zwei sich kreuzende Linien in vier etwa gleich große Felder. Das Messen selber geschah unter einem Zeiß'schen Mikroskope mit dem Mikrometerokular 2 in Verbindung mit dem Objective A, also bei 55facher Vergrößerung; der Wert für einen Teilstrich wurde mit Hülfe eines Objectivmikrometers bestimmt und betrug für dieses System 0,0162 mm. Für die größeren Längen möchte sich eine etwa halb so starke Vergrößerung empfehlen; freilich wird dann öfter die Entscheidung darüber schwierig, ob die Zellenenden unversehrt sind oder nicht. Da die 50 Teilstriche des Ocularmikrometers bei dem angegebenen Systeme nur eine Strecke von etwa 0,8 mm decken, die Länge der Zellen aber gewöhnlich zwischen 1 und 4 mm liegt, so mußte das Object in Absätze unter ihm fortbewegt werden; Tüpfel jedoch und Markstrahleneindrücke in den Wänden, anhängende Trümmer von Zellen, frei gewordene und über das Gesichtsfeld verbreitete Plasmastoffe, Luftbläschen, kreuzende Nachbarzellen n. s. w. liefern feste Punkte genug, auf die das Mikrometer nacheinander mit der nötigen Genauigkeit eingestellt werden kann.

Um die Durchschnittslänge zu ermitteln, maß ich anfänglich etwa 30 Zellen und nahm aus der Summe ihrer Längen das Mittel. Dazu bestimmte mich zunächst der Vorgang Schulze's, der 20 Einzelmessungen für die Berechnung des Mittels benutzt hat. Aber bald überzeugte ich mich von der Unzulänglichkeit der Schulze'schen Zahl wie auch der meinigen. Eine einfache Erwägung ergibt, daß überall da, wo der Wahrheit nicht zu fern bleibende Durchschnittswerte ermittelt werden sollen, die Anzahl der vorzunehmenden Einzelmessungen wesentlich von den Grenzen bestimmt wird, zwischen denen die Einzelwerte liegen, und daß um so mehr von diesen bestimmt werden müssen, je weiter ihre Grenzen von einander rücken.*) Nun sind Maximum und Minimum

*) Das hebt auch Mohl hervor, der ebenso genaue als eigenartige Forscher, wenn er sagt: Hier (nämlich bei der Bestimmung der mittleren Größe organischer Gebilde, von denen die einzelnen Individuen häufig um das Doppelte und Dreifache verschieden sind) kann die Genauigkeit der einzelnen Messung für sich noch nichts entscheiden, sondern man hat die Wahrscheinlichkeit, daß man sich der wirklichen mittleren Größe hinreichend genähert hat, nur dann für sich, wenn man aus einer hinreichend großen Zahl einzelner Messungen das Mittel zieht. Botanische Zeitung 1862, S. 229.

häufig so verschieden, daß dieses ein Drittel, ein Viertel und noch weniger von jenem ausmacht, ganz abgesehen von den abnorm kleinen Längen, zu denen die Zelle noch mehr hinzuneigen scheint, als zu den abnorm großen. Dazu kommt, daß manchmal eine Anzahl recht kleiner oder großer Zellen nebeneinander liegt, die meistens in engerem radialen Verbande gestanden haben und nach der Zerlegung mit den Nadeln Nachbarn im Präparate geblieben sind; diese werden bei weniger Messungen ein merkliches Abweichen des Mittelwertes von der wirklichen mittleren Größe nach der einen oder andern Seite hin zur Folge haben. Deshalb hielt ich es für angebracht, die Zahl der Einzelmessungen auf 50, 60 und mehr zu erhöhen; diese Zahlen habe ich den Durchschnittswerten beigesetzt, für deren Zuverlässigkeit sie eine Art Maß abgeben. Auf diese Weise erhalten die Mittelwerte zwar einen höheren Grad der Genauigkeit, aber sie sind doch eben nur Näherungswerte. Wie weit die gefundene mittlere Größe der wirklichen sich genähert haben mag, darüber kann man ein leidlich sicheres Urteil nur durch wiederholte Kontrollmessungen gewinnen. Solche Kontrollmessungen habe ich verschiedene Male vorgenommen. In dem einen Falle erhielt ich als Mittel von 50 Einzelwerten bei der ersten Messung 2,274, bei der zweiten 2,266 mm, eine Differenz also von 0,008 mm. Eine solche Übereinstimmung in den Resultaten beider Messungen, von denen die zweite an einem neu hergerichteten Präparate und einige Tage nach der ersten ausgeführt wurde, konnte ich bei der Natur der in Betracht zu ziehenden Verhältnisse nicht erwarten. Deshalb wiederholte ich an einer andern Stelle der Wurzel, für die ich schon früher den Wert 2,138 mm gefunden hatte, mehrere Wochen später 2 Messungen: als Mittel von 90 Einzelwerten ergab die eine 2,085 und die andere 2,098 mm; die Differenz betrug also 0,013 mm. Das Mittel aus beiden weicht um 0,047 mm von dem zuerst aus 50 Werten bestimmten ab, und von dem Mittel aus allen (230) Werten, nämlich 2,1 mm, ist das erste um 0,04, das zweite um 0,015 und das dritte um 0,002 mm verschieden. Die Mittel aus den ersten 50 Zahlen beider Vergleichsreihen differierten um 0,055, diejenigen aus den ersten 20 nur um 0,014 mm. Die Differenz der Mittel jedoch, die in dem ersten Falle bei Benutzung von 50 Einzelwerten 0,008 mm betrug, belief sich, als nur die ersten 20 in Rechnung gezogen wurden, auf 0,091 mm. In zwei andern Fällen, wo die Messungen wiederholt wurden, differierten die Mittel aus je 50 Längenzahlen um 0,042 und 0,049 mm, wichen also von dem Gesamtmittel um 0,021 und 0,025 mm ab. Das Mittel aus 50 oder 60 Einzelmessungen wird demnach bei mittelgroßen Zellen von der wirklichen durchschnittlichen Größe kaum um mehr als 0,04 mm verschieden sein. Wenn es sich aber um Zunahme oder Abnahme der durchschnittlichen Zellenlänge in benachbarten Jahrringen handelt, so muß wohl berücksichtigt werden, daß in jedem einzelnen Falle der Wert des einen Mittels im positiven, der des andern im negativen Sinne von dem wirklichen abweichen kann; und daß also erst dann eine Zunahme oder Abnahme angenommen werden darf, wenn der Unterschied zwischen beiden Mitteln wenigstens 0,08–0,1 mm ausmacht.

Ich weiß nicht, ob Schulze durch wiederholte Messungen sich über die Größe des möglichen Fehlers unterrichtet hat; ich vermute es allerdings nicht, weil ich nichts gefunden habe, das darauf schließen lassen könnte. Sanio, der Kieferzellen maß, giebt die Zahl der Messungen nicht an, aus denen er das Mittel berechnete, bringt aber eine mögliche Abweichung des gefundenen Mittelwertes vom wahren um 0,1–0,2 mm in Anschlag. Der Unterschied, den er das eine Mal bei ungefähr 3,5 mm langen Zellen zwischen beiden Mitteln erhielt, betrug 0,39, in einem andern Falle bei etwas kürzeren Zellen 0,26 mm, die Abweichung von der Mitte also 0,2 und 0,13 mm.*) Diese ziemlich großen Differenzen legen die Vermutung nahe, daß er kaum mehr Werte zur Berechnung des Mittels benutzt hat, als Schulze.

*) Pringsheim's Jahrbücher, 8. Band, S. 411.

Ich komme nun zu dem Gegenstande selbst.

Wahrscheinlich angeregt durch die Kontroverse zwischen Schacht und Mohl über die Breite der Stammholz- und Wurzelholzzellen von Coniferen, unterzog sich Sanio zuerst der Untersuchung der Zellenweite im Stamm- und Astholze. Er brachte den Nachweis, daß sie nicht, wie Schacht und Mohl angenommen hatten, im Aste und Stamme constant, sondern in den meisten Fällen im Zunehmen bis zu einem Maximum begriffen sei und erst dann constant bleibe. Einige Jahre später führte er auch Längenmessungen an Zellen der Kiefer aus; vom Wurzelholze untersuchte er Querscheiben einer zweijährigen Hauptwurzel in Abständen von 6, 30, 60, 100 und 160 mm vom Wurzelhalse; 3 Querscheiben einer sechsjährigen Hauptwurzel und eine 93jährige, die in einer Entfernung von 40 cm vom Stamme herausgeschnitten war. Aus den Längenzahlen der ersten folgert er in ein und demselben (2.) Ringe ein Steigen der Größe mit zunehmender Entfernung von der Basis; aus denen der zweiten dasselbe, außerdem, daß die größten Längen im 2. Ringe liegen; aus denen der dritten Scheibe, daß die Größe der Zellen zuerst steige, das Maximum erreiche (in dem Falle zwischen dem 8. und 13. Jahrringe), dann wieder falle, auf ein Minimum herabgehe (in dem Falle im 30. Ringe), um dann zu steigen und bei einer bestimmten Größe constant zu bleiben. In welcher Weise die Größe der Zellen nach der Länge der Wurzel sich ändert, kann er nicht bestimmt angeben, teilt aber so viel als sicher mit, daß nach der Spitze hin das erste Steigen immer länger anhalte, und vermutet in Verbindung mit diesem Steigen eine Zunahme der constanten endlichen Größe nach dem zweiten Steigen.

Schulze, der die Größenverhältnisse der Holzzellen von Laub- und Nadelhölzern studiert hat, untersuchte an 3 Querscheiben einer Seitenwurzel der Weymouthskiefer. Die erste kurz vor der Basis geschnittene hatte 80, die zweite 56 und die dritte 46 Jahrringe. An der ersten maß er Herbst- und Frühjahrszellen in Abständen von zunächst 5, dann 10 Jahrringen. Aus seinen Messungen kann er für die erste Scheibe keine so rasche Größenzunahme in den ersten Jahrringen entnehmen, wie Sanio aus den seinigen; er findet vielmehr nur eine allmähliche bis zum 50. Jahrringe und darauf — er hat freilich nur noch im 60. und 70. gemessen — bei geringem Zurückgehen ein Constantbleiben der Größe. Für die beiden andern näher nach der Wurzelspitze gelegenen Querschnitte folgert er ein größeres, viel früher eintretendes und gegen die Spitze hin steigendes Maximum. Die Messungen, aus denen Sanio und Schulze ihre Folgerungen für die Größe der Wurzelholzzellen herleiten, sind nicht sehr zahlreich, weil ihre Untersuchungen in erster Linie dem Stamm- und Astholze galten, und ihre Folgerungen nicht völlig übereinstimmend; andere Messungen aber, z. B. solche an Fichtenwurzeln, liegen nicht weiter vor, wenigstens sind sie mir nicht bekannt geworden. Daher glaubte ich, durch einen neuen Beitrag der Sache nützen zu können.

Das Material für die Untersuchung entstammt einer etwa 100jährigen Fichte, von der mir Herr Oberförster Uhde in Braunlage mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit die erforderlichen Stücke zur Verfügung stellte. Sie ist auf diabasreichem Schieferboden des Braunläger Reviere an dem südlichen Einhänge des Bodethals in 500 m Meereshöhe im geschlossenen Bestande aufgewachsen; sie hatte eine Höhe von 23 m, eine Stärke von etwa 20 cm und war völlig gesund und normal. Zur Vergleichung wurde auch noch das entsprechende Material einer fast 50jährigen Fichte herangezogen, die unter ganz andern Verhältnissen auf der Höhe des Bruchberges zwischen Clausthal und Andreasberg gewachsen war.

Um die Längen im Wurzelholze mit denen im Stammholze vergleichen zu können, maß ich zuerst in diesem etwa 60 cm über dem Wurzelkranze. In dieser Höhe zeigte der Stamm, wie das gewöhnlich ist, nicht genau concentrischen Dickenzuwachs; nicht die Südseite, was sonst sehr häufig beobachtet wird, war im Wachstum zurückgeblieben, sondern die Westseite; die am meisten abweichenden Radien waren der südöstliche mit 112 und der nordwestliche mit 90 mm.

Tabelle I. Stammscheibe mit 89 Jahrringen.

Nummer des Jahrringes gezählt	Mittlere Länge		Mittel aus
	von außen nach innen	von innen nach außen	
		in Teilstrichen des Mikrometers	in Millimetern
89	1	59	0,96
88	2	70	1,13
86	4	91,7	1,49
84	6	104,6	1,69
82	8	121	1,96
81	9	131,7	2,13
80	10	125,6	2,03
75	15	151,8	2,46
71	19	143,9	2,33
65	25	174,6	2,83
61	29	182	2,95
51	39	176,6	2,86
41	49	188	3,05
31	59	190	3,08
21	69	180	2,92
11	79	197,6	3,20
2	88	190,3	3,08

Einzelmessungen

Die durchschnittliche Länge steigt also von dem ersten Jahrringe, wo sie mit einem mm einsetzt, allmählig bis zum 9.,*) dann mit geringen Schwankungen — das zeigen die Zahlen im 10. und 19. Ringe — weiter bis zum 25.—30. und ist hier schon von dem Maximum der Scheibe nicht mehr weit entfernt. Der höhere Wert von 3,2 mm im 79. Ringe läßt vermuten, daß die Längenzahlen den höchsten Wert, den sie in dieser Höhe des Stammes überhaupt annehmen können, noch nicht erreicht haben, sondern langsam und schwankend erst in späteren Vegetationsperioden erreichen werden. Für diese Vermutung sprechen die von Schulze gefundenen Längenmittel einer 140jährigen Fichten-Stammscheibe, die höchstwahrscheinlich aus der Nähe des Stammendes genommen ist: das Maximum liegt hier im 120. Jahrringe, wird von der Pflanze also erst spät erreicht. Ein Irrtum oder eine Ungenauigkeit scheint mir bei seinen Zahlen für den 1. und 2. Jahrring vorzuliegen; für beide giebt er 1 mm an, während aus den Zahlen der Tabelle eine Längenzunahme im 2. Ringe gegenüber dem 1. auf das Deutlichste hervorgeht. Sonst steigen seine Werte rascher und höher in den ersten 90 Jahrringen, als die meinigen: der höchste (4,68 mm) ist dort im 80., hier fast genau an derselben Stelle, im 79., beträgt aber nur 3,2 mm. Es bestätigt sich auch hier, was Sanio bei der Kiefer gefunden hat, daß die Zelllängen bei verschiedenen Individuen derselben Art ziemlich verschieden an denselben Stellen des Pflanzenkörpers ausfallen können.***) Sanio hat in einer 105jährigen aus der Nähe des Wurzelkranzes stammenden Kiefer-Querscheibe im 20. Jahrringe — über die älteren sind keine Angaben gemacht — eine Durchschnittslänge von 1,87; im 29. von 2,48 und in dem 30., 31., 46., 60., 80., 105. von 2,60, 2,65, 2,65, 2,65, 2,69, 2,65 mm gefunden; die letzten 6 Werte fallen durch die Übereinstimmung recht auf.

Ich lasse nun die Durchschnittslängen der Tracheiden des Wurzelholzes folgen. Die Zellen mancher Jahrringe, z. B. der ältesten, konnten wegen der geringen Dicke und unsicheren Begrenzung der Zuwachszonen und wegen ihres gewundenen Verlaufs nicht für sich getrennt werden. Ich

*) Im 3., 5. und 7. Ringe wurde allerdings nicht gemessen, doch sind die Unterschiede zwischen dem 2., 4., 6. und 8. so groß, daß man auch bei ihnen fortgesetztes Steigen annehmen darf.

**) Weitere Belege hierfür werden in einigen der folgenden Tabellen gebracht.

bin zwar und gerade da, wo mir aus besonderen Gründen daran gelegen sein mußte, bemüht gewesen, des teilweise so schwierigen Materials Herr zu werden und die Hindernisse seiner Zurichtung zu überwinden. In Fällen, wo der Jahreszuwachs nur wenige Zellschichten ausmachte und die abschließenden Herbstzellen so gering entwickelt waren, daß die Trennung eines Faserbündels aus einem bestimmten Ringe schier unmöglich wurde, habe ich mich zuerst aus Querschnitten über die Breite der Zuwachszonen genau unterrichtet, darauf ein schmales riemenförmiges Stück in der Richtung vom Marke nach der Oberfläche hin herausgeschnitten, aus ihm von bezeichneten Stellen der Querfläche aus durch 2 einander möglichst nahe Tangentialschnitte ein schmales Bündel abgelöst, dann die Entfernungen der beiden tangentialen Schnittflächen vom Marke und endlich aus ihnen durch Vergleichung mit dem Querschnitte die eingeschlossenen und abgetrennten Jahrringe bestimmt. Auf diese Weise gelingt es, bei vielleicht 15–20jährigen Wurzelstücken von noch nicht 3 mm Stärke, wenn auch nicht einzelne Jahrringe mit Sicherheit zu isolieren, so doch auf 2–4 Jahrringe einzuengen.

Tabelle II. 1. Wurzelscheibe.

Scheibe mit 92 Jahrringen, von der Gestalt eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken und schwach concaven langen Seiten, etwa 16 cm hoch und 8 cm breit; der innerste Ring von der unteren Seite ungefähr 5, von der oberen 9 cm entfernt. Abstand vom Stamme 10 cm.

Nummer des Jahrringes gezählt		Mittlere Länge		Mittel aus
von außen nach innen	von innen nach außen	in Teilstreichen des Mikrometers	in Millimetern	
92–89	1–4	83	1,34	50
85	8	130,2	2,11	70
84	9	150,7	2,44	70
83	10	109	1,77	50
82	11	117	1,90	50
79	14	125,6	2,03	50
77	16	141,6	2,30	80
75	18 I	140,4	2,27	50
=	= II	139,9	2,27	50
73	20	140	2,27	75
70	23	119	1,93	48
65	28	125	2,03	50
60	33	111,3	1,80	41
=	= Frühjahr- zellen	101,8	1,65	41
55	38	142,6	2,31	50
50	43	109,3	1,77	46
46	49	133,8	2,17	50
40	53	138,2	2,24	38
=	= Frühjz.	125	2,02	40
35	58	145	2,35	50
30	63	148,9	2,41	30
=	= Frühjz.	139,7	2,26	32
25	68	132	2,14	50
20	73	145	2,35	46
15	78	170,3	2,76	70
10	83	139,2	2,26	46
5	88	147,4	2,39	70
2	91	148,4	2,40	37
=	= Frühjz.	132,5	2,15	31
				Einzelmessungen

Das kleinste Mittel liegt in den ältesten 4 Jahrringen. Die mittlere Länge des 1. Ringes ist wahrscheinlich nur wenig von der entsprechenden des Stammes verschieden. Deutlich bemerkbar ist das rasche Ansteigen der Mittellängen in den ersten 9 Jahren; ein Maximum innerhalb dieses Zeitraumes ist unwahrscheinlich und im Verlaufe der ersten 4 Jahre ausgeschlossen, wie die zwischen 0,76 und 1,96 mm*) liegenden Einzelwerte erkennen lassen. Mit dem 9. Jahre ist eine Länge erreicht, die erst viel später wieder auftritt, annähernd schon das Maximum der Scheibe überhaupt. Im folgenden 10. Ringe stellt sich plötzlich ein starkes Fallen ein, denn der Unterschied zwischen beiden beträgt nicht weniger als 0,67 mm. Weiter steigen die Werte im 11., 14. und 16. Ringe wieder zu größerer Höhe, um auf ihr bis zum 20. etwa zu verharren. Vom 20. sinken sie abermals bis zum 33. Ringe und wachsen bis zum 38.. Nach wiederholtem Herabgehen bleibt die Größe vom 50. Jahre an im Großen und Ganzen constant, nimmt aber im 78. Ringe den besonders hohen Wert von 2,76 mm an, den höchsten der Scheibe (im oberen Radius) überhaupt. Das abweichende Verhalten der Wurzelholzzellen gegenüber den Stammholzzellen springt in das Auge: hier ein allmähiges Anwachsen der Längen in den ersten 25–30 Jahren zu einem größeren Werte, von dem sich die folgenden nicht weit mehr entfernen; dort ein viel rascheres Ansteigen in den ersten 9 Jahren, wiederholtes Zurückgehen auf niedrige Werte (1,77, 1,65 und 1,77 mm) und annäherndes Verharren erst nach Ablauf von 50–60 Jahren.

Es lag die Vermutung nahe, daß dieselbe Ursache, die dem größeren Mittelwerte im 78. Ringe der Wurzel zu Grunde liegt, auch die entsprechende Zuwachszone des Stammes, wenigstens in seinem unteren und nur etwa 70 cm entfernten Teile, in demselben Sinne beeinflußt haben möchte. Deshalb wurde noch nachträglich in dieser gemessen. Der Mittelwert, 2,95 mm, weicht hier jedoch so gut wie gar nicht von dem einen benachbarten ab und bleibt um 0,25 mm hinter dem andern zurück. Darin liegt eine Bestätigung dafür, daß Wurzel und Stamm schon in der Nähe ihrer Verbindung ihren eigenen Wachstumsgesetzen gehorchen.

Die im 33., 53. 63. und 91. Ringe im Frühjahrsholze vorgenommenen Messungen zeigen, wie das besonders Schulze an vielen Ringen verschiedener Bäume nachgewiesen hat, daß die Mittellänge der Frühjahrszellen kleiner ist als die der Herbstzellen desselben Ringes. Dieses Anwachsen der Länge von der ersten Frühjahrszelle bis zur letzten Herbstzelle läßt sich nicht selten in dem für Meßzwecke hergerichteten Präparate direkt beobachten, wenn bei engen Ringen von 5–8 Zellschichten eine in demselben Radius liegende Zellenreihe in ihrem Verbande geblieben ist.

Die von Sanio in der 93jährigen Kieferscheibe ermittelten Zellenlängen sind:

Jahrring	1	6-8	13-14	18	20	21	22	23	25	28	29
Mittlere Länge	2,78	6,60	6,60	5,43	4,74	4,17	4,13	3,69	3,13	2,95	2,78

Jahrring	30	31	32	40	61	93
Mittlere Länge	2,69	2,58	2,87	2,95	2,95	2,91

Diese Zahlen weichen von denen der 2. Tabelle in verschiedenen Punkten ab. Ganz besonders bemerkenswert will mir scheinen, daß die schon früh sich einstellende beträchtliche Länge von 6,60 mm

*) Der höchste von 2,48 mm ist ganz vereinzelt.

in den späteren Jahren, in denen die Mittellänge etwa constant wird, auch nicht annähernd wieder erreicht wird, sondern diese um mehr als 3 mm übertrifft. Während die Werte beider Reihen (der Kiefer- und der Fichtenscheibe) in den späteren Jahren einander nahe kommen, beträgt das Maximum der letzteren nur etwa $\frac{4}{9}$ des Maximums der ersteren. Auffällig ist, daß schon im 1. Jahrringe die Länge der Zellen fast so groß ist, wie in den späteren, in denen sie annähernd constant geworden ist. Wer die eigentümlichen Schwierigkeiten kennt, die mit der Trennung der ältesten engen Wurzelringe verknüpft sind, wird leicht zu der Annahme neigen, daß an dieser Zahl noch Zellen des 2., vielleicht auch noch des 3. Ringes mitgewirkt haben mögen. Diese wachsen nun, wie Sanio's Messungen an den jüngeren Hauptwurzeln erkennen lassen (vergl. S. 4), rascher und zu beträchtlicherer Größe an, als bei der Fichte; um so mehr werden sie also, wenn sie sich den Zellen des 1. Jahrringes beigesellen, das für diese gesuchte Längenmittel nach oben beeinflussen. Ob nun die 3 im 40., 60. und 93. Ringe gefundenen Längen genügen, um aus ihnen die Folgerung herzuleiten, daß vom 30. Jahre etwa an die Größe constant bleibe, das möchte ich bezweifeln. Nimmt man nämlich aus der 2. Tabelle die dem 40., 60. und 93. Ringe etwa entsprechenden 38, 58 und 91 heraus, so erhält man gleichfalls annähernd gleiche Werte (2,31, 2,35 und 2,40 mm); es würde aber in diesem Falle die Folgerung, daß schon mit dem 40. Jahre die Länge constant werde, irrig sein, wie die Zahl im 43. Ringe (1,77) erweist.

Schulze fand bei der 80jährigen Scheibe der Weymouthskiefer folgende Zahlen:

Jahrring	1	5	10	15	20	30	40	50	60	70
Mittlere Länge	2,31	2,74	2,92	2,94	2,75	2,99	3,19	3,45	3,26	3,27

Wie oben schon erwähnt wurde, folgert er aus ihnen, daß die Mittellänge allmählich bis zum 50. Jahre zunehme und dann constant bleibe. Er vermißt also die rasche Zunahme in den ältesten Jahrringen. Woran liegt's? Wenn die Fichte mit der Föhre die Eigentümlichkeit gemein hat, bald nach der Anlage der ersten Wurzelringe recht lange Zellen zu bilden, so wird höchstwahrscheinlich auch der ihr noch viel näher stehenden Weymouthskiefer diese Eigenschaft zukommen. Wahrscheinlich sind nun Schulze die längeren Zellen entgangen, weil er von den 15 Ringen, in denen sie erwartet werden dürfen, nur 3 (den 5., 10. und 15.) untersucht hat. Ich vermute freilich, daß er, auch wenn er Ring für Ring genommen hätte, keine vor den übrigen besonders hervorragende Länge gefunden haben würde, weil er eine unmittelbar am Stamme geschnittene Wurzelscheibe benutzte, das Verhalten der Wurzel aber in dieser Gegend merklich anders sein wird, als in größerer Entfernung von ihm. In die Richtigkeit seiner für den 1. Jahrring angegebenen Zahl setze ich einige Zweifel. Wenn er für den 1. Ring des Stammes derselben Pflanze dicht über dem Boden 0,99 und 4 m hoch 1,03 mm gefunden hat*) — in Wirklichkeit wird auch hier eine größere Differenz vorhanden sein —, so kann nicht gut so hart am Stamme (die Pflanze ist 85-, die Wurzel auf diesem Querschnitte 83jährig) die Wurzel schon doppelte Zellenlänge besitzen.

Tabelle III. 2. Wurzelscheibe

87jährig, schief-eiförmig mit nach unten gekehrter stumpfer Seite; 57 mm hoch, 35 breit; der innerste Ring von der oberen Seite ungefähr 33, von der unteren 24 mm entfernt; Abstand von der Wurzelbasis 100 cm.

*) Schulze, Größenverhältnisse der Holzzellen, S. 35.

Nummer des Jahrringes gezählt		Mittlere Länge		Mittel aus
von außen nach innen	von innen nach außen	in Teilstreichen des Mikrometers	in Millimetern	
87-86	1-2	102,5	1,66	70
87-84	1-4	117	1,89	90
82	6	175	2,84	150
81	7	124	2,01	85
80	8	145,3	2,35	70
78	10	149,8	2,43	70
76	12	155	2,51	70
74	14	173,6	2,81	70
72	16	155	2,51	70
70	18	159,2	2,58	70
65	23	144,7	2,34	70
60	28	154,8	2,51	70
50	38	158,3	2,56	60
40	48	170,6	2,76	60
30	58	165,4	2,68	60
24	64	169,4	2,74	60
20	68	181,7	2,94	55
8	80	167,5	2,71	60
2	86	176,8	2,86	60
				Messungen

Für sich betrachtet zeigen die Zahlen wiederum ein rasches Ansteigen innerhalb der ersten 6 Jahre, mit deren Ablaufe sie ein Maximum erreichen und einen Wert, der hinter dem höchsten der ganzen Scheibe nur um 0,1 mm zurückbleibt. Im 7. Ringe macht sich ein besonders starkes Fallen bemerkbar: der Unterschied zwischen seiner Mittelzahl und der des vorigen beträgt 0,83 mm. Von hier aus steigen die Werte bis zum 14. Ringe, in dem zum 2. Male eine beträchtliche Länge (2,81) sich einstellt. Nach abermaligem geringeren Fallen und Steigen bleibt die Größe im Ganzen constant. Der niedrigste Wert der Reihe in den ersten Ringen (1,66) ist bereits merklich größer als die entsprechenden der Stammscheibe (0,95 und 1,13); der höchste bleibt jedoch etwas gegen den höchsten in dieser zurück. Während das erste scharf ausgeprägte Maximum bei der ersten Wurzelscheibe im 9. Ringe sich einfindet, tritt es hier schon im 6., also 3 Jahre früher auf. Sonst liegen die Zahlen der 2. Scheibe über den entsprechenden der ersten; nur 1 Mal kommt ihr diese (im 78. Ringe) nahe. Daraus geht also hervor, daß die Durchschnittslängen in den auf einander folgenden Wurzelquerschnitten mit zunehmender Entfernung vom Stamme größer werden.

Tabelle IV. 3. Wurzelscheibe.

67jährig; eiförmig mit nach unten gekehrtem stumpfen Ende und schwach concaven Längsseiten; 40 mm hoch, 26 breit; der innerste Ring 27 mm vom oberen Ende des großen Durchmessers entfernt; Abstand vom Stamme 150 cm.

67-65	1-3	97	1,57	60
63	5	196	3,18	60
60	8	210	3,40	50
50	18	200	3,24	50
40	28	169,6	2,75	50
35	33	159	2,58	50
30	38	172,4	2,79	50
25	43	190,6	3,09	50
20	48	191	3,09	50
18	50	170	2,75	30
15	53	182	2,95	50
10	58	159	2,58	50
5	63	172	2,79	24
=	= Frühjz.	(157)	(2,54)	25
2	66	182,7	2,96	50

Auch in der 3. Wurzelscheibe zeigt sich ein rasches Anwachsen der mittleren Länge im Verlaufe der ersten 8 Jahre. Möglicherweise liegt das erste Maximum schon im 6. oder 7. Ringe, denn die Werte im 5. und 8. sind schon nicht mehr weit voneinander. Vom 8. Jahre bis zum 33. scheinen die Zahlen im Allgemeinen zu fallen, wachsen darauf und bleiben dann mit stärkeren Schwankungen constant. Bis auf den 58. Ring, in dem die Zellenlänge geringer ist (2,58) — die in der zweiten Scheibe beträgt an dieser Stelle 2,68 mm —, liegen die Zahlen der 3. Scheibe über den entsprechenden der 2. und also auch der 1.. Es sind demnach die Durchschnittslängen in diesem Querschnitte gegen die des vorhergehenden gewachsen. Da, wo die Mittellänge etwa constant wird, ist sie von der in der Stammscheibe nur wenig verschieden.

Tabelle V. 4. Wurzelscheibe.

Ungefähr 50jährig; ellipsenförmig, im verticalen großen Durchm. 23, im horizontalen kleinen 19 mm stark; der älteste Jahrring von dem oberen Ende des großen Durchmessers 14 mm entfernt; Abstand vom Stamme 2 m.

Nummer des Jahrringes gezählt		Mittlere Länge		Mittel aus
von außen nach innen	von innen nach außen	in Teilstrichen des Mikrometers	in Millimetern	
51 und 52	1 und 2	113	1,83	55
50	3	218	3,53	50
49	4	242	3,92 *)	56
46	7	272	4,41 *)	60
40	13	236	3,82 *)	55
30	23	264	4,28 *)	53
20	33	194	3,14	70
11	42	215	3,48	60
2	51	231	3,74	60
				Messungen

Der Mittelwert der ersten beiden Jahrringe weicht von der der andern Scheiben nur wenig ab, wächst aber in den folgenden Ringen ganz besonders rasch. Das erste Maximum liegt, wenn nicht im 7. Ringe selbst, doch in seiner unmittelbaren Nähe. Der 23. Ring etwa — die Ringe 9—35 waren teilweise nicht sicher zu bestimmen — weist nochmals eine sehr beträchtliche Mittellänge seiner Zellen auf, die die größte im 7. fast erreicht. Die Schwankungen in den Zahlen sind entsprechend den bedeutenderen Längen größer. Die Werte der Scheibe liegen alle über den in Frage kommenden der 1., 2. und 3.; in ihr wurden die größten Längen überhaupt (5,59 und 6,16 mm) beobachtet.

Tabelle VI. 5. Wurzelscheibe.

Etwa 30jährig (die Ringe zum großen Teile nicht mehr sicher zu bestimmen); ellipsenförmig, 10 mm hoch; der 1. Ringbeinahe in der Mitte der Scheibe; Entfernung von der Wurzelbasis 3,2 m. *)

30—28	1—3	109	1,77	80
24	7	222,5	3,60	56
23—21	8—10	228	3,69	60
20	11	204	3,30	70
10	21	182	2,95	70
5	26	149	2,41	85
2	29	217	3,52	70
				Messungen

*) Bei der spärlichen Entwicklung des Herbstholzes wurden zum größten Teile Frühjahrszellen gemessen.

Die Durchschnittslänge der 3 ältesten Ringe ist der in der 4. Scheibe ungefähr gleich, vielleicht schon etwas kleiner. Auch hier nehmen die Längen in den ersten Jahren rasch zu, und das erste Maximum liegt etwa im 8. Ringe. Darauf geht die Länge beträchtlich herab (von 3,69 auf 2,41 mm), um im Verlaufe von 3 Jahren das erste Maximum fast wieder zu erreichen. Die Zahlen der 5. Scheibe bleiben sämtlich unter den entsprechenden der 4. und teilweise unter denen der 3. Daraus geht hervor, daß an dieser Stelle der Wurzel der Querschnitt mit den größten Zellenlängen schon überschritten ist und daß diese weiter nach dem Stamme hin liegen.

In weiteren Entfernungen von der Basis konnte die Wurzel nicht mehr untersucht werden, da sie nur bis auf 3,2 m ausgehoben war. Dafür habe ich noch in einer jüngeren Scheibe einer schwächeren Seitenwurzel desselben Baumes gemessen.

Tabelle VII. 6. Wurzelscheibe.

Etwa 16jährig, doch nur die wenigsten Ringe schärfer begrenzt; ellipsenförmig, großer Durchmesser 2,35, kleiner 2,14 mm; 1. Ring 1,5 mm von der Oberseite entfernt.

1. und 2. Jahrring:	1,73 mm	(70 Messungen)
9. und 10. -	3,18 -	(70 -)
15. und 16. -	3,76 -	(75 -)

Auch in der Scheibe dieser Wurzel ist die Mittellänge der ältesten Ringe annähernd der entsprechenden in der 2., 3., 4. und 5. oben gleich. Wahrscheinlich liegt das erste regelmäßig früh auftretende Maximum dicht vor dem untersuchten 9. und 10. Ringe und die Mittellänge ist also von diesen ab bereits in einem 2. Steigen begriffen. Die Zahlen bleiben unter den entsprechenden der 4. Wurzelscheibe.

Ohne zunächst die genaueren Angaben Sanio's über die Veränderlichkeit der mittleren Zellenlängen bei verschiedenen Individuen derselben Art zu kennen, nahm ich gleichzeitig mit jenen auch einige Messungen an einer andern Fichte vor, wie oben schon gesagt wurde. Es ist von vornherein zu erwarten, daß der Pflanzenkörper, der bei dem einen Individuum durch besonders kräftige Entwicklung und bei dem andern durch Schwäche und Kümmerlichkeit auffällt, auch in seinem Inneren dem entsprechende Erscheinungen aufweisen wird. Seine Masse ist ja schließlich nur die Summe aller an seinem Aufbaue beteiligten Elemente, seiner Zellen. Größere Zuwachszonen werden der kräftigeren Pflanze, geringere der schwächeren im Allgemeinen zukommen. Dabei wird sogleich bemerkbar, daß der Zuwachs von zwei Factoren abhängig ist, von der Zahl und von der Größe seiner Elemente. Das führt auf die Frage, ob die schwächere Entwicklung einer Pflanze zunächst mehr durch geringe Größe oder durch geringe Anzahl der Zellen ihrer Zuwachszonen verursacht wird oder ob beide in etwa gleichem Maße an ihr beteiligt sind. Solche Betrachtungen waren es, die mich zu einigen Zellenmessungen an einer 2. Fichte veranlassten. Diese war unter völlig anderen Verhältnissen als die erste aufgewachsen: auf armseligem und überaus nassem Torfboden, von üppigen Sphagnaceen, Vaccinien und Cyperaceen fast erdrückt, ohne Schutz dem Winde und Wetter in einer Höhe von 920 m preisgegeben. Im Verlaufe fast eines halben Jahrhunderts hatte sie es auf eine Höhe von etwa 45 und auf eine Stärke von 1,7 cm über dem Wurzelkranze gebracht.*)

*) Das sind noch nicht die winzigsten Dimensionen. Unter den Exemplaren, die ich noch für andere Zwecke mit jenem an demselben Orte gesammelt habe, befindet sich eins, dessen Stamm bei 31 Jahrringen (1 cm oberhalb der Basis) einen mittleren Durchmesser von 4,7 mm und eine Höhe von 23 cm hat. Auf dem größten Radius (2,9 mm) liegen nicht weniger als 270—280 Zellen; der durchschnittliche Jahreszuwachs an dieser noch bevorzugten Wachstumsseite beträgt also 9 Zellen.

Tabelle VIII. Stammscheibe der 2. Fichte.

Jahrring		1(u.2)	6	10	20	30	36
Mittlere	mm	0,67	0,87	0,97	1,26	1,39	1,59
	Teilstr. des Mikrometers	41,3	54	60	78	85,7	98,3
Mittel aus		70	50	50	50	70	70

Die Querscheibe entspricht in ihrer Lage zur Pflanze fast genau der des 1. Stammes — beide sind aus derjenigen Höhe genommen, welche die Pflanze mit dem 10. Jahre etwa erreicht hatte — ; ihre Entfernung von der Basis beträgt aber nur $\frac{1}{30}$ von der der letzteren. Die Zellen des 1. (und 2.) Ringes sind $\frac{2}{3}$ so lang wie die der 1. Stammscheibe. Das für den Stamm geltende Gesetz einer allmählichen Zunahme der mittleren Zellenlänge geht deutlich auch aus diesen Zahlen hervor. Aber diese Zunahme vollzieht sich langsamer: im 6., 10., 20. und 30. Ringe beträgt sie 0,32, 0,46 0,9 und 1,1 des ersten, während sie im 1. Stamme 0,76, 1,14, 1,44 und 2,1 ausmacht.*) Es scheint, daß die constante Länge, die bei der 1. Stammscheibe sich um das 30. Jahr einstellt, hier erst später erreicht wird.

Die oberste und für die Untersuchung benutzte Seitenwurzel hatte unmittelbar am Stamme 20 Jahrringe und 23 mm Höhe. Eine andere am Grunde zunächst viel stärkere Wurzel zählte am Stamme 27 Jahrringe, war aber im Längenwachstum gegen jene weit zurückgeblieben. Es ist also sehr merkwürdig, daß die Fichte es nicht zu einem alljährlichen in sich abgeschlossenen Dickenzuwachs gebracht hat, sondern daß sie durchschnittlich nur alle 2 Jahre eine abgegrenzte Zone in dem ersten Teile der Wurzel gebildet zu haben scheint. Daraus würde die Frage entstehen, ob die cambiale Schichte in bestimmten Vegetationsperioden ihre Thätigkeit ganz einstellt, oder ob sie bei anhaltender Thätigkeit zum Abschlusse der Zonen unter Umständen mehrere Perioden nötig hat.**)

Tabelle IX. 1. Wurzelscheibe.

Mit 19 Ringen, schief-eiförmig, 14 mm hoch, der älteste Ring 12 mm von der Oberseite entfernt; Abstand von der Basis 2 cm.

Jahrring		1 u. 2	1—4	5	10	15	19
Mittlere	in Millimetern	1,45	1,57	1,68	1,87	1,73	1,96
	in Teilstr. des Mikrometers	89,4	97	104	115,4	107	121
Mittel aus		60	50	60	60	50	Mes- sungen

*) Selbst wenn die im 1. Ringe gefundene Mittellänge zu groß sein sollte — wegen seiner beträchtlichen Enge können sich bei der Präparation noch Zellen aus dem 2. Ringe beigelegt haben — so ist die Zunahme in den aufeinander folgenden Zonen so gering, daß die angeführten Zahlen nur ganz unbedeutend sich erhöhen können.

**) Ich vermute aus gewissen Umständen, daß das letztere der Fall ist. Ob sich diese Vermutung bestätigen wird, werden weitere Untersuchungen zeigen, die ich hierüber sowie über andere Eigentümlichkeiten dieser zwergartigen Gestalten demnächst vorzunehmen denke.

Es ist bemerkenswert, daß die durchschnittliche Zellenlänge der innersten Ringe schon das Doppelte der entsprechenden in der Stammscheibe ausmacht, obwohl beide Querschnitte nur 4 cm von einander entfernt sind. Die Zahlen zeigen eine langsame Zunahme, wie diejenigen im Stamme; das erste Maximum, das im 10. Ringe oder in dessen Nachbarschaft liegt, ist noch nicht scharf ausgeprägt.

Tabelle X. 2. Wurzelscheibe.

Mit 14 durchgehends deutlich abgegrenzten Ringen, eiförmig, 6 mm hoch, der 1. Ring 4 mm von der Oberseite entfernt; Abstand vom Stamm 20 cm.

Jahrring	1 u. 2	1-3 (4)?	5	10	14	
Mittlere	in Millimetern	1,30	1,54	2,22	2,13	2,06
Länge	in Teilstr. des Mikrometers	80	95	137	131,6	127,4
Mittel aus		50	60	60	50	50
						Mes- sungen

Die Mittellänge der ältesten Ringe ist etwa dieselbe wie in der 1. Scheibe, im 5. Ringe jedoch beträchtlich größer als dort; in diesem oder in einem der nächsten auf ihn folgenden ist das erste Maximum vorhanden.

Tabelle XI. 3. Wurzelscheibe.

Mit 13 deutlich geschiedenen Ringen, die durchschnittlich aus 2 Frühjahrszellen und 1 Herbstzelle (auch wohl 2) bestehen; eiförmig, im Holze 2,5 mm hoch; der 1. Ring 1,3 mm von der oberen Seite entfernt; Abstand 40 cm.

Jahrring		1-3	7-9	12 u. 13	
Mittlere	mm	1,99	3,26	3,37	
Länge	Teilstr. des Mikrometers	123	201	208	
Mittel aus		89	80	65	Mes- sungen

Die Zahlen liegen alle über denen der vorigen Scheibe und steigen rascher und höher an.

Tabelle XII. 4. Wurzelscheibe.

Mit 12 scharf getrennten Ringen, die aus einer oder 2 Frühjahrszellen und ebensoviel Herbstzellen bestehen; ellipsenförmig, 2,1 mm hoch; Abstand 55 cm.

Jahrring		1 u. 2	5 u. 6	11 u. 12	
Mittlere	in Millimetern	1,86	3,03	3,62 Frjhlz. 3,68	
Länge	in Teilstr. des Mikrometers	115	187	227	
Mittel aus		80	60	60	Mes- sungen

Die Zahlen steigen ähnlich rasch wie die der 3. Scheibe und sind ihnen im Ganzen gleich. Hält man die Mittellängen der letzten 4 Scheiben (Tabelle IX—XII) gegen die der ersten 5 (Tabelle II—VI), so fällt auf, dass besondere Differenzen, die man bei der Verschiedenheit beider Fichten hätte erwarten können, nicht vorhanden sind. Der Unterschied zwischen den grössten Zahlen dort und und hier beträgt nur 0,4 mm, zwischen den kleinsten ist er ohne Belang. Danach scheinen ungünstige Wachstumsverhältnisse die Länge der Wurzelwerte nur wenig zu beeinflussen; mehr von ihnen betroffen werden die beiden anderen Dimensionen. Auf dem 2,35 mm großen Radius der 6. Scheibe liegen z. B. 42 Zellen, auf dem 1 mm langen der 4. (Tab. XII) 36; die durchschnittliche radiale Breite ist bei diesen halb so groß als bei jenen, während die entsprechenden Längen beinahe gleich sind. Im Stamme dagegen scheint — soweit man nach den Zahlen einer Querscheibe urteilen darf — neben der Breite und Tiefe auch die Länge beträchtlicher zurückzubleiben.

Nach Ermittlung der Durchschnittslängen im oberen Radius *) maß ich bei einigen Scheiben (1, 2 und 3) im unteren. Dazu veranlaßten mich Erwägungen über die mechanischen Verhältnisse der Wurzel und der Umstand, daß Messungen der Art, soviel mir bekannt ist, noch nicht vorliegen. Zunächst wurden in der Stammscheibe der 1. Fichte 2 Ringe (25 und 59) willkürlich herausgegriffen und an diametral entgegengesetzten Stellen untersucht. Als Mittelzahlen ergaben sich für den

29. Ring im nordwestlichen Radius 2,83, im südöstlichen 2,78 mm; für den

59. - - - - - 3,08, - - - 3,12 -

Die Stammquerschnitte haben, wie man demnach annehmen darf, in denselben Ringen gleiche mittlere Zellenlänge.

	Jahrring	Mittlere Länge		Mittel aus
		im ob. Radius	im unt. Radius	
1. Scheibe	10	1,77 mm	1,89 mm	50
	11	1,90	1,93	50
	14	2,03	1,97	50
	18	2,27	2,00	50
	23	1,93	2,03	48
	28	2,03	2,12	50
	33	1,65	1,89	41
	38	2,31	2,10	50
	43	1,77	1,98	46
	49	2,17	2,25	50
	53	2,24	2,49	41
	58	2,35	2,15	50
	63	2,41	2,39	32
	= Fhiz.	2,26	2,04	36
2. Scheibe	68	2,14	2,28	50
	73	2,35	2,34	46
	18	2,58	2,64	73
	28	2,51	2,48	80
	38	2,56	2,51	70
	48	2,76	2,70	70
3. Scheibe	58	2,68	2,67	70
	64	2,74	2,79	70
	80	2,71	2,84	90
	38	2,79	2,87	50

*) Gemeint ist der obere Radius jedes einzelnen Ringes, der keineswegs mit dem oberen Radius der ganzen Scheibe immer zusammenfällt. Oft genug bildet das schmal-ellipsenförmige oder fast bandförmige Mark älterer Wurzeln, das normaler Weise der Horizontalebene etwa parallel geht, mit dieser beträchtliche Winkel.

Die Differenz der Zahlen der 1. Scheibe ist in 7 Fällen etwas beträchtlicher und größer als 0,2 mm; die übrigen liegen so nahe bei einander, dass man gleiche mittlere Länge annehmen darf. Eine Regelmäßigkeit in der Weise, daß die größeren Durchschnittslängen entweder dem einen oder dem andern Radius zukämen, ist nicht vorhanden; denn in den Fällen, wo die Differenz größer als 0,2 mm ist, liegt die größere Zahl ebenso oft im oberen als im unteren Radius. Nimmt man die zu einander gehörigen Zahlen der beiden andern Scheiben, so besteht mit Ausnahme eines Falles ein Unterschied so gut wie gar nicht; aber selbst in diesem Falle (80. Ring der 2. Scheibe) ist die Differenz von 0,13 mm möglicherweise zum größten Teile durch die Fehlergröße beider Zahlen hervorgebracht. Man kann also annehmen, daß die Abweichungen in der 1. Scheibe, gerade weil sie nach der einen wie nach der andern Seite hin fallen, von besonderen Einflüssen — ich denke vorzugsweise an solche mechanischer Art — herrühren, die in weiterer Entfernung vom Stamme nicht mehr oder nur noch schwach sich äußerten, und daß die mittlere Länge der Zellen oben und unten im Allgemeinen gleich ist.

Darauf nahm ich an denselben Querscheiben noch einige Messungen in den seitlichen Radien vor. Die Resultate sind folgende:

	Jahrring	Mittlere Länge		Mittel aus
		im oberen Radius	im seitlichen Radius	
1. Scheibe	14	2,03 mm	2,33 mm	80
	23	1,93	2,54	80
	33	1,65	2,39	70
	43	1,77	2,38	84
	53	2,24	2,68	80
	63	2,41	2,75	80
	73	2,35	2,75	70
	83	2,26	2,79	80
	91	2,40	2,86	80
2. Scheibe	28	2,51	2,63	80
	38	2,56	2,95	70
	48	2,76	3,03	71
	64	2,74	3,18	70
	80	2,71	3,27	55
3. Scheibe	58	2,58	2,88	70
	68	2,96	3,39	60
4. Scheibe	51	3,74	3,89	50

Ohne Ausnahme sind die auf der Seite der Querschnitte gefundenen Mittellängen größer als die aus dem oberen Radius; sie nehmen nach außen im Allgemeinen langsam zu und machen auch, wie die Ringe 33 und 43 der 1. Scheibe erkennen lassen, die Schwankungen der oberen mit, wenn auch in geringerem Grade. Aus den Zahlen der 2. Scheibe ist besonders gut ersichtlich, wie dieses Wachstum langsam nach außen fortschreitet, während die Mittellänge in dem oberen Radius auf demselben Werte verharret: im 48., 64. und 80. Ringe ist die Durchschnittslänge oben etwa gleich, seitwärts 0,27, 0,44 und 0,56 mm größer als dort. Diese Zahlen lassen es außer Zweifel, daß die Länge der Fasern eines Wurzelringes — besonders eines von der Kreisform erheblich abweichenden — noch abhängig ist von der Lage im Querschnitte, und daß die längeren Zellen in den seitlichen Regionen eines Ringes liegen. Der Unterschied scheint mit zunehmender Entfernung vom Stamme immer geringer zu werden. Diese merkwürdige Thatsache möchte ich mit der mechanischen Function der dem Stamme näher liegenden Wurzelteile in Zusammenhang bringen. Diese werden hier ganz besonders auf Druck- und Biegezugfestigkeit in Anspruch genommen. Den hohen An-

forderungen kann durch festeres Material, durch stärkere Dimensionen und durch eigenartige Construction genügt werden. Ob das Material in dieser Gegend der Hauptwurzel an sich mehr Festigkeit besitzt, darüber scheinen genauere Untersuchungen nicht vorzuliegen; daß aber die Form der Wurzel und ihre Structur sie besonders zu ihrer wichtigen mechanischen Function befähigt, ist leicht einzusehen. Hart am Stamme ist sie hoch, von ellipsenförmigem oder eiförmigem Querschnitte, häufig an den hohen Seiten concav, also eingedrückt-ellipsenförmig; weiter ab vom Stamme wird das Verhältnis zwischen dem hohen und dem Querdurchmesser kleiner — erst rascher, dann langsamer — und von einer gewissen Stelle ab bleibt die Abweichung des Querschnittes vom Kreise nur noch unbedeutend. Jener Teil der Wurzel ist besonders mechanisch beansprucht aber auch widerstandsfähig: die wirksamen Elemente liegen von der neutralen Faserschichte weiter ab und gewähren in ihrer Summe ähnliche Vorteile wie der T förmige oder ellipsenförmige Träger. Mechanisch betrachtet sind nun die in einer Axe hintereinander liegenden Zellen Röhren und die Scheidewände Querversteifungen, die dort weiter von einander gerückt sein können, wo die Röhren an mechanisch weniger beanspruchten Orten des Querschnittes verlaufen.

Ich stelle endlich noch aus der 2.—6. Tabelle die Mittellängen einiger Zuwachszonen in verschiedenen Entfernungen vom Stamme zusammen. *)

	Jahrring	2	20	30	40	50	60	70	80	82	84	
	Stamm	3,08	(2,92)	(3,08)	(3,05)	(2,86)	(2,95)	(2,33)	2,03	1,96	1,69	mm
Wurzel	1. Scheibe	2,40	2,35	2,41	2,24	1,77	1,80	1,93	(2,03)	1,90	2,44	-
	2. -	2,86	2,94	2,68	2,76	2,56	2,51	2,58	2,35	2,84		-
	3. -	2,96	3,09	2,79	2,75	3,34	3,40					-
	4. -	3,74	3,14	4,28	3,82	3,53						-
	5. -	3,52	3,30	1,77								-

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Zellen eines und desselben Jahreszuwachses von der Basis nach dem Wurzelende hin immer länger werden und daß sie die größte Länge nicht weit von der Spitze des Kegels haben, den die Zuwachszone vorstellt. Daß schließlich von dieser Stelle des Kegels bis zu seiner Spitze die Mittellänge rasch herabgehen muß, ergibt sich nach Früherem aus folgender Betrachtung: Die ersten Maxima der Querschnitte liegen im 6.—9. Ringe, also etwa auf einer Cylinderfläche, deren Axe mit der der Wurzel zusammenfällt und deren Radius der Dicke der ersten 6—9 Ringe gleich ist; jeder kegelförmige Jahreszuwachs, dessen Grundfläche größer ist als die der Cylinderfläche, muß diese schneiden; da er sie aber erst in der Nähe seiner Spitze schneiden kann, muß auch die mittlere Länge, die im Schnitte noch einen hohen Wert hat, auf der kurzen Strecke bis zur Spitze, wo sie einen niedrigen Anfangswert besitzt, rasch sinken. Die einzelnen Jahreslagen haben in der dem Stamme zunächst gelegenen 1. Wurzelscheibe die kleinsten Zellenlängen. Diese wachsen von hier aus nach der Spitze der Wurzel wie nach der des Stammes hin. Genau genommen liegt der Querschnitt der kleinsten Mittel an der Stelle der stärksten Krümmung zwischen der Wurzel und dem Stamme und in der ihren Winkel etwa halbierenden Ebene. In diesem Schnitte betrug das Mittel des 2. (ebenfalls von außen gezählten) Ringes 1,97 mm, das des ältesten 0,54 mm. Von diesem Querschnitte aus wachsen die Längenzahlen desselben 2. Ringes nach beiden Seiten zunächst sehr rasch, am raschesten im Stamme: in einer Entfernung von 12, 24, 36 und

*) Die Jahrringe sind von außen nach innen gezählt; die eingeklammerten Zahlen der Stammreihe kommen genau genommen dem nächstfolgenden Ringe, die eingeklammerte Zahl in der 1. Wurzelscheibe dem 79. Ringe zu; die Scheiben sind von der Basis 10, 100, 150, 200 und 320 cm entfernt.

60 cm aufwärts betragen sie hier 2,78, 2,82, 2,98 und 3,08 mm; in einer Entfernung von 12, 60 und 100 cm nach der Wurzelspitze hin 2,40, 2,61 und 2,86 mm.

Ich fasse die wichtigeren Resultate des 1. Teiles der Untersuchungen nochmals kurz zusammen.

In den einzelnen Wurzelquerschnitten erreicht die durchschnittliche Zellenlänge nach Ablauf der ersten 6–9 Jahre entweder den höchsten Wert überhaupt oder einen Wert, der hinter dem höchsten der ganzen Scheibe nur unbedeutend zurückbleibt. Nachdem das erste Maximum erreicht ist, fallen die Mittelzahlen und bleiben dann mit größeren oder geringeren Schwankungen constant. Von der Basis bis zu einem bestimmten Querschnitte der Wurzel wird zunächst die Längenzunahme in den auf einander folgenden Zuwachszonen immer beträchtlicher, während die Anfangswerte nicht so sehr verschieden sind; von diesem Querschnitte weiter nach der Spitze zu wird die Zunahme der Mittellänge wieder geringer. Alle Jahrringe haben die kleinsten durchschnittlichen Zellenlängen an der Übergangsstelle zwischen der Wurzel und dem Stamme. Von dort an wachsen diese, zunächst rasch im Bereiche des Stammes, langsamer in dem der Wurzel, in der sie dem Maximum erst schneller, dann langsamer sich nähern, um es erst in der Nähe der Spitze des Zuwachskegels zu erreichen; darüber hinaus gehen die Zahlen rasch auf einen geringeren Anfangswert zurück. Ein Längenunterschied zwischen den Zellen des oberen und des unteren Radius eines Jahrringes ist so gut wie nicht vorhanden; dagegen hat in den dem Stamme benachbarten Teilen der Hauptwurzel der Jahreszuwachs in den seitlichen Regionen längere Zellen als oben und unten. Dieser Unterschied scheint in den jüngeren Ringen eines Querschnittes größer zu sein als in den älteren und mit größerer Entfernung vom Stamme immer geringer zu werden. Der Einfluß sehr ungünstiger Wachstumsverhältnisse ist ganz unbedeutend auf die Zellenlängen der Wurzel, weit beträchtlicher auf die des Stammes. Bei den untersuchten Wurzelscheiben der Fichte ist das 1. in das 6.–9. Jahr fallende Maximum viel weniger hervorragend, als es Sanio bei der Kiefer gefunden hat, und die folgenden Mittelzahlen gehen lange nicht auf so (verhältnismäßig) geringe Werte herab, wie sie sich nach Sanio bei der Kiefer in den späteren Jahren einzufinden scheinen. Schulze ist das erste Maximum in der 1. hart am Stamme geschnittenen Scheibe der Weymuthskiefer entgangen, weil er in seiner Nähe nicht genug Ringe untersucht hat; es ist aber auch in dieser Gegend nur noch wenig ausgeprägt, weil das verschiedene Verhalten des Stammes und der Wurzel in Bezug auf mittlere Zellenlänge an der Übergangsstelle zwischen beiden sich ausgleichen muß.

Zweiter Teil.

Das Bedürfnis nach diagnostischen Merkmalen für die Bestimmung besonders fossiler Nadelhölzer hat zu einer größeren Reihe von Untersuchungen Veranlassung gegeben und hat nicht zum wenigsten die Kenntnis der anatomischen Verhältnisse des Coniferenholzes gefördert. Die Structur der Tracheiden und ihre Wanddicke, die Anzahl der Markstrahlen auf Quer- und Tangentialschnitten, die Höhe und Breite der Markstrahlen nach absolutem Maße wie nach der Zahl der Zellen, die Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit der die Strahlen zusammensetzenden Elemente und die Größe und Form der Tüpfel sind dabei vorzugsweise einer genaueren Prüfung und Vergleichung unterzogen. Bald glaubte man dem einen Verhältnisse bald dem andern einen besonderen diagnostischen Wert beilegen zu sollen. Manche Merkmale stellten sich als unsicher und zweifelhaft heraus, als Göppert, Hartig, Kraus und andere nach sorgfältigen Beobachtungen ihre Veränderlichkeit bei demselben Individuum nach Alter und Pflanzenteil und bei verschiedenen Individuen nach dem Standorte und anderen Verhältnissen nachgewiesen oder sehr wahrscheinlich gemacht hatten. Später glaubte Schröder (Das Holz der Coniferen) ein neues diagnostisches Merkmal in dem von ihm so genannten Markstrahlcoefficienten erblicken zu können; zu ihm hat Wille (Über den sog. Markstrahlcoefficienten) weitere Beiträge geliefert.

Wie bekannt ist, bestehen die Markstrahlen der Abietineen aus zweierlei Elementen: aus den gewöhnlichen oder normalen Markzellen, wie sie Schulz wegen ihrer großen Ähnlichkeit mit denen der übrigen Coniferen bezeichnet, und aus Quertracheiden, wie sie de Bary wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Tracheiden nennt. An dem Aufbaue eines Markstrahles beteiligen sich entweder nur normale Markzellen oder nur Quertracheiden oder beide zusammen. In dem letzten Falle können die Quertracheiden an beiden Seiten (oben und unten) oder nur an einer der normalen Markzellen anliegen und dabei auch noch zwischen ihnen sich finden. Im Stamme sind nun diejenigen Strahlen am häufigsten, die oben und unten von Quertracheiden begrenzte normale Markstrahlzellen enthalten. Das mag die Veranlassung gewesen sein, weshalb Schröder nur diese bei seiner Untersuchung berücksichtigte. Offenbar liegt in dieser Bevorzugung einer Gruppe von Markstrahlen eine gewisse Einseitigkeit. So wirft schon Möller die Frage auf, wie bei einem Markstrahle, der nicht allein außen sondern auch noch zwischen den normalen Markzellen Quertracheiden besäße, der Coefficient im Sinne Schröder's zu bestimmen sei. Deshalb und noch aus andern Gründen habe ich die Untersuchung allgemeiner gehalten und habe von vornherein den engen Begriff fallen lassen, den Schröder in die Formel C (Markstrahlcoefficient) $= \frac{J}{A}$ (innere Markstrahlzellen / äußere ") gefasst hat. Ich hätte mit ihm, wie sich bald ergeben wird, im Wurzelholze der Fichte nicht mehr viel anfangen können.

Während an einer großen Reihe von Coniferen das Stammholz auf seine Markstrahlen untersucht ist, sind die Beobachtungen am Wurzelholze in dieser Beziehung spärlich geblieben. Zwar macht Schulz einige allgemeinere Angaben, z. B., daß sich die Quertracheiden in den Wurzeln in derselben Anordnung wie im Stamme finden; genaueres aber bringt er nicht. Ebenso wenig haben Schröder und Wille ihre Untersuchungen in gleicher Weise auf die Wurzel ausgedehnt. Daher mag der folgende Beitrag nicht überflüssig sein. Ich habe also das Verhältnis zu ermitteln gesucht, in dem alle normalen Markzellen und alle Quertracheiden in verschiedenen Regionen der Wurzel zu einander stehen. Dieses Verhältnis kann man kurz „allgemeinen Coefficienten“ nennen; zur Unterscheidung von ihm mag der andere „besonderer Coefficient“ heißen.

Zunächst wurde das Verhältnis in einer Stammscheibe ermittelt, weil eine Vergleichung mit den Resultaten anderer wünschenswert und die Vergleichung zwischen dem Verhalten des Stammes und der Wurzel bei ein und derselben Pflanze notwendig war. Benutzt wurden die Stücke der 1. Fichte, die zur Bestimmung der Zellenlängen gedient haben. In dem äußeren Teile der Stammscheibe wurde in größeren Abständen, in dem inneren in kleineren untersucht. Da mir 30 Strahlen, wie sie Wille zur Ermittlung des Coefficienten bei der Fichte genommen hat, viel zu wenig schienen, so habe ich eine viel größere Anzahl, gewöhnlich 250, der Berechnung zu Grunde gelegt. Die Daten gaben zugleich das Material zur Berechnung des besonderen Coefficienten, der neben dem allgemeinen aufgeführt ist. In 2 anderen Columnen stehen noch die Zahlen für die durchschnittliche Höhe der Markstrahlen (in Zellen) sowie der einzelnen Markstrahlzellen. Endlich ist auch noch das Verhältnis der von Tracheiden eingefassten Strahlen zu allen übrigen in Prozenten angegeben.

Tabelle I. Stammscheibe.

Jahrring		Markstrahlcoefficient		Durchschnittshöhe		Von
von außen nach innen	von innen nach außen	allgemeiner	besonderer	der Markstr.	der Zellen	Tracheiden begrenzte Mstr.
88	2	3,57	2,46	5,9 Zellen	0,021 mm	31%
86	4	3,24	2,86	6,7	0,019	48
82	8	2,88	2,87	7,4	0,019	72
78	12	3,72	3,30	8,3	0,020	61
72	18	3,56	3,31	8,2	0,018	72
66	24	3,31	3,08	8,2		76
60	30	2,90	2,80	7,9		79
50	40	3,15	3,00	8,3	0,018	87
40	50	3,00	2,90	7,4	0,018	76
30	60	2,88	2,88	7,6		82
20	70	3,10	2,70	7,3		72
10	80	3,17	2,92	7,4	0,018	77
2	88	3,20	3,06	7,7		74

Der kleinste Wert des allgemeinen Coefficienten ist 2,83, der größte 3,72; das Mittel aus allen ist 3,18. Von ihm unterscheiden sich die Coefficienten der älteren Ringe mehr, als die der jüngeren. Auffällig ist die Differenz zwischen den Coefficienten der so nahe bei einander gelegenen Ringe 8 und 12. Teilweise liegt der Grund in den durchschnittlich höheren Markstrahlen des 12. Ringes und darin, daß die Zahl der äußeren Zellen nicht entsprechend zunimmt. Die Durchschnittshöhe der Strahlen wächst zunächst von innen nach außen, geht aber später wieder etwas herab; die der einzelnen Zellen ist in den älteren Ringen etwas größer, wird aber bald constant. Die besonderen Coefficienten liegen mit einer Ausnahme unter den allgemeinen. Das erklärt sich daraus, daß das Verhältnis zwischen normalen Markzellen und Quertracheiden aller Strahlen, welche einseitig begrenzt sind oder aber nur aus der einen oder andern Zellenart bestehen, größer ist als dasjenige der beiderseits eingefassten Strahlen. Beide Coefficienten kommen einander näher, wenn viele niedrige einseitig begrenzte Strahlen und besonders, wenn zahlreiche reine Quertracheidenzüge vorhanden sind. Diese letzteren haben auch den niedrigen allgemeinen Coefficienten des 60. Ringes, in dem sie ungewöhnlich zahlreich auftreten, zur Folge. Im 2. Ringe ist die Differenz zwischen beiden Coefficienten besonders groß. Die Ursache für die geringe Größe des besonderen Coefficienten liegt in der durchschnittlich geringeren Strahlenhöhe. Wie die letzte Columnne zeigt, haben Schröder und Wille also nur etwa $\frac{7}{10}$ aller Markstrahlen bei der Berechnung ihres Markstrahlcoefficienten benutzt. Jener giebt den der Fichte als zwischen 3 und 4, dieser als zwischen 2 und 3 gelegen an.*) Wenn auch die von Wille angegebenen Zahlen nur die Mittel aus 30 Strahlen sind, so läßt sich doch bei einer Vergleichung mit den obigen so viel sicher erkennen, daß bei verschiedenen Pflanzen der Markstrahlcoefficient nicht wenig verschieden sein kann. Für die untersuchte Stammscheibe ist der mittlere besondere Coefficient 2,93.

Tabelle II. 1. Wurzelscheibe (93jährig, 10 cm vom Stamme entfernt).**)

Jahrring		Allgemeiner M-Coefficient	Durchschnittl. Höhe der Strahlen nach Zellen	Durchschnittl. Höhe der Zellen	Von Q.-Tracheiden begrenzte Strahlen
von außen nach innen	von innen nach außen				
85	9	57	6,0	0,025 mm	—
80	14	35	5,8	0,022	1,7 %
75	19	11,8	6,0	0,020	6,3 -
70	24	13,2	5,3		5,6 -
65	29	17,0	5,9	0,020	2,3 -
60	34	15,2	6,7		4,8 -
55	39	11,7	7,0		5,6 -
50	44	18,1	7,3		2,3 -
46	48	18,6	6,8	0,020	2,8 -
40	54	16,5	7,2		5,3 -
35	59	15,0	6,8	0,020	4,8 -
30	64	15,1	7,4	0,019	6,7 -
25	69	15,6	7,1	0,019	4,8 -
20	74	17,0	7,3		6,3 -
15	79	12,2	6,9	0,019	5,6 -
10	84	21,8	7,8	0,018	3,9 -
5	89	13,4	6,7	0,018	5,2 -

Die Wurzel zeigt, wie aus der Reihe der Coefficienten hervorgeht, ein durchaus anderes Verhalten als der Stamm: in diesem betragen die Quertracheiden etwa $\frac{1}{4}$ aller Markstrahlen, in jenem, wenn man von dem 9. und 14. Ringe absieht, etwa nur $\frac{1}{15}$. Weiter fällt auf, daß das Verhältnis

*) Auffällig will mir bei Wille's Zahlen die in allen Scheiben wiederkehrende, teilweise beträchtliche Differenz zwischen dem Verhältnisse des 2. und des 3. Ringes scheinen.

**) Zur Berechnung des Coefficienten wurden 250—280 Markstrahlen, zur Berechnung der Zellenhöhe 130—150 Zellen genommen.

zwischen beiden Zellenarten im Stamme bis an den ältesten Jahrring im Großen und Ganzen daselbe bleibt, während es in der Wurzel ungefähr vom 16. Ringe nach innen sich stark ändert in der Weise, daß die Quertracheiden an Zahl immer mehr abnehmen, bis sie in der Nachbarschaft des 1. Ringes ganz verschwinden. Ein weiteres charakteristisches Merkmal für die Wurzel ist, daß die oben und unten von Quertracheiden begrenzten Markstrahlen nur in ganz geringer Anzahl auftreten: auf 100 Strahlen kommen hier durchschnittlich nur etwa 4—5*), beim Stamme etwa 70. Der Schröder'sche Coefficient ist also für die Wurzel der Fichte — vermutlich wird es sich bei den anderen Abietineen ähnlich verhalten — ein unbrauchbares Merkmal. Für den 15., 20., 30. und 55. Ring z. B. würde er, wie ich beiläufig erwähnen will, 4,8 5,1, 2,7 und 3,1 sein. Die größere Zahl 21,8 im 84. Ringe ist teilweise auf die beträchtliche durchschnittliche Markstrahlhöhe dieses Ringes zurückzuführen. Die mittlere Höhe der Markstrahlen in diesem Teile der Wurzel macht fast genau 7 Zellen aus, die der Stammscheibe 7,5. Die mittlere Höhe der Markstrahlzellen beträgt in den ältesten Ringen 0,025 mm und mehr und sinkt nach außen ganz allmählich auf 0,018; beim Stamme geht sie von einem etwas geringeren Anfangswerte ebenfalls auf 0,018 mm herab.

Tabelle III. 2. Wurzelscheibe (67jährig, 150 cm vom Stamme entfernt).

Jahrring		Allgem. M.-Coefficient	Durchschnittl. Höhe		In Rechnung gezogene M.-Strahlen
von außen nach innen	von innen nach außen		der Markstr. nach Zellen	der Mark- strahlzellen	
66	2	—	3,4	0,024 mm	100
65-64	3-4	—	5,5	0,024 -	100
61-60	8-9	188	6,6	0,026 -	200
55-53	13-15	100	7,6	0,025 -	200
48-46	20-22	61	7,7	0,026 -	250
40	28	27,8	7,8	0,024 -	250
35	33	15,3	6,6	0,021 -	250
28	40	10,2	6,6	0,020 -	250
20	48	9,7	6,3	0,021 -	250
15	53	12,0	6,5	0,020 -	250
10	58	27,9	6,5	0,021 -	250
5	63	22,3	7,0	0,020 -	250
1	67	18,9	6,5	0,020 -	250

Aus den Verhältniszahlen dieser Tabelle geht die Eigentümlichkeit der Wurzel noch deutlicher hervor. In den äußeren Jahrringen weichen die Coefficienten nicht so sehr von denen der 1. Scheibe ab, differieren unter einander aber stärker. Vom 25. Ringe ungefähr weiter nach innen, also schon in viel größerer Entfernung vom 1. Ringe, tritt eine Abnahme der Quertracheiden ein; im 8. Ringe bereits sind sie so sehr gegen die andern Markstrahlelemente zurückgetreten, daß man von einem Coefficienten nicht gut mehr sprechen kann. Noch weiter nach innen verschwinden sie schließlich ganz. Die durchschnittliche Strahlhöhe nimmt von innen nach außen zunächst langsam zu, wird beträchtlicher als in der 1. Wurzelscheibe und nimmt weiter nach außen wieder ab. Die Durchschnittshöhe der Markstrahlzellen wächst zunächst im Bereiche der ältesten Ringe ebenfalls und fällt von dem 20. etwa auf einen später im Ganzen constant bleibenden Wert ziemlich rasch herab. Diese beträchtlichere Abnahme der Mittelhöhe der Markstrahlzellen in einer gewissen Region des Querschnittes — hier also in der Nachbarschaft des 25. Jahrringes —, kehrt, wie ich schon hier bemerken möchte, auch in der 3. und 4. Wurzelscheibe wieder. Ich werde später auf diese Tatsache im Zusammenhange mit dem Übrigen nochmals zu sprechen kommen.

Es mögen nun die Daten für die 3. und 4. Wurzelscheibe folgen.

* Wahrscheinlich ist die Zahl in Wirklichkeit um ein Geringes größer; denn die Herstellung solcher Tangential-schnitte, welche möglichst die Markstrahlen ihrer ganzen Höhe nach durchschneiden, ist bei der Wurzel bisweilen mit ganz besonderen Schwierigkeiten verbunden.

Tabelle IV.

	Jahrring		Allgem. M.-Coefficient	Durchschnittshöhe		In Rechnung gezogen
	von außen nach innen	von innen nach außen		der Markstr.	der M.-Zellen	
3. Wurzel- scheibe, etwa 48jährig, 210 cm vom Stamme ent- fernt.	47 36 25 15 7 2	2 13 24 34 42 47	— 71 53 51 38 8,1	3,0 Zellen 6,1 8,4 8,1 9,4 8,1	0,032 mm 0,027 - 0,028 - 0,028 - 0,026 - 0,023 -	100 M.-Str. 200 200 200 250 250
4. Wurzel- scheibe, etwa 30jährig, 310 cm vom Stamme entf.	(30 u.) 29 20 12 5 2 u. 1	(1 u.) 2 11 19 26 29 u. 30	— 250 150 82 28	4,1 6,8 8,0 7,8 7,9	0,030 0,030 0,028 0,028 0,027	150 150 150 190 250 *)

Zunächst eine Bemerkung über die Bestimmung des Verhältnisses in den weiter nach innen gelegenen Ringen der beiden Scheiben. In diesen Teilen der Wurzel — ausführlicher werde ich nachher darauf zurückkommen — sind die begrenzenden Quertracheiden (wie auch die wenigen reinen Quertracheidenzüge) in der Weise recht veränderlich, daß sie, sobald sie einmal erscheinen, keineswegs immer auf längere Erstreckung sich fortsetzen, sondern mehr oder weniger in ihrem Verlaufe von normalen Markstrahlzellen unterbrochen werden. Das macht die Ermittlung des Coefficienten schwierig. Ich habe mir so zu helfen gesucht, daß ich in solchen Fällen, wo die Quertracheiden nur etwa die Hälfte einer Zuwachszone durchliefen, nicht 1 sondern $\frac{1}{2}$ in Rechnung brachte. Einzelne in Züge von normalen Markstrahlzellen eingestreute Quertracheiden wurden unberücksichtigt gelassen.

Die verhältnismäßig beträchtliche Zahl der Quertracheiden in der äußersten Region der 3. Wurzelscheibe nimmt zunächst ganz besonders rasch, dann langsamer ab; ähnlich ist es bei der 4. Scheibe, nur daß hier die normalen Marktstrahlzellen schon in den äußersten Ringen mehr überwiegen als dort; nach innen weiter verschwinden die Quertracheiden schließlich ganz. Die durchschnittliche Höhe der Marktstrahlen in einzelnen Ringen ist beträchtlicher als in denen der 2. Wurzelscheibe; ebenso die der Markzellen. In der 3. Scheibe ist — wie in der 2. — die stärkere Abnahme der Zellenhöhe vom 35. Ringe etwa ab nach außen bemerkenswert.

Ist nun das Verhältnis zwischen normalen Marktstrahlzellen und Quertracheiden in demselben Ringe an verschiedenen Orten des Querschnittes etwa gleich? Ich habe mich auf wenige Zählungen an 250 Strahlen im unteren und seitlichen Radius einiger Ringe der 1. Wurzelscheibe beschränkt. Die Resultate folgen:

Jahrring	Verhältnis- Zahl	Durchschnittliche	
		Marktstrahlhöhe	M.-Zellenhöhe
34 oben	15,2	6,7 Zellen	(0,020 mm) **)
= unten	19,7	6,1 -	0,019 -
44 oben	18,1	7,3 -	(0,020) -
= unten	26,1	5,5 -	0,019 -
54 oben	16,5	7,2 -	(0,020) -
= unten	26,5	5,4 -	0,021 -
74 oben	17,0	7,3 -	(0,019) -
= unten	29,5	6,0 -	0,021 -

*) Die Jahrringnummern 13, 24, 34 der 1. und 9 und 11 der 2. Scheibe sind bei der unsicheren Begrenzung der jährlichen Zuwachszonen nur annähernd richtig.

**) Die eingeklammerten Zellen kommen genau genommen nicht den Ringen selber, sondern nahe gelegenen Nachbarringen zu.

Die Coefficientencolumne läßt keinen Zweifel darüber, daß ein Unterschied zwischen oben und unten in der Weise besteht, daß in der unteren Region des Wurzelquerschnittes die Quertracheiden gegen die normalen Markstrahlen noch stärker zurücktreten. Wie es scheint, macht sich dieser Unterschied nicht schon in den jüngeren Jahren, sondern erst später und dann immer mehr bemerkbar. Auch in der durchschnittlichen Höhe der Markstrahlen ist ein merklicher Unterschied: sie ist unten geringer als oben. Die Zellenhöhe ist in den jüngeren Ringen beträchtlicher als in den älteren.

Die in 4 Ringen seitwärts ermittelten Zahlen sind:

Jahrring	Verhältnis- Zahl	Durchschnittliche Höhe der M.-Strahlen der M.-Strahlz.	
44, ob. Rad.	18,1	7,3 Zellen	(0,020) mm
= seidl. =	15,6	6,3 -	0,018 -
64, ob. =	15,1	7,4 -	0,019 -
= seidl. =	15,6	6,6 -	0,018 -
69, ob. =	15,6	7,1 -	0,019 -
= seidl. =	23,8	7,1 -	0,020 -
79, ob. =*)	17	7,3 -	0,019 -
= seidl. =	24,8	6,9 -	0,022 -

Ein Unterschied zwischen den beiden Coefficienten des 44. und 64. Ringes scheint so gut wie nicht vorhanden zu sein; in dem 69. und 79. Ringe (vergl. d. Anm.) darf man ihn sicher annehmen. Die durchschnittliche Markstrahlhöhe ist im 79. und 69. Ringe gleich, in den beiden andern etwas verschieden. Die Durchschnittshöhe der Markstrahlzellen endlich ist in den äußeren Jahrringen im seitlichen Radius gewachsen, während sie im oberen etwa gleich geblieben ist.

Die Quertracheiden der Fichte sind nicht so charakteristisch wie die z. B. der Kiefer. Bei dieser sind sie höher und vor allem durch beträchtliche Membranfortsätze ausgezeichnet, die zapfen- und zackenförmig in das Innere der Zelle hineinragen; sie heißen deshalb auch Zackenzellen. Diese auffälligen Wandverdickungen fehlen den Quertracheiden der Fichte. Freilich ist es deshalb noch nicht richtig, wenn man, wie Schulz es thut, die Fichte schlechtweg zu denjenigen Arten stellt, deren Quertracheiden „nirgends eine vorspringende Ecke der Membran, sondern überall eine gleichmäßig ausgebildete Wand“ besitzen. Besonders oft im Herbstholze zeigen sie (auf Radialschnitten) bald nur winzige bald auch mehr hervortretende spitze Fortsätze, die Durchschnitte einer scharf-randigen spiraligen Membranverdickung. Danach hat Kleeberg (S. 20) die Fichte auch mit Recht der Gruppe zugewiesen, deren Quertracheiden eben durch diese Eigentümlichkeit charakterisiert sind. Die regelmäßige gestreckte Form der normalen Markstrahlzellen besitzen sie nur, wenn sie von diesen eingeschlossen werden; verlaufen sie außen an ihren Flügeln, so nehmen sie an Höhe und Tiefe bald ab bald zu, bleiben aber im Allgemeinen in diesen Dimensionen hinter jenen zurück. Dieses Anwachsen und Abnehmen der Querdurchmesser schon auf kurzen Erstreckungen zeigen sie dann besonders, wenn sie einzeln verlaufen, oder zu wenigen verbunden sind. Immerhin ist ihre Gestalt und ihr Verlauf im Stammholze noch regelmäßiger als im Wurzelholze. In diesem verhalten sie sich ähnlich wie dort, sobald das Herbstholz stark entwickelt ist, z. B. in der Nähe der Wurzelbasis. In dem weicheren Wurzelholze weiter ab vom Stamme werden sie gewissermaßen

*) Der 79. Ring hat zwar den Coefficienten 12,2 (siehe Tabelle II). Da jedoch bei der Enge der äußeren Jahrringe an der Seite neben dem 15. auch noch seine beiden Nachbarn berücksichtigt wurden, diese aber nicht den Ringen 78 u. 80 ohne Weiteres entsprachen — die oberen Zuwachszonen keilten sich nach der Seite hin manchmal aus —, so habe ich das Mittel aus dem 84., 79. und 74. Ringe, also einen Wert angesetzt, der wahrscheinlich zu hoch ist. Um so mehr spricht die sich dennoch ergebende größere Differenz für das Zurücktreten der Quertracheiden an dieser Stelle des Querschnittes.

beweglicher und lassen die starre Regelmäßigkeit und Monotonie des Holzgewebes etwas zurücktreten.

Während man im Stammholze nur sehr selten eine Verbindung zweier dicht über einander stehender Markstrahlen durch Quertracheiden wahrnimmt, kann man im Wurzelholze diese Beobachtung oft machen; um so häufiger, je weicher und lockerer das ganze Gewebe des Holzes und der Markstrahlen wird. Hier, wo auch die normalen Markzellen nicht mehr die starre Form wie im Stammholze haben, geben sie die gestreckte Gestalt manchmal ganz auf, werden beträchtlich höher und kürzer, zeigen häufig (im Radialschnitte) Rechteckform mit aus- und eingebuchteten oder wellenförmigen Seiten und finden sich gern in dem Zwischenraume zweier über einander stehender Strahlen, wo sie dann oft ein buntes Durcheinander bilden. Die an die Außenseiten der Markstrahlen sich anlegenden Quertracheiden biegen öfter von ihnen ab und verlieren sich zwischen den Fasern des Holzes. Im Stamme pflegt eine größere Anzahl Quertracheiden sich hinter einander zu reihen: es entstehen Tracheidenzüge. Dennoch ist es nicht richtig, wenn Schulz (Seite 10) behauptet, es folgte niemals im Stammholze auf eine Quertracheide oder Hoftporenzelle, wie er sie nennt, eine Markstrahlzelle in derselben Reihe nach außen. Auch Kleeberg (Seite 9) hat in zahlreichen Fällen bei verschiedenen Arten das Gegenteil beobachtet. Und in Schnitten besonders weicher Wurzelteile kann man in jedem neuen Gesichtsfelde das Abwechseln beider Markstrahlelemente in einer Reihe wahrnehmen. Eingestreut in das Innere der Markstrahlen sind die Quertracheiden verhältnismäßig selten; manchmal sind es nur Fortsetzungen von Grenzquertracheiden eines Strahles, der mit einem benachbarten andern zu einem zusammen getreten ist.

Daß die Function der Quertracheiden eine andere sein wird als die der andern Markzellen, ist von vornherein bei der Verschiedenheit ihres Baues anzunehmen. Schulz sieht sie als Wasserbehälter an und nennt sie deshalb auch Wasserzellen; zeitweilig enthalten sie auch Luft. Ich habe so wenig wie er auch nur eine Spur eines festen Inhalts in ihnen entdecken können, wiewohl ich manches Tausend darauf hin geprüft habe. Einen einfachen Beweis dafür, daß diese Zellen mit festen Stoffen nichts zu thun haben, entnehme ich aus denjenigen Fällen, wo eine in einen Zug normaler Markzellen eingereihte Quertracheide ohne jeden festen Inhalt war, während die beiden angrenzenden Zellen mit Harztröpfchen, Stärkekörnern und auch wohl Krystalloiden gradezu vollgepfropft waren. Kommt also den Quertracheiden eine ähnliche Function zu wie den gewöhnlichen Tracheiden, so kann man erwarten, daß da, wo noch andere Einrichtungen für den Transport in der Richtung des Radius reichlicher vorhanden sind, die Quertracheiden an Zahl zurücktreten. Nun sind, wie es scheint, die Tracheiden des Wurzelholzes denen des Stammholzes gegenüber nicht allein mit zahlreicheren Hoftüpfeln und größeren Verkehrsflächen in tangentialer, sondern auch in radialer Richtung ausgestattet. Das ist besonders in den weicheeren Wurzelteilen der Fall: auf einer noch nicht $\frac{1}{4}$ mm großen Fläche wurden deren verschiedentlich 300–400 gezählt. Es liegt also nahe, mit diesem Umstande die geringere Zahl der Quertracheiden in Verbindung zu bringen. Diese Vermutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man die Reihe der Coefficienten einer Querscheibe mit ihrem ganzen Baue und der Beschaffenheit ihrer Ringe vergleicht. Lehrreich ist, wie mir scheint, besonders die Wurzelscheibe 4 und 2. Die 4. Scheibe hat nämlich nur 5 scharf ausgeprägte Zuwachszonen mit derben engen Herbsttracheiden; es sind die jüngsten. Ihre Zusammensetzung im oberen Radius von außen nach innen ist folgende:

$$(1 \text{ Ring}). \quad \begin{array}{ccccccc} \text{Herbstzellen} & 5 & 3(2) & 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{Frühjahrszellen} & 5 & 8 & 8 & 11 & 5 & 1 \end{array} \quad (7. \text{ Ring}) \text{ u. s. w.}$$

Die ersten 4 Ringe sind scharf abgesetzt und haben dickwandige an der Grenze ganz enge Herbsttracheiden; der 5. (mit besonders vielen Harzgängen erfüllte) Ring hält etwa die Mitte zwischen jenen und den folgenden, die wegen geringer und teilweise unterbrochener Herbstholzbildung nicht

mehr sicher zu trennen sind. Der Coefficient des äußersten Ringes ist 28, der des 5. 82 — bei der Enge des Ringes können recht wohl die nächstfolgenden älteren auch im Radialschnitte undeutlich begrenzten Jahreslagen Berücksichtigung gefunden haben — u. s. w. Die 2. etwa 67jähr. Scheibe hat im oberen Radius zunächst 38 scharf geschiedene Zuwachszonen mit dickwandigen engen Herbstzellen an der Grenze; nun folgen 3 noch deutlich abgesetzte Ringe, die aber schon den Übergang zu dem weichen Wurzelholze schwach erkennen lassen; in den nächsten 4, die sonst noch sicher getrennt werden können, vollzieht sich vollends der Übergang zu den inneren vielfach nicht mehr zu unterscheidenden ältesten Ringen. Das mögen die folgenden Zahlen noch genauer darstellen, von denen sich die oberen auf das Herbstholz, die unteren auf das Frühjahrsholz nach Zellen beziehen:

(34. Ring von außen) $\frac{8}{4}, \frac{9}{3}, \frac{11}{4}, \frac{9}{13}, \frac{8}{6}, \frac{6}{10}, \frac{5}{6}, \frac{5}{7}, \frac{3}{6}, \frac{3}{2}, \frac{2}{5}, \frac{3}{7}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}$ (47. Ring)

Verfolgt man in der 3. Tabelle die Werte der Coefficienten bis in diese Gegend des Querschnittes, so hat man für den 40. Ring (von außen) noch 27,8, für den 46.—48. dagegen, also nur 7 Ringe weiter, mehr als das Doppelte u. s. f. Das legt die Annahme eines Zusammenhanges zwischen der Beschaffenheit des Wurzelgewebes und der Anzahl der Quertracheiden nahe genug. Daneben mögen auch noch andere Factoren von Einfluß sein. Genauere Untersuchungen besonders an solchen Ringen und ganzen Gruppen auf einander folgender Ringe, die auf einer Seite noch lockeres, auf der andern Seite schon festeres Gewebe mit dickeren Herbstzellenschichten haben, werden zeigen, ob die begründete Vermutung sich bestätigen wird oder nicht.

Einige Worte noch über die Höhe der Markstrahlen und der Markstrahlzellen in der Wurzel. Fischer sagt in seinem Beitrage zur vergleichenden Anatomie des Markstrahlengewebes S. 28, daß sich die mittleren Markstrahlhöhen der Hauptwurzel in den auf einander folgenden Jahrringen verhalten wie in den zugehörigen Stämmen, d. h., daß das Minimum der mittleren Höhe gewöhnlich im 1. Ringe liege und nach außen allmählich, aber mit Rückschlägen, auf geringere Werte anwachse. Das schließt er aus den Zahlen seiner 12.—17. Tabelle. Eine Bestätigung hierfür scheint auch in den Zahlen der 2. Tabelle oben zu liegen. Aber besonders die folgende Tabelle III läßt, wie mir scheint, noch etwas anderes erkennen. In der 2. Wurzelscheibe nimmt die mittlere Markstrahlhöhe von 3,4 Zellen innerhalb der nächsten 28 Ringe etwa bis auf 7,8 zu, zuerst rascher dann langsamer. Im 33. Ringe ist sie ziemlich plötzlich wieder auf 6,6 zurückgegangen und bleibt in allen folgenden Ringen ungefähr constant. Auch die Zahlen der 3. Scheibe zeigen nach dem 34. Ringe ein rasches Anwachsen, nach dem 42. Ringe ein rasches Fallen der Mittelhöhe. Solche beträchtlichen Differenzen finden sich zwar bei Fischer in der 14. Tabelle (S. 29) öfter; ich möchte sie jedoch mehr auf die Methode*) zurückführen, die er anwandte, als in jedem Falle als einen annähernd richtigen Ausdruck für wirkliche Verhältnisse ansehen.***) Nimmt man nun zu der plötzlichen starken Abnahme der Mittelhöhe in der Nachbarschaft des 33. Ringes auch noch die ebenso plötzliche der Markzellenhöhe, die an derselben Stelle um mehr als 0,002 mm (nach den genaueren nicht abgerundeten Werten) herabgeht, so wird, wenn man sich wieder die in dieser Gegend eintretende

*) Die Methode freilich an sich ist vielleicht die beste für die Ermittlung der Markstrahlhöhe — er zählte an Tangentialschnitten alle in das Gesichtsfeld (Zeiss'sches Objectiv D) fallenden Markzellen, dann die Markstrahlen, denen sie zugehörten, und nahm daraus das Mittel —, wenn man auch noch die teilweise im Gesichtsfelde oder besser im Netzmikrometer liegenden Strahlen als Bruchwerte berücksichtigt. Doch nur 3 Einheiten des Gesichtsfeldes zu untersuchen, die nur eine etwa $\frac{3}{4}$ qmm große Fläche darstellen, ist schwerlich genügend, wenn es sich um größere Genauigkeit handelt. Die mittlere Höhe aus Radialschnitten zu bestimmen, wie ich es gethan habe, ist ungenauer, doch war für mich diese Ermittlung nicht die Hauptsache. Außerdem glaube ich durch die Berücksichtigung einiger Hundert Strahlen dem Mangel des Verfahrens etwas abgeholfen und leidliche Nährungswerte erhalten zu haben.

**) Die z. B. in der 14. Tabelle für den 58. Ring angegebene Mittelhöhe 12,22, die die nächst größte beinahe um 3 Zellen übertrifft — die geringste Höhe ist 6,08 —, zeigt deutlich, daß hier zu wenig Zählungen vorgenommen sind.

Änderung der Gewerbebeschaffenheit der Jahrringe vergegenwärtigt, auch hier eine Beziehung zwischen jenen beiden Erscheinungen und dieser wahrscheinlich. Die auffällig hohen Strahlen der älteren weicheeren Zuwachszonen*), die häufig aus der Verschmelzung mehrerer zu einem hervorgehen, scheinen zurückzutreten, sobald das Gewebe der Wurzel fester und regelmäßiger wird.

Anhangsweise möchte ich noch 2 Eigentümlichkeiten erwähnen, die im Wurzelholze der Fichte nicht oft vorzukommen scheinen: die zarte Streifung der Schließhaut der Hoftüpfel und die Querbalken der Holztracheiden. Über jene macht Russow (Bot. Centralbl. XII, 1882, S. 87) genauere Angaben. Er hat sie mit Sicherheit bei den Gnetaceen und Coniferen nachgewiesen; unter diesen sind es besonders die Gattungen *Larix*, *Picea*, *Pinus* und *Abies*, bei denen sie häufiger beobachtet wurden. In Hunderten von Radialschnitten der Fichtenwurzel habe ich diese eigentümliche Structur nur 2 Male auf wenigen benachbarten Tracheidenwänden auf längere Erstreckung hin — in dem einen Falle standen etwa 45 derartige Tüpfel über einander — wahrnehmen können. Die Abbildung eines derartigen Hoftüpfels der Fichte, die Russow bringt (ebendort Tafel IV, Fig. 37) entspricht dem nicht, was ich gesehen habe; diesem kommt die Figur 39 (Hoftüpfel der Lärche) schon näher. Die Streifung verlief vom Rande der Schließhaut viel weiter noch nach deren Mitte und erinnerte in der Anordnung lebhaft an die Speichen eines Rades, oder, wenn manche Streifen nach der Mitte hin früher oder später verschwanden, an die Lamellen eines Blätterpilzes.

Die Querbalken oder Querversteifungen, wie sie Schulz nennt, sind ebenfalls recht selten. Kraus (Mikroskop. Untersuchungen S. 157) stellt sie als biconcave Querplatten in der Zelle, Schulz als nach den Enden zu sich verdickende Cylinder mit scheibenförmigen Füßen dar. Ich kann, wenn ich den Aufriß (in Radialschnitten) mit dem Grundrisse (in Querschnitten) zusammenhalte, aus beiden keine Querplatten, sondern nur etwa das herausconstruieren, was Schulz gefunden hat. Manchmal waren die Balken durchbrochen, bisweilen auch in der Mitte auffällig knopfartig verdickt. Gewöhnlich lagen mehrere in der Richtung des Radius hinter einander, selten unter einander. In allen Fällen verliefen sie den Markstrahlen parallel; doch gingen sie keineswegs immer durch die Mitte des Zelllumens, sondern waren häufig den Radialwänden mehr oder weniger genähert, bisweilen fast bis zur Berührung. Einige Male erschienen 20—30—35 fast genau in einer Flucht liegende Balken, die sich ohne größere Unterbrechung durch 4—6 benachbarte Jahrringe erstreckten, im Frühjahrsholze regelmäßig schwächer (0,004—0,01 mm), im Herbstholze stärker (bis 0,02 mm). Optisch verhalten sie sich ganz so wie stark verhärtete Zellwände. Schulz erwähnt sie bei verschiedenen *Pinus*-arten, hat sie jedoch selten in radialer Richtung verlaufen sehen. Die mechanische Bedeutung*), die er ihnen zuschreibt, scheint mir überhaupt etwas übertrieben und im Besonderen für die Fichte nicht zutreffend zu sein, weil sie hier nicht in der Richtung des etwa ausgeübten „gefährlichen“ Druckes liegen, sondern quer zu ihr.

Zum Schlusse hebe ich die Hauptergebnisse der Untersuchung nochmals hervor.

Das Verhältnis zwischen Quertracheiden und normalen Markstrahlzellen ist in der Wurzel der Fichte in zweifacher Beziehung wesentlich von dem des Stammes verschieden: nach seinem absoluten Werte und nach seinem Verhalten in verschiedenen Zuwachszonen desselben Querschnittes. Der kleinste Coefficient der Stammscheibe (2,83) liegt weit unter dem kleinsten der Wurzelscheiben

*) Die höchsten im 21. Ringe sind z. B. 33, 30, 30, 29, 27, 24, 24 — einer von ihnen mit Harzgängen —, die höchsten im 40. Ringe der 3. Scheibe sind 40, 34, 29, 29, 27 25, 25 Zellen hoch. Ja bisweilen entstehen durch Aneinander-treten mehrerer Strahlen zu einem noch höhere Markstrahlen von 45 bis 50 Zellen Höhe, mitunter von 2, 3 und 4 Harzgängen durchsetzt.

**) Sie sollen als Muster strebefester Doppel-T-Träger „den gefährlichen Druck aufheben, den die Markstrahlzellen zweifellos in Folge des Turgors auf die benachbarten Teile ausüben.“

(8,1). Der Coefficient des Stammholzes hält ohne besonders auffällige Schwankungen vom zweitältesten bis zum jüngsten Jahrringe an; der des Wurzelholzes geht von einem besonders hohen (unendlich großen) Werte rasch auf eine Zahl herab, bei der er fortan, im Allgemeinen mit beträchtlicheren Schwankungen, verharrt; der kleinste Wert der Wurzel bleibt dabei noch weit über dem höchsten des Stammes. Es ist wahrscheinlich, daß die Anzahl der Quertracheiden in erster Linie durch die Beschaffenheit des Wurzelgewebes bestimmt wird. Das praktisch wichtige Ergebnis endlich: Der allgemeine Markstrahlcoefficient ist ein sicheres Unterscheidungsmerkmal für das Wurzelholz und Stammholz der Fichte.

Anmerkung zu Seite 18. In der ersten Reihe ist statt „der Abietineen“ zu lesen „vieler Abietineen“.



Nachrichten über das Herzogliche Gymnasium. Ostern 1891 bis Ostern 1892.

Übersicht des erteilten Unterrichts.

Prima. Klassenlehrer: Prof. Dr. Hannemüller.

- Religion: 2 St. Im S. Kirchengeschichte. Bertling. Im W. Brief an die Römer und Brief des Jakobus. Repetitionen. Müller.
- Deutsch: 3 St. Die erste Blüteperiode der deutschen Litteratur im Zeitalter der Hohenstaufen und Kreuzzüge unter besonderer Berücksichtigung des Minnesanges und Walthers von der V. einerseits, des Nibelungen- und Gudrunliedes anderseits. Erklärungsschwieriger Gedichte Schillers und Goethes. Wallenstein und Iphigenie. — Übungen in freien Vorträgen, Dispositionen und Deklamationen. 9 Aufsätze. Saalfeld.
- Lateinisch: 8 St. Horaz' Oden I u. III, ausgewählte Epoden, Satiren und Episteln. Tacitus' Annalen B. II mit Auswahl, Germania. 4 St. Müller. Cic. divinatio. In Verrem IV. Stilistische Übungen. Aufsätze. 4 St. Hannemüller; seit Weihnachten Dege. In IB: gramm. u. stil. Wiederholungen nach Seyfferts Übungsbuch u. Heynacher; stil. Übungen. 3 Aufsätze. Saalfeld.
- Griechisch: 6 St. Platons Apologie, Kriton, Phädon (Anf. u. Schluss); Demosthenes' 1. Olynth. und Rede vom Kranze. Sophokles' Ajas und Antigone. Ilias B. 16—24. Grammatische Repetitionen. Müller.
- Hebräisch: 2 St. Abschluß der Grammatik; gelesen wurde das Buch der Richter und ausgewählte Psalmen. Klügel.
- Französisch: 2 St. Grammatik nach Ploetz, Schulgr., besonders Abschnitt VI—VIII; Exercitien aus der Schulgr. und dem Übungsbuche. Lektüre im Sommer: Guizot, Histoire de Charles I.; im W. Racine, Iphigénie. Ostern—Joh. und Mich.—Weihn. Hannemüller, Joh.—Mich. und Weihn.—Ostern Liesenberg.
- Englisch: 2 St. Im S. Ch. Dickens, The Cricket on the Hearth; im W. Henry V. by W. Shakespeare. Grammatik und Exercitien nach Gesenius II. Liesenberg.
- Geschichte: 3 St. Geschichte des Mittelalters und der Neuzeit bis 1648. Dege.
- Mathematik: 4 St. Analytische Geometrie. Stereometrie. Geom. und arithm. Reihen. Zinseszinsrechnung. Combinationen, Permutationen, Variationen. Diophantische Gleichungen. Binomischer Lehrsatz. Bahmann.
- Physik: 2 St. Optik. Wärmelehre. Bahmann.

Obersekunda. Klassenlehrer: Oberlehrer Dege.

- Religion: 2 St. Im W. Apostelgeschichte. Wiederholung der Hauptstücke und früher gelernter Psalmen und Kirchenlieder. Bertling.
- Deutsch: 3 St. Nibelungenlied (Gudrun privatim); Lessings: Wie die Alten den Tod gebildet. Schillers Jungfrau v. Orleans. Vorträge. 8 Aufsätze. Dege.
- Lateinisch: 9 St. Liv. XXII. Cicero pro Archia poeta, pro Ligario, pro rege Deiotaro, Laelius; 3 St. Gramm. nach Ellendt-Seyffert; Stil. nach Heynacher; Exercitien nach Seyfferts Übungsbuche, Extemporalien; 1 Aufsatz. 4 St. Dege. Im Sommer Verg. Aen. VI, 417—VII, 530. Im Winter römische Elegiker nach der Auswahl von Schulze. 2 St. Steinhoff.
- Griechisch: 6 St. Xenophons Memorabilien; seit Michaelis Lysias' Reden. 2 St. Syntax nach Uhle mit schriftlichen Übungen. 2 St. Bis Johannis Hannemüller; dann Klügel. Homer Odyssee I—IV; VI und VII. Ilias I. II. 2 St. Dege; seit Neujahr Drude.
- Hebräisch: 2 St. Durchnahme der Grammatik bis zu den Verbentertiae He. Ausgewählte Stücke

- aus dem Buche der Richter und leichtere Psalmen wurden gelesen. Klügel. Von Michaelis an kombiniert mit Prima.
- Französisch: 2 St. Thiers, Napoléon à St.-Hélène. Grammatik und schriftliche Übungen aus Ploetz Schulgrammatik. Bis Joh. Hannemüller, dann Liesenberg.
- Englisch: 2 St. Irving, Tales of the Alhambra. Grammatik und schriftliche Übungen nach Gesenius I. Liesenberg.
- Geschichte: 3 St. Römische Geschichte bis 476. Menzel.
- Mathematik: 4 St. Geometrie nach Kambly bis § 157; in der Arithmetik Gleichungen 1. Grades; im Winter Trigonometrie, in der Arithmetik Gleichungen mit zwei oder mehreren Unbekannten. Alle vierzehn Tage Konstruktionsaufgaben, alle vier Wochen eine größere häusliche Arbeit. Bahmann.
- Physik: 2 St. Jochmann §§ 1—112 allgemeine Eigenschaften der Körper, Verschiedenheit der Aggregatzustände; Grundbegriffe der Chemie; Mechanik. Bahmann.

Untersekunda. Klassenlehrer: Oberlehrer Dr. Saalfeld.

- Religion: 2 St. Im S. Darstellung des Lebens Jesu nach den synopt. Evangelien. Im W. Geschichte des Volkes Israel. Wiederholungen wie in IIa. Bertling.
- Deutsch: 3 St. 9 Aufsätze. Deklamations-, Rede- u. Dispositionsübungen. Lektüre: Abschnitte aus Hopf und Paulsiek II, 1. Uhlands Herzog Ernst und Uhlandsche Gedichte. Steinhoff.
- Lateinisch: 9 St. Im S. u. Hbst. Cic. in Catil. I—IV u. pro Archia; im W. Liv. XXI mit Ausw. 3 St. Stilist. Anfänge nach Heynachers Lehrplan; grammatische Wiederholungen nach Ellendt-Seyffert. Exercitien u. mündl. Übungen aus Seyfferts Übsb. und Extemporalien (wöchentlich wechselnd). 4 St. Saalfeld. — Virg. Aen. I u. II. 2 St. Hannemüller, dann Drude.
- Griechisch: 6 St. Homers Odyssee B. I—VIII (m. Ausw.) 2 St. — Im S. u. Hbst. Arrians Anab. IV, V u. VI (m. Ausw.); im W. Herodot VII (m. Ausw.) 2 St. — Grammatik nach Uhle; Exercitien und mündl. Übungen nach Seyffert-Bamberg und Extemporalien. 2 St. Saalfeld.
- Hebräisch: 2 St. Grammatik bis zu den Verben Jod; gelesen wurde aus dem Übungsbuche. Klügel.
- Französisch: 2 St. Histoire d'Alexandre le Grand par Rollin; Gramm. nach Ploetz; mündl. u. schriftl. Übungen. Hannemüller, dann Saalfeld.
- Englisch: 2 St. Grammatik, Lesestücke und Exercitien nach Gesenius I; im W. einige Capitel aus W. Scott, Tales of a Grandfather gelesen. Liesenberg.
- Geschichte: 3 St. Griechische Geschichte bis zur Schlacht bei Issus. Dege, seit Weihn. Menzel.
- Mathematik: 4 St. Arithmetik: Potenzen, Wurzeln, Logarithmen, Gleichungen ersten Grades mit 1 Unbekannten, eingekleidete Aufgaben. 2 St. Geometrie: im S. Ähnlichkeit und Kreisberechnung, im W. Goniometrie und Berechnung rechtwinkliger und gleichschenkliger Dreiecke. 2 St. Lösung zahlreicher Aufgaben, monatlich eine größere Hausarbeit. Bahmann, zuletzt Saalfeld.
- Physik: 2 St. Anfangsgründe der Chemie; Magnetismus und Elektrizität. Schütze.

Obertertia. Klassenlehrer: Oberlehrer Steinhoff.

- Religion: 2 St. Im S. Bilder aus der alten Kirchengeschichte. Im W. Besprechung des Johannes-evangeliums. Durchnahme des V. Hauptstückes. Erlernung und Wiederholung von Psalmen und Kirchenliedern. Bertling.
- Deutsch: 3 St. 11 Aufsätze. Deklamieren, Lesen pros. u. poet. Stücke aus Hopf und Paulsiek, II, 1. Bis Weihnachten Steinhoff, von da an Drude.
- Lateinisch: 9 St. Caes. de bell. Gall. I. II. de bell. civ. II. III z. T. 4 St. Syntax nach Ellendt-Seyffert — § 312. Übersetzungen nach Hennings, Extemporalien. 3 St. Steinhoff. Ovid 2 St. Auswahl nach Siebelis. Bis Weihnachten Saalfeld, von da an Steinhoff.
- Griechisch: 6 St. Wiederholung des Pensums der Untertertia und unregelmäßige Verba nach Uhle. Wöchentliche Extemporalien und Übersetzungen aus Weseners griechischem Elementar-

- buche. Xenophons Anabasis VI, Kap. 6 bis VII, Kap. 8. Odyssee IX, 1—130 übersetzt, 1—100 gelernt. Damköhler.
- Französisch: 3 St. Grammatik, Exercitien und Extemporalien nach Mangold u. Coste. Steinhoff.
- Geschichte: 2 St. Von 1648—1815 mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Geschichte. Von Ostern—Weihnachten Liesenberg, dann Damköhler.
- Geographie: 1 St. Wiederholung der Globuslehre. Mitteleuropa, besonders Deutschland. Bis Weih. Liesenberg, dann Damköhler.
- Mathematik: 4 St. Arithmetik: Repetition der 4 Species in Buchstaben, Potenzen, Quadrat- und Kubikwurzeln aus Zahlen. Einfache Gleichungen 1. Grades. 2 St. — Geometrie: Repetition des Pensums von Untertertia, Lehre vom Parallelogramm, Kreis, Flächeninhalt. 2 St. Lösung zahlreicher Aufgaben, monatlich eine größere Hausarbeit. Bahmann, zuletzt Schütze.
- Naturkunde: 2 St. Im S. Bestimmen von Pflanzen. Die Kryptogamen in typischen Vertretern. Im W. Das Wichtigste vom Bau des menschlichen Körpers. Übersicht über die wirbellosen Tiere. Schütze.

Untertertia. Klassenlehrer: Oberlehrer Klügel.

- Religion: 2 St. Im S. Biblische Geschichte des Alten Testaments. Durchnahme des 4. Hauptstückes. Im W. Matthäusevangelium. Erlernung u. Wiederholung von Sprüchen und Kirchenliedern. Bertling.
- Deutsch: 3 St. Lesen aus Hopf und Paulsiek; dreiwöchentlich ein Aufsatz. Übungen im Disponieren. Deklamieren. Klügel.
- Lateinisch: 9 St. Grammatik §§ 94—188 nach Ellendt-Seyffert; Wiederholung der gesamten Formen- und Kasuslehre. Mündliches Übersetzen. Häusliche u. Schulexercitien abwechselnd 4 St. — Caesar d. b. G. I—V (mit Auswahl und teilweise kursorisch) im S. 5 St., im W. 3 St. Ovids Metamorphosen, ausgewählte Stücke. Verselernen. 2 St. Klügel.
- Griechisch: 6 St. Durchnahme der Verba muta, liquida und auf μ ; gelegentliche Durchnahme der Präpositionen und der wichtigsten syntaktischen Regeln; mündliches Übersetzen. Abwechselnd Haus- und Schulexercitien. 4 St. Xenophons Anabasis Buch IV in Auswahl. 2 St. Bis Johannis Klügel, bis Michaelis Denecke, dann Scheffler.
- Französisch: 3 St. Mangold u. Coste 1—21. Regelmäßige Formenlehre. Steinhoff.
- Geschichte: 2 St. Deutsche Geschichte bis 1648 nach Eckertz. Damköhler.
- Geographie: 1 St. Australien, Amerika, Afrika, Asien nach Kirchhoff. Damköhler.
- Mathematik: 3 St. Geometrie: Planimetrie nach Kambly bis § 81. Arithmetik: Die 4 Grundrechnungsarten mit ganzen und gebrochenen Buchstabengrößen. Borrmann.
- Naturkunde: 1 St. Im Sommer Bestimmen von Pflanzen. Im Winter kurze Übersicht über die Wirbeltiere. Schütze.

Quarta. Klassenlehrer: Oberlehrer Dr. Menzel.

- Religion: 2 St. Im S. Abschluß der bibl. Geschichte des Neuen Testaments. Apostelgeschichte. Im W. Bibelkunde. Lektüre und Besprechung der wichtigsten Psalmen. Durchnahme des III. Hauptstückes, Erlernung und Wiederholung von Sprüchen und Kirchenliedern. Bertling.
- Deutsch: 3 St. Satzlehre nach Hopf und Paulsiek. Lesen und Durchnahme einzelner Stücke daraus. Vortrag selbstgewählter oder vorgeschriebener Gedichte. Alle drei bis vier Wochen ein Aufsatz. Menzel, seit Weihnachten Drude.
- Lateinisch: 10 St. Wiederholung der Formenlehre. Kasuslehre nach Ellendt-Seyffert §§ 94—133. 147—149. Lehre vom Konjunktiv in Nebensätzen, Infinitiv und Participium nach Ostermann. Übersetzen aus diesem. Jede Woche abwechselnd ein Domesticum oder Extemporale, letzteres meist im Anschluß an die Lektüre. 6 St. Nepos: Miltiades, Themistocles, Aristides, Pausanias, Cimon, Lysander, Alcibiades, Thrasybulus. 4 St. Menzel.

Griechisch: 6 St. Formenlehre nach Uhle §§ 1–95. Übersetzen u. Vokabellernen aus Wesener. Wöchentlich ein Extemporale oder Domesticum. Menzel.

Geschichte u. Geographie: 3 St. Alte Geschichte nach Jäger. — Mitteleuropa nach Kirchhoff. Bis Weihnachten Damköhler, dann Drude.

Rechnen: 3 St. Die periodischen Decimalbrüche, umgekehrte u. zusammengesetzte Regel de tri, Procentrechnung, Teilungs- und Mischungsrechnung. Borrmann.

Naturkunde: 2 St. Im S. Botanik. Beschreibung von Pflanzen und Zusammenstellung nach bestimmten Merkmalen. Im W. Zoologie. Gliederfüßler, besonders Insecten. Schütze.

Quinta. Klassenlehrer: Gymnasiallehrer Dr. Liesenberg.

Religion: 3 St. Biblische Geschichte des Neuen Testaments. Durchnahme des II. Hauptstücks. Erlernung von Sprüchen und Kirchenliedern. Bertling.

Deutsch: 3 St. Lektüre und Erklärung von Lesestücken aus Hopf und Paulsiek; Grammatik: Deklination, Konjugation, Pronomina, Präpositionen; Elemente der Syntax; Interpunktionslehre. Orthographische Übungen und im W. kleinere Aufsätze. Ostern—Mich. Liesenberg, Mich.—Weihn. Scheffler und Liesenberg, Weihn.—Ostern Drude.

Lateinisch: 10 St. Formenlehre nach Fries u. Seyffert, Exercitien aus Ostermann. Wöchentlich ein Extemporale und Domesticum. Im W. Verba anomala und einige syntaktische Regeln, besonders Acc. c. inf. und Abl. absol. nach Ostermann; gelesen aus Jacobs' u. Classens Elementarlesebuch ausgewählte Fabeln und Römische Gesch. lib, I.

Geschichte: 1 St. Einiges aus der deutschen Mythologie, deutsche Heldensagen und Erzählungen aus der Geschichte. Schütze.

Geographie: 2 St. Erste Lehrstufe nach Kirchhoffs Schulgeographie, Deutschland und Braunschweig genauer. Schütze.

Naturkunde: 2 St. Im S. Botanik, im W. Zoologie. Erweiterung des Pensums der Sexta. Schütze.

Rechnen: 4 St. Bruchrechnung, Anwendung derselben, Einfache Regel de tri. Borrmann.

Schreiben: 2 St. Deutsches und griechisches Alphabet. Borrmann.

Sexta. Klassenlehrer: Gymnasiallehrer Borrmann.

Religion: 2 St. Geschichte des Volkes Israel bis zum Exil, das Leben Jesu, ausgewählte Gleichnisse. Das erste Hauptstück u. das Vaterunser durchgenommen u. gelernt. Borrmann.

Deutsch: 4 St. Die Wortlehre und der einfache Satz. Die wichtigsten Regeln der Orthographie. Wöchentlich eine Klassenarbeit. Borrmann.

Lateinisch: 10 St. Deklinationen, Genusregeln, Komparation der Adjektiva, Grund- u. Ordnungszahlen, Pronomina, Hilfsverbum esse, die vier Konjugationen (mit Ausschluß der Deponentia), die wichtigsten Präpositionen nach der Elementar-Grammatik von Seyffert und Fries §§ 3–12; 15; 16,1; 20 nebst Anm. 1–3; 21, 1–7; 23; 24; 26. Wöchentlich ein Extemporale. Aus dem Übungs- u. Lesebuche von Heidelberg wurden die meisten Übungsstücke mündlich und schriftlich übersetzt und Vokabeln gelernt. Damköhler.

Geschichte: 1 St. Einiges aus der griechischen Mythologie, Sagen und Geschichten besonders des griechischen Altertums. Schütze.

Geographie: 2 St. Übersicht über die Erdoberfläche. Wichtiges aus der mathematischen Geographie. Schütze.

Naturkunde: 2 St. Im S. Botanik. Entwicklung der Grundbegriffe der Formenlehre an geeigneten Pflanzen. Im W. Zoologie. Einzelbilder aus dem Tierleben. Schütze.

Rechnen: 4 St. Wiederholung der 4 Grundrechnungsarten. Die Decimalbrüche, Maße, Münzen und Gewichte. Vortübungen zur Bruchrechnung. Einfache Rechnungen mit Brüchen. Borrmann.

Schreiben: 2 St. Das lateinische Alphabet. Borrmann.

Verteilung der Lehrstunden von Neujahr bis Ostern 1892.

	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	V	VI	Summa
Direktor Dr. Müller, Professor.	2 Religion 4 Latein 6 Griech.								12
Dege, Oberlehrer Ord. IIa.	4 Lat. 3 Gesch.	7 Lat. 3 Deutsch.							17
Dr. Hannemüller Professor. Ord. I.	beurlaubt								
Dr. Bahmann, Oberlehrer.	4 Math. 2 Physik.	4 Mathem. 2 Physik	4 Mathem.	4 Math.					20
Dr. Saalfeld, Oberlehrer. Ord. IIb.	2 lat. Stil. (2. Abt.) 3 Deutsch		7 Latein 6 Griechisch 2 Franz.						20
Steinhoff, Oberlehrer. Ord. IIIa.		2 Röm. Eleg.	3 Deutsch	9 Latein 3 Franz.	3 Franz.				20
Klügel, Oberlehrer. Ord. IIIb.	1 Turnen 4 Hebräisch in 2 Abt. 4 Griechisch			1 Turnen 1 Turnen	9 Latein 3 Deutsch				20 (23)
Bertling, Pastor Koll.		2 Religion	2 Religion	2 Religion	2 Religion	2 Religion	3 Religion		13
Danköbler, Oberlehrer.				6 Griech. 3 Gesch. u. Geogr.	3 Geschichte u. Geographie			10 Latein	22
Dr. Menzel, Oberlehrer. Ord. IV.		3 Geschichte u. Geographie	3 Geschichte u. Geographie			10 Latein 6 Griech.			22
Borrmann, Gymnasiallehrer. Ord. VI.					3 Mathem. 2 Turnen	3 Rechnen 2 Turnen	4 Rechnen 2 Schreib.	2 Religion 4 Deutsch 4 Rechnen 2 Schreib 1 Turnen	27 (29)
Dr. Liesenberg, Gymnasiallehrer. Ord. V.	2 Franz. 2 Engl.	2 Franz. 2 Englisch	2 Englisch				10 Latein		20
Schütze, Wiss. Hilfslehrer.			2 Physik	2 Naturg.	1 Naturg.	2 Naturg.	1 Gesch. 2 Geogr. 2 Naturg. 2 Turnen	1 Gesch. 2 Geogr. 2 Naturg.	19
Drude, Kandidat.		2 Homer	2 Virgil	3 Deutsch		3 Deutsch 3 Gesch. u. Geograph.	3 Deutsch		16
Dr. Scheffler, Cand. prob.					6 Griechisch				6
Hinze, Zeichenlehrer.	2 Zeichnen				2 Zeichnen	2 Zeichnen	2 Zeichnen	2 Zeichnen	10
Sölter, Musiklehrer.	1 Singen						1 Singen	2 Singen	4

Chronik und Statistik.

Das Schuljahr begann am 7. April. Leider hat der Unterricht vielfache Störungen erfahren: Prof. Hannemüller war genötigt, vom 1. Aug. bis 1. Okt. und vom 1. Jan. ab auf 6 Monate Urlaub zu nehmen; auch Dr. Bahmann mußte öfter wegen Krankheit aussetzen; Dr. Liesenberg hatte drei Wochen Urlaub, um an einem archäologischen Kursus in Italien teilzunehmen. Zur Aushilfe wurde uns von Herzogl. Ober-Schul-Kommission vom 1. Aug. bis 1. Okt. der Kandidat Denecke, vom 1. Januar ab der Kandidat Drude zugewiesen.

Der Kand. prob. Dr. Volkmar verließ uns mit Schluß des Schuljahres, um eine wissenschaftliche Hilfslehrerstelle am Gymnasium in Jever anzunehmen.

Die Gymnasiallehrer Damköhler und Dr. Menzel wurden durch Höchstes Patent vom 1. April zu Oberlehrern ernannt.

Am 8. Mai Feier des Geburtstages Sr. Königl. Hoheit des Prinzen Albrecht von Preußen, Regenten des Herzogtums Braunschweig. Dr. Saalfeld hielt die Ansprache im Anschluß an Ps. 33. Nachmittags war schulfrei.

Am 15. Aug. feierte der Schülerturnverein unter reger Beteiligung seiner Freunde und inaktiven Mitglieder das 10jährige Stiftungsfest.

Am 2. Sept. Sedanfeier in der üblichen Weise.

Am 15. Sept. Maturitätsprüfung unter Vorsitz des Pastors D. Skerl aus Braunschweig als Regierungskommissarius.

Des 100j. Geburtstages (23. Sept.) von Theodor Körner wurde in den einzelnen Klassen durch eine besondere „Körner-Stunde“ gedacht.

21. Oktober Feier des h. Abendmahls in der St. Bartholomäikirche.

12. Dezember Turnfest des Schülerturnvereins.

27. Januar 1892 Öffentliche Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Kaisers durch einen Festakt auf der Aula. Die Festrede hielt der Direktor.

15. u. 16. März Maturitätsprüfung unter Vorsitz des Gymnasialdirektors Prof. Dauber aus Wolfenbüttel als Regierungskommissarius.

Schluß des Schuljahres Sopnabend 9. April.

Aus der Volkmar-Stiftung kamen 3 Stipendien von je 50 Mk. zur Verteilung. Die Unterstützungsbibliothek für bedürftige Schüler erhielt daraus 25 Mk. — Das Kuratorium der Stiftung besteht fortan aus dem Direktor als Vorsitzenden, dem Oberlehrer Dege als Rechnungsführer und dem Oberlehrer Klügel als Vertreter des Familienältesten Dr. A. Volkmar in Jever.

Die Gymnasialbibliothek erhielt Geschenke vom hohen Herzoglichen Staatsministerium, vom Statistischen Bureau des Herzoglichen Staatsministeriums, von Herrn Oberlehrer Dr. W. Brandes in Braunschweig, Herrn Oberlehrer Damköhler hier, Herrn Geh. Oberrechnungsrat Osann hier, Herrn Buchhändler Brüggemann hier, Herrn Pastor Grethe in Hüttenrode, Herrn Hofgärtner Preuß hier, Primaner Hörstel und der Verlagsbuchhandlung von G. Freytag in Leipzig und F. Tempsky in Prag.

Die Unterstützungsbibliothek wurde beschenkt von den Abiturienten Schmeißer, Babenzien, Uechtritz, von Rosenberg, Abel, dem Primaner Breithaupt, den Sekundanern von Jacobs, Fuhrmeister, W. Trollenier, von den Tertianern Hoefer, Bartels, M. Schmidt, Rienecker, Schleifenbaum, Pilz.

Die Schülerbibliothek erhielt Geschenke von Herrn Gymnasiallehrer Borrmann, Herrn Steuer-Einnehmer Külbel, den Sekundanern von Jacobs, Hüning und dem Tertianer Rudolf Götte.

Die Naturaliensammlung wurde durch kleinere Gaben verschiedener Schüler, durch eine An-

zahl ausländischer Käfer, die der ehemalige Schüler v. Jacobs schenkte, und insonderheit noch am Schlusse des vorigen Schuljahres durch eine stattliche Reihe von Tierskeletten und andern Präparaten vermehrt, die Frau Baronin v. Grote der Schule zu überweisen die Güte hatte. Allen freundlichen Gebern sei auch hier nochmals gedankt.

Die Zahl der Schüler betrug:

Im Sommer: I 29. IIa 23. IIb 29. IIIa 32. IIIb 34. IV 44. V 31. VI 26. Im ganzen 248.

Im Winter: Einheimische.		Aus dem Herzogtume.	Aus andern Ländern.	Im ganzen.
Prima	12	5	11	28
Obersekunda	12	1	10	23
Untersekunda	16	1	8	25
Obertertia	18	5	8	31
Untertertia	22	3	9	34
Quarta	29	8	6	43
Quinta	20	8	3	31
Sexta	19	5	1	25
	148	36	56	240

Darunter 1 jüdischer Religion, 2 katholischer, die andern evang.-lutherischer Konfession.

Das Zeugnis der Reife zum akademischen Studium haben erhalten:

Namen der Geprüften.	Stand des Vaters.	Wohnort.	Studium und Beruf.
1. Michaelis 1891.			
Bernhard Erdmann	Professor	Berlin	Forstfach
2. Ostern 1892.			
Siegfried Kühl	Pastor	Schraplau b. Halle a. S.	Postfach
Ernst Dreykluft	Postverwalter	Lutter a. Barenberge	Postfach
Wolfgang Zöller	† Büchsenmacher	Blankenburg	Postfach
Hermann Hörstel	Postdirektor	Blankenburg	Postfach
Walther Becker	Buchdruckereibesitzer	Seesen	Theologie
Wilhelm Teege	† Rektor	Derenburg	Medizin
Bruno Wohlfarth	Obersteiger	Blankenburg	Steuerfach
Ernst Siemann	Friseur	Blankenburg	Postfach
Ludwig Baehr	Militäroberpfarrer	Breslau	Militär
Max Schultze	Apotheker	Rathenow	Militär
Johannes Wendel	Pastor	Utenbach b. Apolda	Medizin
Friedrich Schubert	Regierungs- u. Baurat	Magdeburg	Baufach

Die Aufgaben für die schriftlichen Arbeiten der Abiturienten waren:

I. Michaelis 1891.

1. Deutscher Aufsatz: „Herr Walther von der Vogelweide, Wer des vergaß, der thät mir leide“.
2. Ein lateinisches Skriptum.
3. Übersetzung aus Sophokles Ajas v. 815–860.
4. Mathematische Aufgaben: 1) Aus den Radien der Endflächen eines gegebenen abgestumpften

Kegels $r = 29$ $p = 23$ und der Höhe $h = 18$, die Höhe h , und das Volumen V , des Ergänzungskegels zu berechnen. 2) Die Differenz zwischen der Hypotenuse und der einen Kathete ist $= 25$, zwischen H . und der andern $= 18$: wie groß sind die Seiten des Dreiecks? 3) Zur Berechnung eines Dreiecks ist gegeben $hc = 1332$ $p = 3885$ $\alpha = 53^{\circ}7'48''36$. Wie groß sind die Seiten, Winkel und Fläche des Dreiecks? 4) Ein Dreieck zu construieren aus der Differenz zweier Seiten, dem einen Abschnitt, den die Höhe auf die dritte auf dieser bildet und dem Winkel der diesem Abschnitt anliegt.

II. Ostern 1892.

- 1) Deutscher Aufsatz: Woraus erklärt sich die Sehnsucht der Deutschen nach Italien?
- 2) Ein lateinisches Skriptum.
- 3) Übersetzung aus Sophokles Ödipus auf Kolonos v. 1—63.
- 4) Mathematische Aufgaben: 1) Ein Dreieck zu construieren aus der Transversale nach einer Seite, der Höhe nach einer 2ten Seite und dem dieser letzteren gegenüberliegenden Winkel. 4) Ein Dreieck zu berechnen aus einer Seite $= 260$, dem einen anliegenden Winkel und dem anliegenden Abschnitt, der von der Halbierungslinie des anderen der gegebenen Seite anliegenden Winkels gebildet wird $\beta = 36^{\circ}52'11''64$ $u = 165,4545$. 3) Eine Kugel vom Radius $r = 21$ soll in einen abgestumpften Kegel verwandelt werden, dessen unterer Radius gleich dem der Kugel und dessen oberer Radius gleich dessen Hälfte ist. Wie groß ist die Höhe? 4) Eine Frau bringt Eier zu Markt und löst dafür 3 M. Hätte sie 10 Eier weniger gehabt, so würde sie ebensoviel Geld eingenommen haben, wenn sie das Stück 1 Pf. teurer verkauft hätte. Wie viel Eier hatte sie?

Extra: Eine Gesellschaft von 20 Männern, Frauen und Kindern verzehrt in einem Wirtshause 67 M. Der Mann im Durchschnitt 5 M., die Frau 4 M., das Kind 1,50 M. Wie viel waren es von jeder Art?

Seit Ostern v. J. sind ferner abgegangen: Aus I Meyeringh, Perschmann; aus IIa Fischer, Huning, Biedermann (diese drei auf unsern Rat), v. Plotho, Spehr, Krebs, H. Schmidt, Fuhrmeister, Krüger, Boeck; aus IIb Liesmann, Wehrenpfennig, v. Denffer, A. Wunderlich, Zimmermann, v. Rohrscheidt, W. Trollenier, A. Mühlenpfordt, R. Götte; aus IIIa Dedekind (auf unsern Rat), W. Schmidt; aus IIIb O. Wunderlich; aus IV v. Grote, Reitzig, Ed. Bahmann, Pahl, A. Ohlmeyer; aus V Jünemann, Braune, Weinhausen; aus VI Loeber, Mörig.

Zur Nachricht.

Aus einer Bekanntmachung Herzogl. Staatsministeriums, betr. das Übereinkommen der deutschen Bundesregierungen wegen gegenseitiger Anerkennung der von den Gymnasien bzw. Realgymnasien ausgestellten Reifezeugnisse d. d. Braunschweig, 19. März 1889: Diejenigen Schüler der Gymnasien und Realgymnasien, welche später als mit Beginn des drittobersten Jahreskurses (Obersekunda) in eine Anstalt eines Staates eintreten, welchem sie weder durch die Staatsangehörigkeit noch durch den jeweiligen Wohnsitz ihrer Eltern bzw. deren Stellvertreter angehören, haben zur Ablegung der Reifeprüfung die Erlaubnis von der Unterrichtsverwaltung des Staates, dem sie angehören, vorher einzuholen und dem Direktor vorzulegen.

Das Schulgeld beträgt in allen Klassen 90 M. jährlich. Befreit wird auf Antrag in der Regel der älteste von drei Brüdern, die zugleich das Gymnasium besuchen. Schulgelderlaß wird in Sexta überhaupt nicht, in den Klassen von Quinta bis Obertertia nur teilweise bewilligt. Herzogliche Ober-Schul-Kommission bestimmt durch Reskript d. d. Braunschweig d. 19. Febr. 1889

No. 50 ausdrücklich, „daß Schulgelderlasse in den unteren Klassen nur ausnahmsweise und nur dann zu verwilligen sind, wenn der betreffende Schüler sowohl seinen Standes- und Familienverhältnissen wie auch seiner Begabung nach zur Absolvierung des Gymnasialkurses geeignet erscheint.“

Die Wahl der Pension bedarf der Genehmigung des Direktors.

Der Unterricht im Sommersemester wird am Dienstag den 26. April nachmittags 2 Uhr beginnen. Die neu aufzunehmenden Schüler werden an demselben Tage vormittags 9 Uhr in den Klassen des Gymnasiums geprüft werden. Dieselben haben Schreibmaterialien, ein Abgangszeugnis der zuletzt besuchten Anstalt und einen Impfschein mitzubringen. Zur Aufnahme in die Sexta bei Beginn des Kurses ist Latein nicht erforderlich; dagegen werden allgemeine Kenntnisse in der Religionslehre, der deutschen Sprache und namentlich Sicherheit im elementaren Rechnen verlangt. Schüler, die ausnahmsweise zu Michaelis in die Sexta aufgenommen werden wollen, müssen mit der regelmäßigen lateinischen Formenlehre vertraut sein.

Der Gymnasialdirektor

Prof. Dr. H. F. Müller.

Neuer Lehrplan der Gymnasien.

	VI	V	IV	IIIB	IIIA	IIB	IIA	IB	IA	Zu- sammen
Religion	3	2	2	2	2	2	2	2	2	19
Deutsch und Geschichtserzählungen	3 $\frac{1}{2}$ 4	2 $\frac{1}{2}$ 3	3	2	2	3	3	3	3	26
Lateinisch	8	8	7	7	7	7	6	6	6	62
Griechisch	—	—	—	6	6	6	6	6	6	36
Französisch	—	—	4	3	3	3	2	2	2	19
Geschichte und Erdkunde	2	2	2 $\frac{2}{2}$	2 $\frac{2}{1}$	2 $\frac{2}{1}$	2 $\frac{2}{1}$	3	3	3	26
Rechnen und Mathematik	4	4	4	3	3	4	4	4	4	34
Naturbeschreibung	2	2	2	2	—	—	—	—	—	8
Physik, Elemente der Chemie und Mineralogie	—	—	—	—	2	2	2	2	2	10
Schreiben	2	2	—	—	—	—	—	—	—	4
Zeichnen	—	2	2	2	2	—	—	—	—	8
Zusammen	25	25	28	30	30	30	28	28	28	252

Dazu kommen: Turnen und Singen obligatorisch; Zeichnen für V—IIIA obligatorisch, für IIB—IA fakultativ; Englisch in IIA—IA obligatorisch für die Nichthebräer, fakultativ für die Hebräer; Hebräisch in IIA—IA fakultativ.

Verzeichnis der eingeführten Schulbücher.

Fächer.	Titel der Schulbücher.	Klasse.									
Religion	Die heilige Schrift	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV				
	Schulgesangbuch	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	V	VI		
	Ernesti, Landes-Katechismus	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	V	VI		
	Brüggemann, Heilsgeschichte						IV	V	VI		
	Noak, Hilfsbuch für den evangel. Religionsunterricht	1	IIa	IIb							
Deutsch	Novum Testamentum Graece	1	IIa	IIb							
	Hopf und Paulsiek, Deutsches Lesebuch I, 1										
	dasselbe I, 2							V	VI		
	dasselbe I, 3						IV				
	dasselbe II, 1				IIIa	IIIb					
Lateinisch	Regeln und Wörterverzeichnis für die deutsche Rechtschreibung	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	V	VI		
	Ellendt-Seyffert, Lateinische Grammatik	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV				
	Lateinische Elementargrammatik von Seyffert und Fries							V	VI		
	Heidelberg, Lat. Übungs- u. Lesebuch I									VI	
	Jacobs, Lateinisches Elementarbuch I								V		
Griechisch	Ostermann, Übungsbuch nebst Vokabular						IV	V			
	Hennings, Elementarbuch III					IIIb					
	dasselbe IV										
	Seyffert, Übungsbuch	1	IIa	IIb							
	Cornelius Nepos						IV				
	Caesar de bello Gallico							IIIb			
	Caesar de bello civili				IIIa						
	Ovid. Metamorph., Auswahl von Siebelis				IIIa	IIIb					
	Uhle, Griechische Schulgrammatik	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV				
	Wesener, Griechisches Elementarbuch I						IV				
Hebräisch	dasselbe II				IIIa	IIIb					
	Seyffert, Übungsbuch z. Übers. aus d. D. ins Gr.	1	IIa	IIb							
	Xenophontis Anabasis				IIIa	IIIb					
	Homeri Odyssea	1	IIa	IIb							
	Homeri Ilias	1	IIa								
Französisch	Gesenius, Lesebuch			IIb							
	Biblia Hebraica	1	IIa								
	Gesenius, Hebräisches Wörterbuch	1	IIa								
Englisch	Plötz, Französ. Schulgrammatik	1	IIa	IIb							
	Mangold u. Coste, Lehr- und Lesebuch d. franz. Sprache				IIIa	IIIb					
	Gesenius, Elementarbuch der engl. Sprache I		IIa	IIb							
Mathematik	dasselbe II	1									
	Scott, Tales of a grandfather		IIa	IIb							
	Kambly, Elementarmathematik I	1	IIa	IIb	IIIa	IIIb					
	dasselbe II	1	IIa	IIb	IIIa						
	dasselbe III	1	IIa	IIb							
Physik	dasselbe IV	1	IIa								
	Fölsing, Rechenbuch I							V	VI		
	dasselbe II						IV				
	Hofmann, Sammlung von Aufg. aus der Arithmetik II			IIb	IIIa	IIIb					
	dasselbe III	1	IIa								
Geschichte	Jochmann, Grundriß der Experimentalphysik	1	IIa	IIb							
	Herbst, Historisches Hilfsbuch	1	IIa	IIb							
	Eckertz, desgl.				IIIa	IIIb					
Geographie	Jäger, desgl.						IV				
	Alfred Kirchhoff, Schulgeographie				IIIa	IIIb	IV	V	VI		
	Müller, Choralmelodien							V	VI		
Singen	Erk, Sängerbuch I. Heft 2. Abt.							V	VI		

NB. Von den Schriftstellern wird die Textausgabe verlangt. Neueste Auflagen!

Kegels $r = 29$ $p = 23$ und der Höhe $h = 18$, die Höhe h , und das Volumen V , des Ergänzungskegels zu berechnen. 2) Die zwischen H . und der andern eines Dreiecks ist gegeben Winkel und Fläche des Dreiecks dem einen Abschnitt, den die Abschnitt anliegt.

- 1) Deutscher Aufsatz: V
 - 2) Ein lateinisches Skript
 - 3) Übersetzung aus Sopl
 - 4) Mathematische Aufgabe
- Seite, der Höhe nach einer 20 Dreieck zu berechnen aus einem Abschnitt, der von der Halbin bildet wird $\beta = 36^\circ 52' 11'' 64$ abgestumpften Kegel verwandelt oberer Radius gleich dessen F Markt und löst dafür 3 M. genommen haben, wenn sie d

Extra: Eine Gesellschaften 67 M. Der Mann im es von jeder Art?

Seit Ostern v. J. sind folgende Huning, Biedermann (diese d meister, Krüger, Boeck; aus II v. Rohrscheidt, W. Trolldenie Schmidt; aus IIIb O. Wunder aus V Jünemann, Braune, W

Aus einer Bekanntmachung der schen Bundesregierungen wegen gymnasien ausgestellten Reife der Gymnasien und Realgymn (Obersekunda) in eine Anstalt keit noch durch den jeweilige zur Ablegung der Reife tung des Staates, dem vorzulegen.

Das Schulgeld beträgt Regel der älteste von drei B in Sexta überhaupt nicht, in zogliche Ober-Schul-Kommiss

Deutschen nach Italien?

aus der Transversale nach einer überliegenden Winkel. 4) Ein Winkel und dem anliegenden Seite anliegenden Winkels ge- Radius $r = 21$ soll in einen ich dem der Kugel und dessen 4) Eine Frau bringt Eier zu würde sie ebensoviel Geld ein- Wie viel Eier hatte sie?

ndern verzehrt in einem Wirts- s Kind 1,50 M. Wie viel waren

Perschmann; aus IIa Fischer, r, Krebs, H. Schmidt, Fuhr- r, A. Wunderlich, Zimmermann, t Dedekind (auf unsern Rat), W. Bahmann, Pahl, A. Ohlmeyer;

das Übereinkommen der deut- on den Gymnasien bzw. Real- März 1889: Diejenigen Schüler des drittobersten Jahreskursus eder durch die Staatsangehörig- Stellvertreter angehören, haben der Unterrichtsverwal- holen und dem Direktor

Befreit wird auf Antrag in der besuchen. Schulgelderlaß wird a nur teilweise bewilligt. Her- raunschweig d. 19. Febr. 1889

