



Title	Vergleichende Untersuchungen über die Qualitäten, insbesondere die Elastizität und Festigkeit der Tannen- und Fichtenhölzer Hokkaidos
Author(s)	OHSAWA, Masayuki
Citation	Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University, 27(1), 1-225
Issue Date	1930-08-18
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12658
Type	bulletin (article)
File Information	27(1)_p1-225.pdf



[Instructions for use](#)

Vergleichende Untersuchungen über die Qualitäten, insbesondere die Elastizität und Festigkeit der Tannen- und Fichtenhölzer Hokkaidos

Von

Masayuki OHSAWA

(Hierzu 12 Textfiguren und 3 Anhangstabellen)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	2
II. Auswahl der Probestämme	5
III. Ausformung der Probestämme	9
IV. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts, des spezifischen Raumgewichts und des Schwindens des Holzes	11
V. Behandlung des Probekörpers	13
VI. Untersuchung über Splint und Kern	24
1. Über den Jahrring beim Splintholze	24
2. Wassergehaltsprozente und spezifisches Gewicht des Holzes im grünen Zustande	29
VII. Die Materialprüfungsmaschine und ihre Hilfsmittel	35
VIII. Untersuchungen an Probekörpern von kurzen Dimensionen	36
1. Das spezifische Gewicht bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande	36
2. Die Druckfestigkeit bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande	41
3. Das Schwinden des Holzes bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt	49
4. Der Qualitätsquotient bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt	58
5. Reduktion des spezifischen Gewichts in verschiedenem Feuchtigkeits- zustande auf den normalen Feuchtigkeitsgehalt von 15 Prozent	61
6. Reduktion der Druckfestigkeit bei einer normalen Feuchtigkeit von 15 Prozent	65
7. Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	72
8. Druckfestigkeit in normallufttrockenem Zustande	74
9. Einfluss der Astverhältnisse auf die Druckfestigkeit	77
10. Die Druckfestigkeit bezüglich der Lage der Querschnitte zur Him- melsrichtung	80

	Seite
11. Die Beziehungen zwischen Druckfestigkeit und Höhe der Stammteile über dem Boden	87
12. Beziehungen der Druckfestigkeit zu den Jahrringen	96
13. Druckfestigkeit des Rotholzes	98
IX. Druckelastizität.	100
1. Versuchsanordnung und Berechnung der Koeffizienten für die Druckelastizität	100
2. Versuchsergebnisse	103
X. Biegungs-Elastizität und -Festigkeit.	119
1. Versuchsanordnung und Berechnung der Koeffizienten für die Biegung.	119
2. Die Ergebnisse der Biegeversuche	123
3. Beziehungen zwischen Druck- und Biegungs-Elastizität bzw. -Festigkeit	134
XI. Über grundlegende Unterschiede zwischen den Holzqualitäten	137
XII. Schlusswort	150
Literaturverzeichnis	154
Anhangstabelle I. Versuchsergebnisse über die Druckfestigkeit	156
Anhangstabelle II. Untersuchungsergebnisse über die Druckelastizität	196
Anhangstabelle III. Resultate der Biegeversuche	208

I. Einleitung

Es ist eine bekannte Tatsache, dass Holz schon seit Jahrtausenden als sehr geschätztes natürliches Baumaterial in Verwendung steht und sein Gebrauchsgebiet durch sonstige natürliche und künstliche Baumaterialien auch deshalb nicht eingeschränkt wird, weil das Holz viele als Baumaterial nötige Bedingungen enthält, vor allem verhältnismässig grössere Festigkeit trotz des leichten Gewichts, leichte Ausformungsmöglichkeit und unserem Geschmack entsprechende Schönheit der Oberfläche. Wegen des neuerdings zunehmenden Bedürfnisses an Holz nimmt allmählich der Holzvorrat in der Welt ab, zugleich wird der Holzverbrauch so intensiv, dass insbesondere Bauholz nicht mehr wie früher in übermässig grosser Ausformung verwendet werden darf. Deshalb müssen die technisch-mechanischen Eigenschaften, insbesondere Elastizität und Festigkeit der Hölzer immer genauer untersucht werden und diesem Zwecke sollen die vorliegenden Ausführungen dienen.

Tanne¹⁾ (Todomatsu) und Fichte²⁾ (Ezomatsu) bilden die Haupt-

1) Als ursprüngliche Tanne in Hokkaido und Sachalin findet man vom Gesichtspunkte der systematischen Botanik aus betrachtet zwei Holzarten: *Abies sachalinensis* Fr. Schm. (Akatodomatsu), *Abies Mayriana* MIYABE et KUDO (Aotodomatsu). Beide kommen meistens mit einander vermischt vor, die erstere verhältnismässig oft in den nördlichen, die letztere in den südlichen Waldgebieten Hokkaidos. Für

bestände unserer Wälder in Hokkaido und Sachalin, und kommen teils allein teils mit einander oder mit Laubhölzern gemischt überall in diesen Waldgebieten vor. Ihr Vorkommen beträgt über die Hälfte des gesamten Holzvorrats dieser Länder, so dass ihre jährliche Ausnützung einen sehr grossen Betrag ausmacht. Der Gebrauch der beiden Holzarten ist ein so weiter, dass in den Ländern, in welchen sich ausser diesen Hölzern kein Nadelnutzholz findet, und auch im eigentlichen Japan, sie für ganz verschiedene Zwecke, insbesondere aber als Bauholz verwendet werden. Im allgemeinen wird man Tannenholz als Baumaterial hauptsächlich für Unterbauholz und Fichtenholz für Hochbauholz verwenden: diese Verwendungsweisen rühren hauptsächlich von ihrer verschiedenen Dauerhaftigkeit und Schönheit her, man hat aber bislang noch nicht die beiden Hölzer nach ihren mechanischen Eigenschaften unterschieden, so dass ihre Eigenschaften insbesondere ihre Elastizität und Festigkeit nicht zufriedenstellend verglichen werden können. Es gibt bis jetzt nur wenige Untersuchungen über diese Hölzer, welche einen genaueren Vergleich ihrer mechanischen Eigenschaften erlauben, weil bei beiden die technisch-mechanischen Eigenschaften sehr ähnlich sind.

Da das Holz im allgemeinen die organische Substanz ist, welche der Baum unter verschiedenen Lebensbedingungen, nämlich durch erbliche Faktoren, Veränderungen des Standorts und forstliche Behandlungsweise erzeugt, und dasselbe ja auch nach der Fällung sich verschieden verhält, so finden sich bedeutende Veränderungen in der Holzqualität nicht allein bei einer und derselben Holzart, sondern auch an verschiedenen Partien desselben Stammes. Nach den Untersuchungen über technisch-mechanische Holzeigenschaften von in- und ausländischen Forschern kann als erwiesen gelten, dass grosse Abweichungen forstliche Zwecke bezeichnet man aber gewöhnlich diese zwei Holzarten, sowohl als Baum als auch als Holz, mit dem gleichen japanischen Namen (Todomatsu), nicht allein wegen ihrer äusseren Gleichartigkeit, sondern auch ihrer sehr ähnlichen waldbaulichen und technologischen Eigenschaften. Wenn auch die ausgewählten Tannen der Species *Abies sachalinensis* Fr. Schm. zugehörten, so braucht man für forstwissenschaftliche Zweck keinen Unterschied zu machen.

2) Als ursprüngliche Fichte in Hokkaido findet man zwei Holzarten, *Picea jezoensis* Carr. (Ezomatsu) und *Picea Glehni* Masters (Akaezomatsu). Beide Holzarten sind aber sich nicht so ähnlich wie die zwei Tannenarten. Die erstere steht überall in den Urwäldern Hokkaidos und Sachalins, aber die letztere rein nur in wenig weiten Waldgebieten oder sehr wenig in besonders für sie geeigneten, abgegrenzten Standorten innerhalb der Nadelholzbestände. Es ist daher zu beachten, dass die hier ausgewählten Fichten *Picea jezoensis* Carr. sind.

gen in den Eigenschaften insbesondere der Elastizität und Festigkeit sowohl bei ein- und demselben Stamm als auch derselben Holzart existieren. Daher muss genaues Vergleichen der Elastizität und Festigkeit verschiedener Holzarten, insbesondere von Holzarten, die wie Tannen- und Fichtenhölzer scheinbar gleiche Eigenschaften haben, den Grund zu vervollkommenen Untersuchungen solcher Hölzer legen und die Frage zu beantworten versuchen, welche Veränderungen der Eigenschaften je nach den verschiedenen Lebensbedingungen und Behandlungen nach der Fällung bei jeder einzelnen Holzart, Stamm und Probekörper wahrgenommen werden kann. Dadurch werden sowohl bezüglich Produktion wie auch der Verwendungsmöglichkeiten der Tannen- und Fichtenhölzer weitere wissenschaftliche Fortschritte sich erbringen lassen.

Auch unter waldbaulichem Gesichtspunkt wird die Verjüngung der Tanne verhältnismässig leichter wie die der Fichte vollzogen. Man findet, dass nicht nur im Nadelholzwald diese beiden Holzarten mit Laubhölzern vermischt vorkommen, sondern dass auch in reinen Fichtenwäldern jugendliche Tannen verhältnismässig häufig anzutreffen sind. Aber auch bei künstlicher Auflage der Tanne ist die Durchführung der Keimpflege, Pflanzung und demnach Bestandeseerziehung auf geeignetem Standorte ohne Schwierigkeit zulässig. Dagegen kann aber natürliche und künstliche Verjüngung der Fichte, nicht einmal in Wäldern mit reinem Fichtenbestand heute noch vollkommen ausgeführt werden, da man die waldbaulichen Eigenschaften der Fichte für ihre Anpflanzung noch nicht genügend untersucht hat. Damit erklärt sich der Umstand, dass die Fichte bis jetzt in Hokkaido und Sachalin verhältnismässig schwieriger als die Tanne sich verjüngt. Wenn solche Zustände in der Verjüngung der Tanne und Fichte in unseren Ländern ohne Veränderung lange andauern, so kann in Zukunft der Fichtenholzvorrat so gering werden, dass der künftige jährliche Ertrag an Fichtenholz, das uns heute in seiner Auswertung umfangreicheren Nutzen als Tannenholz verschafft, eine beträchtliche Verminderung erfährt. Deshalb wollen wir im folgenden den Gesichtspunkt der Ausnützung der künftigen Ertragsmenge beider Holzarten in den Vordergrund stellen. Solche Veränderungen der Ertragsmenge zwischen beiden Holzarten dürften wohl im Interesse, ein möglichst grosse Dimensionen besitzendes Bauholz zu gewinnen nicht zulässig sein, solange die scheinbar gleichen technisch-mechanischen Eigenschaften bei Tannen- und Fichtenhölzern, welche hauptsächlich als Bauhölzer gebraucht

werden, nach genauen Untersuchungen tatsächlich als ungleichmässig noch erwiesen werden könnten. Damit müssen also zuerst die technisch-mechanischen Eigenschaften nach genauen Untersuchungen genügend deutlich gemacht werden und dann der Grad der Notwendigkeit für die Gewinnung von Bauholz aus beiden Holzarten erklärt werden, ehe man daran geht, waldbaulichen Grund für unsere Tannen- und Fichtenhölzer festzustellen; insbesondere aber ist dabei darauf zu achten, dass der sich allzu schwer verjüngenden Fichte ihre natürlichen Verbreitung lange Zeit erhalten bleibt.

Ich habe bereits mit Dr. K. MIYAI Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der Nadelhölzer in Hokkaido, insbesondere über die Veränderungen ihrer Qualität je nach ihren verschiedenen Wuchsgebieten anzustellen begonnen und die Untersuchungsergebnisse über Elastizität und Festigkeit des Tannenholzes im Teshio-Distrikt bereits herausgegeben. Inzwischen habe ich meine Untersuchungen über technisch-mechanische Eigenschaften der Tannen- und Fichtenhölzer von gleichem Standort aus dem Kitami-Bezirk durchgeführt und lege sie hiemit der Öffentlichkeit vor zugleich mit einigen Studien über Elastizität und Festigkeit der Tannen- und Fichtenhölzer mit der Absicht, einer genauen Vergleichung ihrer Holzqualität, welche, wie oben erwähnt, sowohl für die Entwicklung der Holzausbeutung als auch für die Verjüngung der verschiedenen Hölzer von grösster Wichtigkeit ist, die Wege zu ebenen.

Zum Schluss spreche ich hier meinen besten Dank Herrn Prof. Dr. K. MIYAI aus, der mir bei dieser Arbeit wertvolle Ratschläge erteilte.

II. Auswahl der Probestämme

Das zu diesen Qualitätsuntersuchungen bestimmte Probematerial wurde im Herbst 1921 im Staatsforste Onneyu, Unterabteilung a, Abteilung 94 des Forstwirtschaftsbezirkes Onneyu in Kitami, Hokkaido, ausgewählt. Der Untergrund, auf dem diese Stämme standen, ist Andesit, dessen Verwitterung einen guten, kräftigen Boden abgibt. Die Höhenlage, welcher die Probestämme entnommen wurden, ist etwa 450 m über dem Meere. Der Bestand jener Unterabteilung gehört zum Urwald, wird aber durch natürliche Verjüngung bewirtschaftet und ist verhältnismässig gut geschlossen mit verschiedenaltigen Tannen und Fichten und wenigen Laubhölzern gemischt; die Verhältniszahlen

ihrer Mischung betragen nach ihrer Stammzahl 2 : 1 : 1 und 2.4 : 1.7 : 1.0 nach ihrer Holzmasse. Die Stämme des Bestandes scheinen allgemein von besserem und höherem Wachstum zu sein.

Die Auswahl der Probestämme wurde mit einem Masstab von 45 cm im Durchmesser durchgeführt, wobei diese Grösse als durchschnittlicher Durchmesser des zur Hiebsreife gelangenden Stammes in diesem Urwaldsgebiete berechnet wurde, und hiebei wurden möglichst fehlerlos und gesund aussehende Bäume, und zwar je zehn Tannen und Fichten entnommen. Es liessen sich jedoch Veränderungen in der Holzqualität der einzelnen Stämme, die durch verschiedene innere Lebensfaktoren, insbesondere äussere Lebensbedingungen in der Vergangenheit bedingt sind, wahrnehmen, wenn auch sämtliche Probestämme jeder Holzart in nicht so weiter Entfernung von einander gestanden waren.

Die einzelnen Probestämme sind mit Angabe ihrer Standorte, Wachstumsverhältnisse und Stammcharakteristik in folgender Tabelle (1) angeführt:

TABELLE I

Nummer des Probestammes	Alter	Brusthöhen- durchmesser	Baumböhe	Höhe des Kronensatzes	Durchmesser der grossen Krone	Stammmasse	Formquotient	Standort		Charakteristik des Probestammes
		cm	m	m	m			m ³	Exposition	
Tanne										
31	155	43.4	31.4	9.2	6.7	2.277	0.611	NO	11°	Krone, ziemlich tief angesetzt, einseitig (talabwärts stärker) entwickelt.
32	155	43.0	26.9	13.0	8.0	2.006	0.552	NO	13°	In der Jugend etwa 50 Jahre unter Druck gestanden; hoch angesetzte, stark entwickelte Krone.
33	144	45.2	29.9	14.0	8.5	2.437	0.538	NO	18°	Krone hoch angesetzt, astfreier Stamm.
34	132	45.0	27.4	9.6	9.8	2.287	0.440	N	8°	In der Jugend etwa 30 Jahre unter Druck gestanden, ziemlich tief angesetzte, stark entwickelte Krone.

TABELLE I (Fortsetzung)

Nummer des Probestammes	Alter	Brusthöhen- durchmesser	Baumhöhe	Höhe des Kronensatzes	Durchmesser der grossen Krone	Stammmasse	Formquotient	Standort		Charakteristik des Probestammes
		cm	m	m	m	m ³		Exposition	Neigungswinkel	
Tanne										
35	112	41.0	26.7	7.5	6.7	1.701	0.506	SW	24°	Krone, tief angesetzt, Stamm am Fuß mit etwas braunfaulem Kern.
36	97	41.4	29.0	9.2	6.4	1.930	0.440	SW	24°	Ziemlich tief angesetzte, einseitig entwickelte Krone. Grundscheibe des Stammes durch Fäulnis etwas braun gefärbt.
37	99	43.4	27.7	12.4	8.7	1.892	0.527	SW	25°	Hochangesetzte Krone, astfreier Schaft.
38	112	43.4	26.0	12.4	9.2	2.017	0.462	SW	27°	Hochangesetzte, stark entwickelte Krone.
39	70	38.0	25.4	10.7	7.6	1.471	0.543	SW	10°	Mittelhoch angesetzte, stark entwickelte Krone; Stamm mit ziemlich gutem Zuwachs.
40	90	43.6	28.8	13.2	8.3	2.102	0.464	NO	15°	Hoch angesetzte, stark entwickelte Krone; Grundscheibe mit einem Faulfleck, (durch eine Wunde verursacht).
Mittel	117	42.7	27.9	11.1	8.0	2.012	0.508		18°	
Fichte										
41	185	46.7	27.9	16.4	7.2	2.547	0.621	NO	10°	Sehr hoch angesetzte, schwach entwickelte Krone, astfreier vollholziger Schaft.
42	157	41.6	29.2	5.0	8.7	2.149	0.541	NO	5°	Krone tief angesetzt, einseitig entwickelt; in der Jugend in dichtem Schluße erwachsen, zuletzt in vollem Lichtgenuß stehend.

TABELLE I (Fortsetzung)

Nummer des Probestammes	Alter	Brusthöhen- durchmesser	Baumböhe	Höhe des Kronenansatzes	Durchmesser der grossen Krone	Stammmasse	Formquotient	Standort		Charakteristik des Probestammes
		cm		m				m	m	
Fichte										
43	143	42.7	28.4	13.9	9.6	2.008	0.568	NO	12°	In der Jugend unter Druck gestanden, hoch angesetzte Krone.
44	168	48.2	28.9	8.0	9.8	2.123	0.611	NO	11°	Ziemlich tief angesetzte, stark entwickelte Krone.
45	94	41.0	28.7	9.0	6.5	1.832	0.486	O	11°	Ziemlich tief angesetzte, einseitig entwickelte Krone.
46	119	43.2	25.0	10.4	8.2	1.978	0.474	NO	16°	Tiefangesetzte, allseitig, kräftig entwickelte Krone. Ziemlich abholziger Stamm mit schlechtem Höhenzuwachs.
47	176	47.3	28.0	14.0	7.9	2.203	0.500	N	22°	Hoch angesetzte, schwach entwickelte Krone. Grundscheibe mit rot-faulen Kern.
48	114	42.3	29.4	14.9	8.0	1.940	0.596	NO	24°	Hoch angesetzte, stark entwickelte Krone. Vollholziger Stamm mit ziemlich gutem Zuwachs.
49	106	39.6	28.6	17.5	9.5	1.722	0.515	SW	25°	Sehr hoch angesetzte, schwach entwickelte Krone. Grundscheibe mit etwas rotfarbigem Kern.
50	89	40.0	29.4	10.5	7.5	1.847	0.508	SW	27°	Ziemlich tief angesetzte, stark entwickelte Krone.
Mittel	135	43.3	28.4	12.0	8.3	2.035	0.542		16°	

Die zu den Untersuchungen ausgewählten Tannen- und Fichtenstämme sind in ihrem durchschnittlichen Durchmesser, ihrer Stamm-

höhe, Stammmasse, Stammform und Kronenbeschaffenheit annähernd gleich, nur im Baualter ist die Fichte älter als die Tanne, nämlich die erstere 135 Jahre und die letztere 117 Jahre im Durchschnitt. Nach Betrachtung der örtlichen Expositionen der beiden Holzarten war die nordöstliche und südwestliche bei der Tanne gleichmässig vorhanden, während bei der Fichte die Nordostexposition häufiger vorkam als die andere, die nur zweimal bemerkt wurde, auch erschien die Tanne gewöhnlich auf verhältnismässig stark geneigtem Boden stehend. Im gewöhnlichen Urwälder, der mit Tanne und Fichte vermischt ist, erscheint die alte Tanne in einem stark nach Südwesten gelegenen, ziemlich baumfreien Standort, der von ihr mehr als von der Fichte vorgezogen wird, um im alten Bestande verhältnismässig mehr Lichtmenge als in ihrer jungen Periode zu beanspruchen. Daher eignet sich eine solche Verteilung der örtlichen Exposition zwischen beiden Holzarten sehr wohl für den gemischten Urwald. Ausserdem können diese ausgewählten Stämme—wenn anders man sich auf die Ergebnisse der obigen Tabelle stützen will—als Probestämme zum Vergleichen der Holzqualität zwischen Tannen- und Fichtenholz als günstig angesehen werden.

III. Ausformung der Probestämme

Die ausgewählten Probestämme wurden im Dezember 1920 gefällt und nach folgendem Schema (Fig. 1) zerlegt:

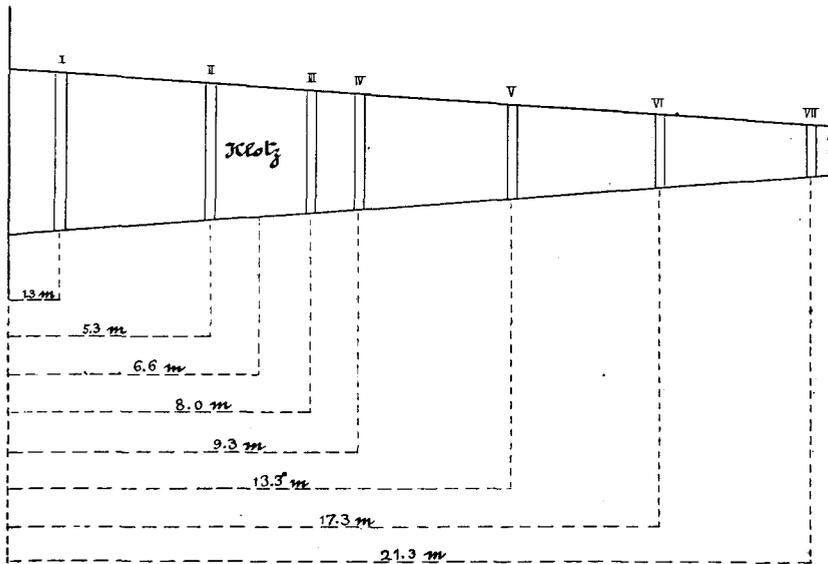


Fig. 1

Aus allen Probestämmen wurden vier Scheiben (I-IV) von 25 cm Dicke, drei oder zwei Scheiben (V-VII) von 20 cm Dicke und ein Klotz von 2.5 m Länge herausgesägt. Die Anzahl der zu entnehmenden Scheiben richtet sich im allgemeinen nach der Baumhöhe: hiebei wurde aber festgesetzt, dass der kleinste Scheibendurchmesser nicht unter 13 cm sinken dürfe, da schwächere Dimensionen für Bauholz nicht in Betracht kommen können.

Zur Vermeidung des Reißens und Springens am Versuchsmaterial wurden die Hirnflächen der Scheiben und Klötze mit Vaseline sofort nach der Aufarbeitung der Probestämme im Walde gut eingefettet und der durch die Eisenbahn vorsichtig auszuführende Transport der Scheiben erfolgte in Säcken, der der Klötze in unverpacktem Zustande.

Von den Probematerialien, welche in die Versuchsanstalt der Forstwissenschaftlichen Abteilung der Kaiserlichen Hokkaido-Universität in Sapporo gebracht worden waren, wurden die Scheiben nach der vorläufigen Ermittlung der Jahrringe an den Splint- und Kernhölzern auf folgende aus Fig. 2 ersichtliche Weise mit Ausnahme der

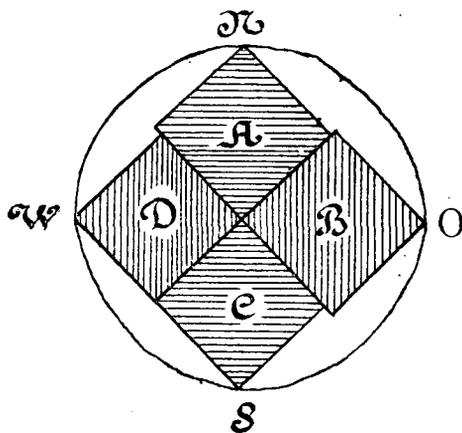


Fig. 2

Scheibe III ausgeformt. Die Stammscheiben wurden nämlich durch zwei zueinander senkrecht stehende und durch den Kern gehende Schnitte in vier Viertel zerlegt: für diese einzelnen Viertel wurden die Bezeichnungen a, b, c und d nach den vier Himmelsrichtungen Nord, Ost, Süd und West angewandt. Nachdem der Feuchtigkeitsgehalt der zu zerlegenden Viertel durch natürliches Austrocknen zum lufttrockenen

Zustande unseres Laboratoriums gebracht worden war, wurde aus dem einzelem Viertel ein parallelepipedisches Prisma von möglichst grossem quadratischen Querschnitt geformt, aus welchen weiterhin ein Würfel und zwei Platten von 2.5 cm Dicke mit der gleichen Hirnfläche wie derjenigen des Würfels entnommen wurden. Dann wurde an jedem Würfel und jeder Platte eine möglichst genaue Form durch sorgliche Abhobelung vom Zimmermann hergestellt.

Auf der anderen Seite wurden die Klötze sofort nach Einlangen im Sägewerk entsprechend dem obigen Vorgang in je vier Balken ausgeformt, dann aus denselben weiterhin ein Biegebalken von 1.7 m Länge und ein Druckprisma von 50 cm Höhe zur Elastizitätsuntersuchung entnommen.

Wegen solcher Ausformungen erhielten die Probekörper verschiedenen quadratischen Querschnitt je nach Grösse der Scheiben oder Klötze, wobei zuvor einige bereits durch Abschneiden der bedeutende Holzfehler enthaltenden Teile klein gemacht worden waren. Auch wurden die Würfel oder Platten, deren Querfläche allzu gross war, als dass sie zur maximalen Belastung der Prüfungsmaschine geeignet gewesen wären, weiterhin in vier gleichförmige, quadratische Körper zerlegt.

Die Scheibe III aller Stämme, bei denen man die oben genannte Zerlegung nicht durchgeführt hat, wurde zur Untersuchung des frischen spezifischen Gewichts und des Wassergehalts im waldgrünen Zustande gebraucht.

IV. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes, des spezifischen Raumgewichts und des Schwindens des Holzes

Es ist allgemein bekannt, dass Holz im grünen Zustande eine verhältnismässig grössere Menge Wasser enthält, welches in den verschiedenen Teilen des Baumes sich verändert, und dass je länger der Trocknungsprozess gedauert hat, desto mehr Wasser das Holz verloren hat, so dass es schliesslich in lufttrockenen Zustand gelangt. Da dieser Zustand aber nicht feststehend ist, so ist das Wasser innerhalb des Holzes immer durch den Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft beeinflusst, sein Gewicht und Volumen nimmt demnach dauernd zu beziehungsweise ab und eine Veränderung des spezifischen Raumgewichts tritt so in Erscheinung. Daher muss man bei Erwähnung des spezifischen Gewichts nicht nur dieses sondern auch jeweils den Feuchtigkeitsgrad des Holzes namhaft machen. Insbesondere im Falle von Qualitätsbestimmungen beziehungsweise Elastizitäts- und Festigkeitsuntersuchungen ist es notwendig, sowohl den Feuchtigkeitsgehalt als das spezifische Raumgewicht des Probekörpers je nach dem verschiedenen Luftdruck zusammenzustellen, wobei die Bestimmungsmethoden immer gleich und genau auszuführen sind. Die Methoden, die dabei Anwendung finden, sind folgende :

Ich habe das Volumen, welches Grundlage einer jeden Berechnung des spezifischen Raumgewichts ist, auf stereometrische Weise bestimmt, da diese Methode für die Würfel und Platten rascher zum Ziele führt als die Benutzung von Tauchflüssigkeiten. Der Unterschied zwischen einem Volumen, das nach einer genaueste Ergebnisse liefernden Tauchungsmethode gefunden war, und einem nach einer verhältnismässig leichten stereometrischen Methode war 0.32% des stereometrisch bestimmten Volumens im Durchschnitt nach den Untersuchungen, welche G. JANKA bereits durchgeführt hat. Weil mit dem Volumen gleichzeitig der natürliche Wassergehalt der verschiedenen luftgetrockneten Holzproben zu bestimmen war, so hätte bei der Tauchungsmethode auf die Hirnfläche aufgestrichenes Paraffin die Bestimmung des absolutgetrockneten Gewichts schädlich beeinflusst.

Die Messung der Dimensionen bei stereometrischer Volumenbestimmung des Probekörpers wurde auf 0.1 mm genau angestellt, und sowohl die Quersfläche als das Volumen selbst nach den Formeln $q = a \times b$, $v = q \times l$ berechnet; hierin bezeichnen a und b das arithmetische Mittel je zwei paralleler Seiten des Querschnitts, l das arithmetische Mittel der vier parallelen Seitenhöhen. Die Auswägung des Probekörpers erfolgte immer auf 0.1 g genau. Dann wurde das spezifische Raumgewicht nach der Formel $s = \frac{g}{v}$ auf drei Dezimale durch Benutzung der fünfteiligen Logarithmentafel berechnet; aus praktischen Gründen werden diese spezifischen Gewichte in der Folge mit ihrem 100-fachen Werte angegeben.

Zu Ermittlung der absoluten Trockengewichte der Festigkeitsproben wurden sie im elektrischen Austrocknungskasten mit automatisch sich bewegendem Regulierungsapparat bei einer Temperatur von 100° bis 105° C so lang gedörrt, bis die Probewägungen keine grössere Gewichtsabnahme als 0.3% vom Dörrgewichte erkennen liessen. Hierauf wurden die ganzen Probekörper teilweise in Exikatoren, welche sorgfältig luftdicht abgeschlossen waren, abgekühlt und dann je fünf und fünf gewogen und gemessen.

Das spezifische Gewicht und der Wassergehalt sowohl der Biegestäbe wie der Druckprismen wurde nur an den Holzwürfeln direkt bestimmt, die man aus den verletzten Teilen der Probekörper, und zwar nahe der Bruchstelle, unmittelbar nach jenen Festigkeitsuntersuchungen entnommen hatte. Hierbei wurden je zwei Würfel an einem Biegestäbe und je ein Würfel an einem Druckprisma ausgeformt.

Man berechnete den Wassergehalt oder Feuchtigkeitsgehalt, das spezifische Raumgewicht und die Schwindungsgrösse durch nachstehende Formeln :

$$s_f = \frac{g_f}{v_f}$$

$$s_o = \frac{g_o}{v_o}$$

$$f = \frac{(g_f - g_o)}{g_o} 100$$

$$\lambda_r = \frac{R_f - R_o}{R_o} 100$$

$$\lambda_t = \frac{T_f - T_o}{T_o} 100$$

In den oben erwähnten Formeln bedeuten :

f den Wassergehalt in Prozenten des absoluten Trockengewichts (%),
 v_f und g_f das Volumen (cm^3) und das Gewicht (g) der Probe bei einem Wassergehalt (Feuchtigkeitsgehalt) von f %,

v_o und g_o das Volumen (cm^3) und das Gewicht (g) des Probekörpers im absoluttrockenen Zustande,

s_f das spezifische Gewicht des Probekörpers bei einem Feuchtigkeitsgehalt von f %,

s_o das spezifische Absoluttrockengewicht,

R_f und T_f die Diagonallänge in der Radialrichtung und Tangentialrichtung des Jahrringes am Querschnitt der Probe bei einem Feuchtigkeitsgehalt von f %,

R_o und T_o die Diagonallänge in der Radialrichtung und Tangentialrichtung des Jahrringes am Querschnitt der Probe in absoluttrockenem Zustande,

λ_r und λ_t die prozentuale Radial- und Tangentialschwindungsgrösse.

V. Behandlung des Probekörpers

Es ist gegenwärtig nunmehr allseits anerkannt, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes, der je nach der Behandlung, die es bis zur Durchführung seiner Festigkeitsprüfung erfährt, verschieden ist und einen grossen Einfluss auf die technischen Eigenschaften besonders auf die Elastizität und Festigkeit ausübt.

In meiner Untersuchung zollte ich den technischen und mechani-

schen Eigenschaften der Tannen- und Fichtenhölzer aus dem Kitami-Bezirk besondere Aufmerksamkeit, um die Gesetze ableiten zu können, welchen die verschiedenen Eigenschaften bei wachsendem Feuchtigkeitsgehalte des Holzes folgen. Zur Erreichung dieses Zieles standen zahlreiche Probekörper von verschiedenem Wassergehalte zur Verfügung.

Sämtliche Druckproben, sowohl Würfel wie Platten, waren vorerst im Laboratorium lufttrocken geworden, ehe sie zu Versuchen über die Verschiedenheit des Feuchtigkeitszustandes bei nachstehender Behandlungsweise gebraucht wurden:

- (1) Aufbewahrung im lufttrockenen Zustande des Laboratoriums,
- (2) künstliche Austrocknung oder Befeuchtung,
- (3) Aufsaugen im Wasser.

Es war notwendig, den zu erstrebenden Feuchtigkeitsgehalt des Probekörpers vor den Festigkeitsversuchen festzusetzen, um eine ungleichmässige Verteilung von Probestücken in verschiedenem, trockenem oder feuchten, Zustande zu vermeiden. In den Fällen (1) und (2) konnte ich den für Festigkeitsprüfungen gerade geeigneten Feuchtigkeitsgehalt aller Probekörper erraten, unter Berücksichtigung der Gewichtsveränderung bei den jeweiligen Auswägungen und zugleich des während eines gewissen Zeitraums davor von dem automatisch registrierenden Hygrometer und Thermometer niedergeschriebenen Protokolls, wobei auch meine Untersuchungen¹⁾ über regelmässige Beziehungen zwischen dem Wassergehalt und der Luftfeuchtigkeit, welche ich schon für Tannen- und Fichtenhölzer durchgeführt hatte, als Unterlage dienen konnten.

Weiterhin muss ich die Aufbewahrungsweise der Probekörper besprechen.

(1) Unser Laboratorium, worin die Probekörper bis zum Festigkeitsversuch aufbewahrt wurden, hat zwei lufttrockene Zimmer, von denen eines mit Dampf geheizt werden kann und ein anderes keine künstliche Heizung hat. Ausserdem wurde ein Schuppen als Aufbewahrungsort ausgewählt, wodurch nur Niederschläge abgehalten und ungefähr die gleiche feuchte und trockene Atmosphäre wie im Freien herrschte. An diesen genannten drei Orten stand sowohl die gesamte Zahl der Balken, Stäbe und Würfel wie eine Partie Platten zur Verfügung.

1) Journal of the Society of Agriculture and Forestry Sapporo, Japan. No. 89. Year XIX. 1928.

(2) Zur Erleichterung der künstlichen Austrocknung und Befeuchtung wurde ein elektrischer Thermostat gebraucht, woran Zu- oder Abnahme der Luftfeuchtigkeit genau kontrolliert wurde. Nachdem eine grosse Partie Platten zur Druckprobe im ungeheizten, lufttrockenen Zimmer langezeit aufbewahrt worden war, legte ich sie bis zur Festigkeitsermittlung in einen künstlich lufttrocken oder -feucht gemachten Kasten, wobei sie aber vordem den entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt erlangt hatten.

(3) Beim Aufsaugen im Wasser war die Behandlung derart, dass der zuerst im lufttrockenen Zustande sich befindliche Probekörper in Wasser von Temperatur 18° – 22°C ständig versenkt gehalten wurde, wobei er in einem Kasten von $45 \times 20 \times 30$ cm 3 cm unter der Wasseroberfläche lag. Nachdem er aus dem Wasser herausgenommen war, wurde er weiter im Thermostat in einer Temperatur von 20°C mit einem Luftfeuchtigkeitsprozent von 95° – $100^{\circ}\%$ aufbewahrt, um das aufgesogene Wasser überall innerhalb des Probekörpers sich gleichmässig verteilen zu lassen, ehe ein Festigkeitsversuch vorgenommen wurde. War die Zeitdauer der Tränkung verschieden, so hatte er sich auch mit einem verschiedenen Wassergehalt vollgesogen. Dieser Behandlungsweise wurde eine Partie der Platten unterzogen.

Um die jeweilige Behandlungsweise bei den Versuchen über die Verschiedenheit des Feuchtigkeitszustandes bei verschiedenartiger Aufbewahrung des einzelnen Holzprobenmaterials aufzuzeigen und die hiebei erzielten Resultate noch weiter deutlich zu machen, möge die folgende Erläuterung dienen:

(A) Holzprobe von langen Dimensionen

Biegebalken und Druckprismen (Bezeichnung der Proben: a, b, c) sowohl aus Tannen- wie aus Fichtenholz wurden im Laboratorium in den Jahren 1923 bis 1925 gehalten, während der Probekörper drei Jahre lang im Schuppen aufbewahrt blieb, worauf sie im vorher angeordneten Feuchtigkeitszustande geprüft wurden. Der Feuchtigkeitsgehalt und die Temperatur der Luft während der Probe und die entsprechenden Feuchtigkeitsprozente sowohl im Extremwerte als im Mittelwerte stellen sich bei den einzelnen Probekörpern wie folgt dar:

TABELLE 2

Art des Probekörpers	Holzart	Bezeichnung des Probekörpers	Zeit während der Probe	Durchschnittlicher Luftzustand der 10 Tage während der Probe		Entsprechender Feuchtigkeitsprozent des Holzes (%) (Nummer des Stammes)		
				Temperatur (C)	Feuchtigkeitsprozent (%)	Maximum	Minimum	Mittel
Balken	Tanne	a	Ende August 1923	23	90	16.7(31)	15.8(38)	16.2
		b	Mitte November 1924	9	67	15.1(34)	13.8(39)	14.2
		c	Mitte Oktober 1923	11	73	12.7(35)	12.1(33)	12.5
		d	Anfang Juni 1925	18	76	15.9(34)	14.8(31)	15.3
		Mittel						14.7
	Fichte	a	Mitte November 1923	8	56	17.0(46)	15.3(50)	15.8
		b	Anfang November 1924	9	73	15.1(46)	13.2(43)	14.6
		c	Anfang März 1924	5	46	13.2(42)	12.8 ⁽⁵⁰⁾ ₍₄₁₎	13.0
d		Mitte Juli 1925	23	78	16.4(43)	15.3(44)	16.0	
	Mittel						14.9	
Prisma	Tanne	a	Ende Oktober 1923	9	73	15.8 ⁽³¹⁾ ₍₃₇₎	14.7(32)	15.4
		b	Ende Oktober 1924	10	70	14.2(33)	13.5(35)	13.8
		c	Mitte Dezember 1923	6	54	14.4(35)	12.9(34)	13.6
		d	Anfang Juli 1925	20	83	15.8(34)	13.1(31)	14.8
		Mittel						14.4
	Fichte	a	Anfang Dezember 1923	5	50	15.1(46)	14.1(44)	14.6
		b	Ende Oktober 1924	10	70	14.9(44)	14.4(42)	14.7
		c	Mitte November 1923	8	56	14.2(45)	13.6(48)	14.0
d		Mitte Juli 1925	23	78	15.9 ⁽⁴¹⁾ ₍₄₅₎	15.0 ⁽⁴⁸⁾ ₍₅₀₎	15.5	
	Mittel						14.7	

(B) Würfel

Nachdem die Würfel (Bezeichnung der Probekörper: a, b, c, d) aus Tannenholz vom Frühling bis zum Herbst 1923, und diejenigen aus Fichtenholz vom Oktober 1925 bis zum Februar 1926 genau ausgeformt worden waren, wurden sie im Laboratorium bis zum Festigkeitsversuch liegen gelassen. Die Versuchszeiten und der Feuchtigkeitsgehalt der Probewürfel sowohl im Extremwerte als im Mittelwerte zeigen sich in der nachstehenden Tabelle (3):

TABELLE 3

Holzart	Bezeichnung der Probewüfel	Zeit der Probeentnahme	Art der Aufbewahrung		Bemerkung	Entsprechender Feuchtigkeitsprozent des Holzes (%) (Nummer der Probescheibe)		
			Durchschnittlicher Luftzustand der 10 Tage während der Probe			Maximum	Minimum	Mittel
			Temperatur (C)	Feuchtigkeitsprozent (%)				
Tanne	a	Anfang Dezember 1924	5	60	Aufbewahrung im ungeheizten Laboratorium vor dem Versuche	15.0 ($\frac{39}{I}$)	12.6 ($\frac{35}{I}$)	13.7
	b	Anfang Oktober 1926	12	78	„	15.9 ($\frac{38}{IV}$)	13.7 ($\frac{34}{VI}$)	14.8
	c	Mitte Dezember 1924	5	61	„	14.7 ($\frac{33}{II}$)	12.7 ($\frac{40}{VII}$)	13.7
	d	Anfang September 1925	22	76	„	16.4 ($\frac{36}{VII}$)	13.4 ($\frac{32}{VII}$)	14.7
Fichte	a	Mitte Februar 1927	3	55	„	12.2 ($\frac{49}{V}$)	9.6 ($\frac{48}{VI}$)	10.9
	b	Anfang März 1926	7	53	„	15.3 ($\frac{42}{V}$)	13.2 ($\frac{43}{V}$)	14.6
	c	Anfang April 1926	—	—	Aufbewahrung im geheizten Laboratorium einen Monat vor dem Versuche	10.9 ($\frac{50}{I}$)	8.0 ($\frac{49}{V}$, $\frac{49}{VII}$)	9.1
	d	Mitte November 1926	5	66	Nach der genauen Ausformung wurde sie sieben Monate im Schuppen liegen gelassen und vor dem Versuche in das Laboratorium gebracht	16.8 ($\frac{48}{V}$)	14.6 ($\frac{44}{VII}$)	15.8

(C) Platte

Von den zwei Platten, die aus denselben Vierteln aller Scheiben entnommen worden, wurde eine Platte in absoluttrockenem Zustande geprüft. Eine andere Platte war in Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt zur Verfügung gestanden. Überhaupt wurde die vorstehend in (1) und (2) erwähnte Behandlungsweise nur für diese Platten durchgeführt. Aus sämtlichen Platten hatte ich mehrere Gruppen von Platten untereinander verschieden bezeichnet: jede Gruppe bestand aus 7-12 Platten, die dieselbe Behandlungsweise erfuhren. Die Bezeichnungen der Probepplatten und der ihrer Aufbewahrungsweise entsprechende Feuchtigkeitsgehalt bei jeder Gruppe von Platten ist in der nachstehenden Tabelle (4) übersichtlich dargestellt:

TABELLE 4

Holzart	Bezeichnungen der Platten	Anzahl der Platten	Behandlung der Platten bis zur Prüfung	Atmosphärische Bedingungen im Thermostat		Feuchtigkeit des Holzes			Tage der Prüfung	Bezeichnungen der aus der gekennzeichneten Serie entnommenen Platten
				Temperatur	Relativer Luftfeuchtigkeitsprozent	Durchschnitt	Maximum	Minimum		
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
	$\frac{33}{I}c_3, \frac{33}{II}c_3 \dots \frac{33}{VII}c_3; \frac{38}{I}c_3, \frac{38}{II}c_3 \dots \frac{38}{VI}c_3$	11	Austrocknen nach Befeuchtung	20	90	20.7	21.3	20.3	25/VI 1925	
	$\frac{34}{I}a_3, \frac{34}{II}a_3 \dots \frac{34}{VII}a_3; \frac{37}{I}a_3, \frac{37}{II}a_3 \dots \frac{37}{VII}a_3$	11	„	20	93	21.5	22.7	20.6	27/VI „	$\frac{34}{VI}a_3$
	$\frac{34}{I}c_3, \frac{34}{II}c_3 \dots \frac{34}{VII}c_3; \frac{37}{I}c_3, \frac{37}{II}c_3 \dots \frac{37}{VII}c_3$	11	„	20	88	20.5	21.3	20.0	11/VII „	$\frac{33}{I}c_3$
	$\frac{35}{I}c_3, \frac{35}{II}c_3 \dots \frac{35}{VI}c_3; \frac{36}{I}c_3, \frac{36}{II}c_3 \dots \frac{36}{VII}c_3$	10	Befeuchtung in feuchtigkeitsgesättigter Luft, 40 Tage lang; Austrocknen nach Befeuchtung	—	—	24.4	25.5	23.2	9/VIII „	$\frac{36}{I}c_3$
	$\frac{32}{I}c_3, \frac{32}{II}c_3 \dots \frac{32}{VI}c_3; \frac{40}{I}c_3, \frac{40}{II}c_3 \dots \frac{40}{VII}c_3$	11	„	20	50	10.5	11.2	9.1	8/XII „	
	$\frac{32}{I}a_3, \frac{32}{II}a_3 \dots \frac{32}{VII}a_3; \frac{40}{I}a_3, \frac{40}{II}a_3 \dots \frac{40}{VII}a_3$	12	„	20	31	6.1	6.9	5.4	24/III 1926	
	$\frac{31}{I}a_3, \frac{31}{II}a_3 \dots \frac{31}{VII}a_3; \frac{39}{I}a_3, \frac{39}{II}a_3 \dots \frac{39}{VI}a_3$	10	„	30	21	4.7	5.6	4.2	27/III „	$\frac{31}{IV}a_3$
	$\frac{31}{I}c_3, \frac{31}{II}c_3 \dots \frac{31}{VII}c_3; \frac{39}{I}c_3, \frac{39}{II}c_3 \dots \frac{39}{VI}c_3$	10	„	20	80	18.0	18.3	17.2	13/XII 1927	

Tanne										
	$\frac{35}{I} a_3, \frac{35}{II} a_3 \dots \frac{35}{VI} a_3, \frac{36}{I} a_3, \frac{36}{II} a_3 \dots \frac{36}{VII} a_3$	11	Austrocknen nach Befeuchtung	20	76	16.9	18.2	15.3	14/XII 1927	
	$\frac{33}{I} a_3, \frac{33}{II} a_3 \dots \frac{33}{VII} a_3, \frac{38}{I} a_3, \frac{38}{II} a_3 \dots \frac{38}{VI} a_3$	9	Austrocknen im Exikator mit Chlorcalcium, 20 Tage lang	—	—	4.6	5.1	4.1	14/XII „	$\frac{33}{II} a_3, \frac{33}{IV} a_3$
	$\frac{31}{VII} b_3, \frac{32}{VII} b_3 \dots \frac{35}{VII} b_3, \frac{36}{I} b_3, \frac{37}{I} b_3 \dots \frac{40}{I} b_3$	9	Austrocknen nach Befeuchtung	30	88	16.3	18.0	15.2	2/IV 1926	$\frac{35}{VII} b_3$
	$\frac{31}{VI} b_3, \frac{32}{VI} b_3 \dots \frac{35}{VI} b_3, \frac{36}{II} b_3, \frac{37}{II} b_3 \dots \frac{40}{II} b_3$	10	„	30	80	14.8	15.5	14.0	7/IV „	
	$\frac{31}{V} b_3, \frac{32}{V} b_3 \dots \frac{35}{V} b_3, \frac{36}{IV} b_3, \frac{37}{IV} b_3 \dots \frac{40}{IV} b_3$	8	„	30	76	13.8	14.5	12.3	8/IV „	$\frac{35}{V} b_3, \frac{40}{IV} b_3$
	$\frac{31}{IV} b_3, \frac{32}{IV} b_3 \dots \frac{35}{IV} b_3, \frac{36}{V} b_3, \frac{37}{V} b_3 \dots \frac{40}{V} b_3$	8	„	30	70	13.1	13.4	12.9	9/IV „	$\frac{32}{IV} b_3, \frac{33}{IV} b_3$
	$\frac{31}{II} b_3, \frac{32}{II} b_3 \dots \frac{35}{II} b_3, \frac{36}{VI} b_3, \frac{37}{VI} b_3 \dots \frac{40}{VI} b_3$	9	„	30	65	11.5	12.1	11.0	10/IV „	$\frac{35}{II} b_3$
	$\frac{31}{I} b_3, \frac{32}{I} b_3 \dots \frac{35}{I} b_3, \frac{36}{VII} b_3, \frac{37}{VII} b_3 \dots \frac{40}{VII} b_3$	7	„	30	55	10.1	10.5	9.4	13/IV „	$\frac{36}{VII} b_3, \frac{38}{VII} b_3, \frac{39}{VII} b_3$
	$\frac{31}{VII} d_3, \frac{32}{VII} d_3 \dots \frac{35}{VII} d_3, \frac{36}{I} d_3, \frac{37}{I} d_3 \dots \frac{40}{I} d_3$	8	Eintauchung in Wasser, 2 Stunden lang	—	—	40.5	47.1	34.4	18/VII 1928	$\frac{35}{VII} d_3, \frac{31}{VII} d_3$
	$\frac{31}{VI} d_3, \frac{32}{VI} d_3 \dots \frac{35}{VI} d_3, \frac{36}{II} d_3, \frac{37}{II} d_3 \dots \frac{40}{II} d_3$	10	Eintauchung in Wasser, 8 Stunden lang	—	—	49.2	54.5	42.6	19/VII „	
	$\frac{31}{IV} d_3, \frac{32}{IV} d_3 \dots \frac{35}{IV} d_3, \frac{36}{V} d_3, \frac{37}{V} d_3 \dots \frac{40}{V} d_3$	7	Eintauchung in Wasser, 50 Stunden lang	—	—	70.2	77.8	60.9	23/VII „	$\frac{33}{IV} d_3, \frac{36}{V} d_3, \frac{38}{V} d_3$
	$\frac{31}{V} d_3, \frac{32}{V} d_3 \dots \frac{35}{V} d_3, \frac{36}{IV} d_3, \frac{37}{IV} d_3 \dots \frac{40}{IV} d_3$	9	Eintauchung in Wasser, 16 Stunden lang	—	—	54.9	62.8	51.2	17/VII „	$\frac{31}{V} d_3$

TABELLE 4 (Fortsetzung)

Holzart	Bezeichnungen der Platten	Anzahl der Platten	Behandlung der Platten bis zur Prüfung	Atmosphärische Bedingungen im Thermostat		Feuchtigkeit des Holzes			Tage der Prüfung	Bezeichnungen der aus der gekennzeichneten Serie entnommenen Platten
				Temperatur	Relativer Luftfeuchtigkeitsprozent	Durchschnitt	Maximum	Minimum		
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
Tanne	$\frac{31}{II} d_3, \frac{32}{II} d_3 \dots \frac{35}{II} d_3; \frac{36}{VI} d_3, \frac{37}{VI} d_3 \dots \frac{40}{VI} d_3$	9	Austrocknen im Thermostat, einen Monat lang, nach 30 Stunden wahrender Eintauchung in Wasser	25	95-100	35.3	40.0	31.7	24/VIII 1928	$\frac{34}{II} d_3$
	$\frac{31}{I} d_3, \frac{32}{I} d_3 \dots \frac{35}{I} d_3; \frac{36}{VII} d_3, \frac{37}{VII} d_3 \dots \frac{40}{VII} d_3$	7	„ „ „ „ 6 Wochen	25	95-100	27.0	29.1	24.7	6/IX „	$\frac{38}{VII} d_3, \frac{39}{VII} d_3, \frac{40}{VII} d_3$
	$\frac{41}{I} a_3, \frac{42}{I} a_3 \dots \frac{45}{I} a_3; \frac{46}{VII} a_3, \frac{47}{VII} a_3 \dots \frac{50}{VII} a_3$	9	Austrocknen nach Befeuchtung	25	55	10.2	11.1	9.6	23/V 1928	$\frac{46}{VII} a_3$
	$\frac{41}{II} a_3, \frac{42}{II} a_3 \dots \frac{45}{II} a_3; \frac{46}{VI} a_3, \frac{47}{VI} a_3 \dots \frac{50}{VI} a_3$	7	„	25	64	11.6	12.5	10.9	21/V „	$\frac{44}{II} a_3, \frac{47}{VI} a_3, \frac{49}{VI} a_3$
	$\frac{41}{IV} a_3, \frac{42}{IV} a_3 \dots \frac{45}{IV} a_3; \frac{46}{V} a_3, \frac{47}{V} a_3 \dots \frac{50}{V} a_3$	7	„	25	75	13.0	13.5	12.3	17/V „	$\frac{42}{IV} a_3, \frac{43}{IV} a_3, \frac{50}{V} a_3$
	$\frac{41}{V} a_3, \frac{42}{V} a_3 \dots \frac{45}{V} a_3; \frac{46}{IV} a_3, \frac{47}{IV} a_3 \dots \frac{50}{IV} a_3$	10	„	25	80	16.2	17.0	15.3	3/III 1927	
	$\frac{41}{VI} a_3, \frac{42}{VI} a_3 \dots \frac{45}{VI} a_3; \frac{46}{II} a_3, \frac{47}{II} a_3 \dots \frac{50}{II} a_3$	9	„	25	88	17.4	18.7	15.9	2/III „	$\frac{44}{VI} a_3$

Fichte	$\frac{41}{VII} a_3, \frac{42}{VII} a_3, \dots, \frac{45}{VII} a_3; \frac{46}{I} a_3, \frac{47}{I} a_3, \dots, \frac{50}{I} a_3$	9	25	93	20.6	21.9	18.5	26/II	„	$\frac{47}{I} a_3$
	$\frac{41}{I} b_3, \frac{42}{I} b_3, \dots, \frac{45}{I} b_3; \frac{46}{VII} b_3, \frac{47}{VII} b_3, \dots, \frac{50}{VII} b_3$	9	20	40	7.8	8.5	6.7	15/III	„	$\frac{46}{VII} b_3$
	$\frac{41}{II} b_3, \frac{42}{II} b_3, \dots, \frac{45}{II} b_3; \frac{46}{VI} b_3, \frac{47}{VI} b_3, \dots, \frac{50}{VI} b_3$	10	20	55	10.1	10.4	9.8	11/XII	1926	
	$\frac{41}{IV} b_3, \frac{42}{IV} b_3, \dots, \frac{45}{IV} b_3; \frac{46}{V} b_3, \frac{47}{V} b_3, \dots, \frac{50}{V} b_3$	7	20	65	12.7	13.4	12.0	30/XI	„	$\frac{42}{IV} b_3, \frac{46}{V} b_3, \frac{50}{V} b_3$
	$\frac{41}{V} b_3, \frac{42}{V} b_3, \dots, \frac{45}{V} b_3; \frac{46}{IV} b_3, \frac{47}{IV} b_3, \dots, \frac{50}{IV} b_3$	9	20	70	14.0	14.3	13.6	26/XI	„	$\frac{47}{IV} b_3$
	$\frac{41}{VI} b_3, \frac{42}{VI} b_3, \dots, \frac{45}{VI} b_3; \frac{46}{II} b_3, \frac{47}{II} b_3, \dots, \frac{50}{II} b_3$	10	20	72	15.3	15.9	14.7	8/X	„	
	$\frac{41}{VII} b_3, \frac{42}{VII} b_3, \dots, \frac{45}{VII} b_3; \frac{46}{I} b_3, \frac{47}{I} b_3, \dots, \frac{50}{I} b_3$	8	20	83	16.5	17.2	15.8	29/LX	„	$\frac{47}{I} b_3, \frac{48}{I} b_3$
	$\frac{41}{I} c_3, \frac{42}{I} c_3, \dots, \frac{45}{I} c_3; \frac{46}{VII} c_3, \frac{47}{VII} c_3, \dots, \frac{50}{VII} c_3$	8	—	—	3.9	5.2	3.5	8/VI	1928	$\frac{46}{VII} c_3, \frac{47}{VII} c_3$
	$\frac{41}{II} c_3, \frac{42}{II} c_3, \dots, \frac{45}{II} c_3; \frac{46}{VI} c_3, \frac{47}{VI} c_3, \dots, \frac{50}{VI} c_3$	9	25	42	7.4	8.4	6.7	27/XI	„	$\frac{47}{VI} c_3$
	$\frac{41}{IV} c_3, \frac{42}{IV} c_3, \dots, \frac{45}{IV} c_3; \frac{46}{V} c_3, \frac{47}{V} c_3, \dots, \frac{50}{V} c_3$	8	—	—	2.1	2.6	1.5	13/X	„	$\frac{43}{IV} c_3, \frac{50}{V} c_3$
$\frac{41}{V} c_3, \frac{42}{V} c_3, \dots, \frac{45}{V} c_3; \frac{46}{IV} c_3, \frac{47}{IV} c_3, \dots, \frac{50}{IV} c_3$	8	20	95-100	26.8	27.2	26.1	16/VII	„	$\frac{41}{V} c_3, \frac{46}{IV} c_3$	

Austrocknen
im Exikator mit
Chlorcalcium,
20 Tage lang

Austrocknen
nach
Pefeuchtung

Austrocknen
unter Vakuum-
Verschluß im
Dezikator mit
konzentrierter
Schwefelsäure

Befeuchtung in
feuchtigkeits-
gesättigter Luft
des Thermostats,
50 Tage lang

$\frac{41}{V} d_3, \frac{42}{V} d_3, \dots, \frac{45}{V} d_3, \frac{46}{IV} d_3, \frac{47}{IV} d_3, \dots, \frac{50}{IV} d_3$	10	Eintauchung in Wasser, 10 Stunden lang	—	—	49.4	53.8	44.6	18/VII	$\frac{47}{II} d_3, \frac{49}{II} d_3$
$\frac{41}{VI} d_3, \frac{42}{VI} d_3, \dots, \frac{45}{VI} d_3, \frac{46}{II} d_3, \frac{47}{II} d_3, \dots, \frac{50}{II} d_3$	8	Eintauchung in Wasser, 8 Stunden lang	—	—	47.0	52.3	42.4	19/VII	$\frac{47}{I} d_3, \frac{49}{I} d_3$
$\frac{41}{VII} d_3, \frac{42}{VII} d_3, \dots, \frac{45}{VII} d_3, \frac{46}{I} d_3, \frac{47}{I} d_3, \dots, \frac{50}{I} d_3$	8	Eintauchung in Wasser, 2 Stunden lang	—	—	35.8	41.6	32.5	18/VII	$\frac{47}{I} d_3, \frac{49}{I} d_3$

VI. Untersuchung über Splint und Kern

1. Über den Jahrring beim Splintholze

Wasser ist der für Lebewesen nötigste Bedarf. In der Pflanzenwelt dient es nicht allein zur Neubildung der Substanz und Respiration, sondern auch zur Transpiration und Aufspeicherung des Reservestoffes, Vorgängen also, die besonders bei Pflanzen eine wichtige Rolle spielen. Da das Wasser, welches der Baum durch seine Wurzeln aus dem Boden aufgesaugt hat, hauptsächlich durch die Zellwand für seine Assimilation und Transpiration nach oben geleitet wird, so muss der Baum in seinem Holze die zu dieser Lebenswirkung nötige Menge Wasser enthalten. In den einzelnen Holzteilen der Bäume, die unter verschiedenen Lebensverhältnissen stehen, gibt es daher bedeutende Unterschiede im Wassergehalt. Im allgemeinen ist es bei Nadelhölzern leicht, den Unterschied zwischen Splint- und Kernholz nach seinem Wassergehalt unmittelbar nach der Fällung zu beurteilen, zumal auch die Art des Farbstoffes diesen Unterschied meistens leicht erkennen lässt. Jedoch ist bei unserem Tannen- und Fichtenholz wegen der ungefähr gleichen Färbung des Splint- und Kernholzes der ersteren Methode der Vorzug zu geben. Tatsächlich findet sich zwischen Splint- und Kernholz bei unserer Tanne und Fichte ein bedeutender Unterschied im Wassergehalt. Wenn es sich so verhält, so erhebt sich die Frage, welche Rolle im Leben des Baumes eine so grosse Wassermenge im Splintholz spielt? Das Wasser in der Splintschicht dient anscheinend dazu, die zur Aufspeicherung des Reservestoffes und zur Bildung der neuen Substanz notwendigen Parenchymzellgewebe lebendig zu erhalten und auch das von der Krone ver-

dunstete Wasser zu ersetzen. Die Bedeutung des Splintholzes für das Leben des Baumes zu untersuchen und ebenso die Qualität seines Holzes ist also eine ebenso interessante wie dankenswerte Aufgabe. Mehrere Forscher wie R. HARTIG¹⁾, H. BERTOĞ²⁾, G. JANKA³⁾ und A. SCHWAPPACH⁴⁾ haben schon vergleichende Untersuchungen über deutsche oder österreichische Nadelhölzer und ihre Splint- und Kernhölzer veröffentlicht, wodurch die Unterschiede in ihren Jahrringen, dem Wassergehalt, spezifischen Gewicht, in der Feuchtigkeit und anatomischen Konstruktion ausserdem ihre Beziehungen zu Standort und Bewirtschaftung des Waldes geklärt wurden. Dagegen gibt es noch keine entsprechende Untersuchung über das Splint- und Kernholz bei unseren Nadelbäumen; einen Beitrag zu diesen Fragen zu liefern, soll der Zweck vorliegender Zeilen sein.

Ich habe hauptsächlich die Scheiben Nr. III derjenigen Probe-stämme, die von den Druckfestigkeitsversuchen ausgenommen geblieben waren, und alle sonstigen Scheiben gebraucht.

Sämtliche Scheiben bei den Druckfestigkeitsuntersuchungen dienten vor ihren Ausformungen im grünen Zustande dazu, die Jahrringe des Splints und Kerns zu ermitteln. Nach den Messungen stellten sich sowohl die Jahrringszahl als auch die Jahrringsbreite im Splint bei Tannen- und Fichtenholz, wie in den nachstehenden Tabellen (5 u. 6) angegeben ist, dar.

1) R. HARTIG, *Das Holz der deutschen Nadelbäume*, Berlin 1885.

2) H. BERTOĞ, *Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weißtanne und Fichte: Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift*, IV. 3., 1895.

3) G. JANKA, *Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer*, III.: *Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Oesterreichs*, XXXV., 1909.

4) A. SCHWAPPACH, *Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume*, I. Berlin 1897.

TABELLE 5
Jahrringszahl im Splint

Holzart	Nummer der Scheibe Stamm- nummer	I	II	IV	V	VI	VII	Durchschnitt
		Tanne	31	23	23	24	23	21
32	17		17	18	17	16	13	16
33	18		19	19	19	19	17	19
34	10		10	10	10	9	9	10
35	19		20	19	17	15	—	18
36	14		15	14	14	13	12	14
37	13		12	12	13	12	9	12
38	15		14	14	14	13	—	14
39	9		9	9	8	8	—	9
40	14		14	13	11	11	11	12
Durchschnitt	15		15	15	15	14	13	15
Fichte	41	23	28	27	29	27	24	26
	42	25	24	18	18	16	14	19
	43	29	28	24	23	20	16	23
	44	29	29	27	25	19	15	26
	45	22	23	19	18	16	14	19
	46	17	16	15	12	11	—	14
	47	23	23	27	26	25	25	25
	48	16	15	14	16	16	14	16
	49	17	20	22	21	18	21	20
	50	23	23	22	21	19	15	21
	Durchschnitt	22	23	22	21	19	18	21

TABELLE 6
Splintbreite (cm)

Holzart	Stamm- Nummer	Nummer der Scheibe						Durchschnitt
		I	II	IV	V	VI	VII	
Tanne	31	2.01	1.68	1.73	1.59	1.48	1.84	1.72
	32	2.24	2.08	2.18	2.19	1.96	1.79	2.07
	33	1.85	1.89	1.89	2.08	2.19	2.16	2.01
	34	1.85	1.80	1.88	1.83	1.55	1.59	1.75
	35	1.89	1.98	2.04	1.98	1.95	—	1.97
	36	2.23	2.36	2.51	2.55	2.71	2.36	2.45
	37	1.93	1.79	1.98	2.11	2.26	1.75	1.97
	38	3.23	2.91	2.73	2.99	2.53	—	2.88
	39	2.53	2.64	2.55	2.55	2.44	—	2.54
	40	2.46	2.16	1.98	1.96	1.91	2.08	2.09
	Durchschnitt	2.22	2.13	2.15	2.18	2.10	1.94	2.12
Fichte	41	3.80	3.25	2.98	3.30	2.95	2.63	3.15
	42	4.35	3.75	2.83	2.98	3.18	3.23	3.39
	43	5.78	5.08	4.30	4.15	4.08	3.67	4.51
	44	6.43	5.48	4.93	4.70	4.10	3.08	4.79
	45	4.93	4.78	4.63	3.88	4.23	3.60	4.34
	46	5.00	4.33	4.30	4.05	3.83	—	4.30
	47	3.20	2.97	3.20	3.33	3.50	3.23	3.24
	48	3.68	2.95	2.75	3.00	3.38	3.15	3.15
	49	1.90	2.20	2.30	2.15	2.03	3.15	2.29
	50	4.78	4.70	4.23	4.65	4.23	3.83	4.40
	Durchschnitt	4.39	3.95	3.65	3.62	3.55	3.29	3.74

Die Zahl der Splintringe und die Splintbreite waren meist nicht regelmässig bestimmt, denn die Splintbreite wird durch das Lebensverhältnis des Baumes im Walde bedeutend beeinflusst. Wenn aber vorausgesetzt werden kann, daß alle Tannen und Fichten als Probestämme ein gleichmässiges Zuwachsverhältnis erhielten, so kann man mit dem Durchschnittswerte der Einzelergebnisse die Jahrringszahl und Jahrringsbreite im Splint vergleichend darstellen. Danach nimmt sowohl die Zahl der Splintringe als auch die Splintbreite bei beiden Holzarten mit zunehmender Höhe über dem Boden langsam ab. Vor allem nimmt die

Splintbreite von Scheibe I (Stammhöhe 1.3 m über dem Boden) bis Scheibe II (Stammhöhe 5.3 m über dem Boden) von unten bis etwa zur Mitte des kronenfreien Schaftes schnell ab, tritt aber von da an bis Scheibe V (Stammhöhe 13.3 m über dem Boden) beziehungsweise bis in die Nähe des Kronenansatzes nur undeutlich, innerhalb der Krone jedoch infolge der Abzweigung der Äste wieder deutlich auf. In allen diesen Fällen nimmt im allgemeinen der Quersflächenprozent im Splint mit zunehmender Höhe über dem Boden immer bedeutend ab.

Da im allgemeinen das Wachstum des Baumes infolge höheren Alters langsam nachlässt, so erfolgt die Abnahme des Quersflächenprozents beim Splint—abgesehen von kleinen Unregelmässigkeiten—mit zunehmendem Alter. Als das durchschnittliche Alter aller Probestämme ergab sich 117 Jahre bei Tanne und 135 Jahre bei Fichte und schwankte nur um 18 Jahre zwischen beiden Holzarten trotz gleichen Durchmessers und Stammhöhe. Dennoch war die Splintbreite der Fichte etwa 1.8 mal breiter wie bei der Tanne. Der Grund dieses Unterschiedes zwischen der Splintbreite beider Holzarten wird daher überhaupt wohl in der Veränderung ihrer Lebenskraft liegen, denn es ist ja bekannt, dass die Fichte in jenem Alter noch vorherrschend wächst, während das Wachstum der Tanne dagegen bereits abnimmt. Auf die Lebenskraftdifferenz beider Holzarten in dieser Periode kann man auch schon aus der Jahrringsbreite schliessen, die zufolge der Tabelle 0.160 cm bei Tanne und 0.187 cm bei Fichte beträgt. Als Ursache für die Veränderungen der Splintschicht, welche auch den Unterschied der für die Lebenshaltung nötigen Wassermenge im Holze herbeiführen mögen, scheint dieses Zuwachsverhältnis allein nicht ausschlaggebend zu sein, vielmehr müssen auch nachstehende Tatsachen dafür veranschlagt werden.

(1) Die Bildung der neuen Substanz zum Volumenzuwachs ist zwischen beiden Holzarten deutlich verschieden.

(2) Da die Parenchymzelle im Fichtenholze zur Bildung des Harzes dient, dieses im Tannenholze aber fast gar nicht vorhanden ist, so stellen die beiden Holzarten verschiedene Ansprüche an Wasser.

(3) Die Veränderung des Samenjahres zwischen beiden Holzarten ist bisher noch nicht deutlich geklärt worden, aber der grössere oder geringere Unterschied des Samenjahres mag noch künftiger, genauerer Untersuchung Anreiz bieten. Das wäre eine Ursache für die Unterschiede in der Wassermenge im Splintholze.

(4) Als erbliche Eigenschaft besitzt die Tanne eine tief gelegene Wurzel, dagegen die Fichte eine seicht gelegene. Daher wird die Fichte durch den Wassergehalt im Boden beziehungsweise die Luftfeuchtigkeit in ihrem Bestande leichter beeinflusst wie die Tanne und enthält folglich grössere Wassermengen im Holze als die letztere, um so ihr Leben besser erhalten zu können.

(5) Im allgemeinen ist das spezifische Trockengewicht des Tannenholzes etwas geringer als das des Fichtenholzes und deshalb ist die in demselben Holzvolumen enthaltene Wassermenge bei der ersteren grösser als bei der letzteren. Wenn beide Holzarten gleichmässige Wassermengen zu ihrem Leben beanspruchen, so wird bei der Tanne eher eine schmalere Splintschicht als bei der Fichte zulässig sein.

In nachstehender Tabelle (7) lässt sich ein wichtiges Resultat klar machen, wenn man die Jahrringsverhältnisse im Splint zwischen zwei Baumarten vergleicht, welche im Walde dichte Kronen und schwache Kronen trugen, weil man durch die Entwicklungsart der Krone die Lebensverhältnisse beziehungsweise Jahrringsverhältnisse der Bäume kurz vor der Fällung wieder bestätigt finden kann.

TABELLE 7

Holzart	Kronen- entwicklungs- verhältnis	Alters-		Splint		Stammzahl der Proben
		Grenze	Durchschnitt	Jahrrings- zahl	Jahrrings- breite (cm)	
Tanne	Stark	155- 70	109	13	2.30	6
	Schwach	155- 99	128	18	1.92	4
Fichte	Stark	176- 89	134	21	4.13	7
	Schwach	185-106	137	20	2.89	3

Bei Betrachtung dieser Tabelle erkennt man, dass die Splintbreite beim Stamme mit schwacher Krone schmaler als bei demjenigen mit starker Krone ist, trotzdem die Jahrringszahl im Splint im ersten Falle grösser als im letzteren und bei Tanne und Fichte fast gleich ist.

**2. Wassergehaltsprozente und spezifisches Gewicht des Holzes
im grünen Zustande**

Im allgemeinen enthält das Splint des Nadelholzes im grünen Zustande so grosse Mengen Wasser, dass es davon fast übersättigt ist, während dagegen das Kernstück sich anders verhält. Nun will ich zunächst meine Untersuchungen über den Wassergehalt des Splint- und Kernholzes bei unseren Tannen- und Fichtenprobestämmen erläutern. Zu diesem Zwecke brauchte ich die Scheibe Nr. III von 25 cm Dicke, welche einem Stammteile von 8.0 m über dem Boden entnommen wurde. Sobald die Scheibe in das Laboratorium verbracht wurde, erfolgte folgende Ausformung des Probestückes. Aus jeder Scheibe liess sich ein Blättchen von 3 cm Dicke ausformen, in dessen Mitte das Mark enthalten war, weiter liessen sich so die Splintholzteile an den beiden äusseren Seiten und die Kernholzteile innerhalb ihrer gewinnen, die wieder in je vier Teile aus beiden Seiten des Marks verschnitten wurden. Nachdem jedes Holzstück mit rechteckiger Querfläche und 7 cm Länge genau abgehobelt worden war, wurde es sofort zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts und spezifischen Gewichts verwendet. Die Bezeichnungen der Holzstücke waren N_1, S_1 für die Splintholzteile, $N_2, \dots, N_5, S_2, \dots, S_5$ für die Teilstücke des Kerns in der Reihenfolge, wie sie von der Nähe des Splints nach dem Mark zu vorhanden waren. In der nachstehenden Tabelle (8) zeigen sich sowohl die direkten Untersuchungsergebnisse für jedes Holzstück im Einzelnen und im Mittel als auch der durchschnittliche Wassergehalt des gesamten Kernholzteils in der Scheibe, berechnet mit Rücksicht auf jede gesamte Querfläche der entsprechenden Teilstücke. Da die die Querflächen betreffenden Teilstücke des Kerns hiebei im Verhältnis 7 : 5 : 3 : 1 sich zeigten, so wurde der durchschnittliche Wassergehalt des gesamten Kernteils nach der Formel $\frac{7\mathcal{J}_1 + 5\mathcal{J}_2 + 3\mathcal{J}_3 + \mathcal{J}_4}{16}$ berechnet, worin $\mathcal{J}_1, \mathcal{J}_2, \mathcal{J}_3$ und \mathcal{J}_4 Wassergehaltsprozente aller Kernteilstücke bedeuteten.

TABELLE 8
Feuchtigkeitsgehalt des Splint- und Kernholzes (%)

Holzart	Splint oder Kern	Bezeichnung des Probestücks	Stamm-Nummer										Durch- schnitt	
			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Tanne	Splint	N ₁	178.0	233.2	207.5	241.6	224.1	251.4	232.2	230.7	284.1	219.7	228.5	
		S ₁	210.9	259.2	216.3	241.7	212.0	229.6	152.6	236.2	267.5	241.2		
		Mittel	194.5	246.2	211.9	241.7	218.1	240.5	192.4	233.5	275.8	230.5		
	Kern	N ₂	44.4	111.9	46.2	76.6	26.6	34.1	81.8	64.7	65.2	43.3	60.8	
		S ₂	59.7	82.3	65.0	62.4	26.8	62.0	66.8	52.0	65.0	78.1		
		Mittel	52.1	97.1	55.6	69.5	26.7	48.1	74.3	58.4	65.1	60.7		
		N ₃	43.9	51.3	42.7	64.3	34.6	35.6	65.2	40.5	47.8	49.7		
		S ₃	53.1	39.0	79.5	60.5	33.1	35.0	80.0	45.4	56.7	46.8		
		Mittel	48.5	45.2	61.1	62.4	33.9	35.3	72.6	43.0	52.3	48.3		
		N ₄	39.2	38.1	46.6	—	39.7	36.5	63.9	39.0	44.8	49.1		
		S ₄	48.9	43.0	60.2	38.0	34.6	37.3	78.3	34.3	50.6	50.0		
		Mittel	44.1	40.6	53.4	38.0	37.2	36.9	71.1	36.7	47.7	49.6		
		N ₅	41.6	34.7	60.3	—	32.5	38.3	51.1	34.7	42.3	43.7		
		S ₅	55.2	36.3	70.1	34.1	33.1	—	72.7	33.6	44.2	43.7		
		Mittel	48.4	35.5	65.2	34.1	32.8	38.3	61.9	34.2	43.3	43.7		
		Durchschnitt durch die ganze Scheibe	49.2	66.1	57.5	59.2	31.3	41.4	72.4	48.0	56.5	53.8		53.6

TABELLE 8 (Fortsetzung)

Holzart	Splint oder Kern	Bezeichnung des Probestücks	Stamm-Nummer										Durch- schnitt
			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Fichte	Splint	N ₁	147.7	186.0	210.2	216.0	195.5	237.2	163.9	176.9	196.0	211.5	189.6
		S ₁	151.3	193.8	194.9	187.3	190.7	209.2	142.0	187.0	190.5	204.2	
		Mittel	149.5	189.9	202.6	201.7	193.1	223.2	153.0	182.0	193.3	207.9	
	Kern	N ₂	41.1	55.2	45.9	45.5	73.5	84.6	34.1	45.5	67.1	61.5	50.5
		S ₂	40.9	33.1	37.0	36.3	43.1	78.9	41.5	56.3	43.1	45.5	
		Mittel	41.0	44.2	41.5	40.9	58.3	81.8	37.8	50.9	55.1	53.5	
		N ₃	33.6	43.9	32.4	35.8	78.4	61.4	33.1	54.1	35.3	47.0	43.2
		S ₃	34.9	36.7	35.1	29.6	34.9	79.0	35.7	44.5	36.7	40.8	
		Mittel	34.3	40.3	33.8	32.7	56.7	70.2	34.4	49.3	36.0	43.9	
		N ₄	31.4	33.5	35.3	33.1	73.9	62.7	31.5	39.4	37.4	65.3	43.5
		S ₄	30.3	36.6	32.3	31.0	35.7	76.1	40.3	35.0	47.9	60.3	
		Mittel	30.9	35.1	33.8	32.1	54.8	69.4	35.9	37.2	42.7	62.8	
		N ₅	30.7	36.3	47.9	31.1	62.1	42.4	31.1	37.2	34.5	45.4	37.6
		S ₅	29.9	36.9	32.3	32.6	31.5	48.0	31.7	33.7	34.9	42.3	
		Mittel	30.3	36.6	40.1	31.9	46.8	45.2	31.4	35.5	34.7	43.9	
		Durchschnitt durch die ganze Scheibe	36.3	40.8	37.6	36.1	56.4	73.6	36.0	46.9	45.5	51.6	46.1

Aus der Betrachtung dieser Tabelle kann man nachstehende Tatsachen erkennen :

(1) Die Wassergehalte der Splinthölzer bei Tanne und Fichte sind mit Wasser fast übersättigt.

(2) Die Wassergehalte der Kernhölzer bei beiden Holzarten scheinen von aussen nach der Mitte des Stammes zu abzunehmen.

(3) Der Unterschied des Wassergehalts im Splint von Tannen- und Fichtenholz beträgt 38.9%, und der Wassergehalt im Splint des Tannenholzes ist um 20.6% grösser als derjenige des Fichtenholzes.

(4) Der Unterschied des Wassergehalts im Kern zwischen beiden Holzarten beträgt 7.5%, und der Wassergehalt im Kern des Tannenholzes ist um 16.3% grösser als derjenige beim Fichtenholze.

(5) Bei jedem einzelnen Stamme gibt es sowohl bei Tanne als auch bei Fichte bedeutende Veränderungen des Wassergehalts im Kern, und die Differenz zwischen gleichartigen Holzarten zeigt sich bei der Abweichung von 41.1% bei der Tanne als auch von 37.6% bei der Fichte. Der Grund dieser grösseren Abweichung beim Tannenholze gegenüber dem Fichtenholze liegt wohl darin, dass in irgend einem Teil innerhalb der Scheibe beim Tannenholze eine ebenso grosse Menge Wassers als am Splint vorhanden war, und ausserdem der Probestamm Nr. 35 einen sehr geringen Wassergehalt im Kern hatte.

Die Ergebnisse über das spezifische Absoluttrockengewicht an gleichen Holzarten zeigt folgende Tabelle (9).

TABELLE 9
Spezifisches Absoluttrockengewicht des Splint- und Kernholzes

Holzart	Splint oder Kern	Bezeichnung des Probestücks	Stamm-Nummer										Durch- schnitt
			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Tanne	Splint	N ₁	41.7	35.5	37.2	31.4	35.7	33.7	35.3	35.4	29.5	36.4	34.9
		S ₁	36.1	35.5	36.1	34.3	35.6	34.8	33.2	34.6	31.4	34.1	
		Mittel	38.9	35.5	36.7	32.9	35.7	34.3	34.3	35.0	30.5	35.3	
	Kern	N ₂	38.3	38.1	38.7	33.3	36.8	34.1	35.7	38.8	32.9	35.5	35.9
		S ₂	37.1	36.7	38.6	33.6	38.1	36.6	35.7	35.1	30.4	33.1	
		Mittel	37.7	37.4	38.7	33.5	37.5	35.4	35.7	37.0	21.7	34.3	
		N ₃	35.4	38.2	37.7	31.4	37.4	34.9	35.6	35.9	29.9	33.6	35.2
		S ₃	36.9	35.8	35.5	32.8	37.3	40.0	36.2	34.8	30.5	32.9	
		Mittel	36.2	37.0	36.6	32.6	37.4	37.5	35.9	35.4	30.2	33.3	
		N ₄	36.5	36.2	33.7	—	37.1	32.7	35.9	34.8	32.4	33.2	34.7
		S ₄	36.0	36.8	37.9	30.8	38.1	37.4	37.0	34.1	30.2	33.5	
		Mittel	36.3	36.5	35.8	30.8	37.6	35.1	36.5	34.5	30.3	33.4	
		N ₅	34.8	32.7	34.7	—	35.1	32.0	33.4	32.6	28.0	30.3	32.7
		S ₅	34.0	32.5	36.6	29.1	37.0	34.0	36.6	32.6	28.5	29.3	
Mittel	34.4	32.6	35.7	29.1	36.1	33.0	35.0	32.6	28.3	29.8			
		Durchschnitt durch die ganze Scheibenquer- fläche	36.8	36.8	37.3	32.4	37.4	35.9	35.9	35.8	30.8	33.5	35.3

TABELLE 9 (Fortsetzung)

Holzart	Splint oder Kern	Bezeichnung des Probestücks	Stamm-Nummer										Durch- schnitt
			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Fichte	Splint	N ₁	45.8	40.6	38.1	37.4	40.5	33.4	40.7	42.2	41.0	38.7	40.3
		S ₁	47.2	39.7	40.6	40.1	41.9	33.6	45.1	41.5	36.9	40.0	
		Mittel	46.5	40.2	39.4	38.8	41.2	33.5	42.9	41.9	39.0	39.4	
	Kern	N ₂	46.5	37.2	35.6	36.0	38.7	32.0	41.9	42.8	38.4	38.2	39.1
		S ₂	44.6	37.3	36.8	38.6	43.1	33.3	42.3	43.5	37.3	37.8	
		Mittel	45.6	37.3	36.2	37.3	40.9	32.7	42.1	43.2	37.9	38.0	
		N ₃	45.0	36.4	36.0	36.2	36.9	32.5	42.1	42.7	37.3	36.4	38.2
		S ₃	44.6	37.9	35.4	40.7	34.9	32.6	40.0	43.3	36.8	35.7	
		Mittel	44.8	37.2	35.7	38.5	35.9	32.6	41.1	43.0	37.1	36.1	
		N ₄	47.9	36.5	33.5	37.1	37.4	32.3	42.3	42.5	35.4	35.8	38.3
		S ₄	46.6	37.1	32.5	39.8	35.7	32.4	39.0	45.5	38.9	36.7	
		Mittel	47.3	36.8	33.0	38.5	36.6	32.4	40.7	44.0	37.2	36.3	
		N ₅	44.6	36.9	30.4	36.8	33.8	34.4	45.5	42.1	33.0	34.6	37.3
		S ₅	44.2	37.6	31.0	40.3	31.5	35.3	43.1	38.7	35.3	36.3	
Mittel	44.4	37.3	30.7	38.6	32.7	34.9	44.3	40.4	34.2	35.5			
		Durchschnitt durch die ganze Scheibenquer- fläche	45.6	37.2	35.1	38.0	38.0	32.8	41.7	43.1	37.3	36.9	38.6

Nach Betrachtung dieser Tabellen kann man nachstehende Tatsachen erkennen:

(1) Das spezifische Absoluttrockengewicht des Splintholzes beim Durchschnitt aller Probestämme betrug 34.9 bei der Tanne und 40.3 bei der Fichte, dasjenige beim Fichtenholze war um 15.5% grösser als beim Tannenholze.

(2) Das spezifische Absoluttrockengewicht des Kernholzes beim Durchschnitt aller Probestämme betrug 35.3 bei der Tanne und 38.6 bei der Fichte, dasjenige beim Fichtenholze war um 9.4% grösser als beim Tannenholze.

(3) Bezüglich des Splints und Kerns zeigt sich das spezifische Absoluttrockengewicht des Splintholzes bei der Tanne um etwa 0.4 kleiner, und dasjenige bei der Fichte um etwa 1.7 grösser als das des Kernholzes gleicher Stämme.

(4) Das spezifische Gewicht jedes Kernteilstückes ist nicht immer regelmässig nach der Stellung innerhalb der Scheibe bestimmt, vielmehr fand meistens von aussen nach der Mitte des Stammes zu eine Abnahme des spezifischen Gewichts bei beiden Holzarten statt, denn die Jahrringsbreite des Kernholzes wurde auch in dieser Richtung weiter.

(5) Bezüglich des Wassergehalts und des spezifischen Absoluttrockengewichts hat Splintholz mit geringerem spezifisch-absoluttrockenem Gewicht meistens eine grössere Menge Wasser enthalten.

VII. Die Materialprüfungsmaschine und ihre Hilfsmittel

Die Druck- und Biegungsversuche wurden an einer in der Versuchsanstalt der Forstwissenschaftlichen Abteilung der Kaiserlichen Hokkaido Universität vorhandenen Materialprüfungsmaschine von Amsler-Laffon & Brüder, Schaffhausen (Schweiz) erprobt, womit beliebige Belastungen von 150 t bis 50 kg abgemessen werden können. Sie besteht aus drei Teilen, nämlich der Presse, dem Pendelmanometer und der Dreikolbenpumpe. Ausserdem wurde der Biegemesser mit einer Mikrometerschraube bei dem Versuche über Biegungs-Elastizität und -Festigkeit versehen und der Spiegelapparat von Martens bei der Prüfung der Druck-Elastizität und -Festigkeit als Hilfsmittel angewandt. Damit kann im ersteren Falle eine Durchbiegung in der Genauigkeit von 1/100 mm, im letzteren eine Verkürzung von 1/1000 mm beobachtet werden.

VIII. Untersuchungen an den Probekörpern von kurzen Dimensionen

1. Das spezifische Gewicht bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande

Es gibt manche Untersuchung über die Abhängigkeit des spezifischen Gewichts vom Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Nach den Forschungen von CHEVANDIER und WERTHEIM, BAUSCHINGER und JANKA soll das spezifische Gewicht des Holzes infolge des ab- beziehungsweise zunehmenden Feuchtigkeitsgrades gesetzmässig verschieden sein. Wir haben auch bereits in unserer Untersuchung über die technisch-mechanischen Eigenschaften des Tannenholzes aus dem Teshio-Bezirk ebensolche Ergebnisse veröffentlicht. Nach Betrachtung dieser Untersuchungen wird das spezifische Gewicht des Holzes in den verschiedenen Zuständen von Absoluttrocken bis zu nicht allzu grossem Feuchtigkeitsgrade durch eine Funktion erster Ordnung des Feuchtigkeitsgrades dargestellt; wenn man unter diesen Umständen in ein rechtwinkeliges Koordinatensystem die Feuchtigkeitsgrade als Abszissen, die spezifischen Gewichte als Ordinaten einträgt, so ergibt sich eine gerade Linie, welche offenbar die Beziehung zwischen dem spezifischen Gewicht und dem Feuchtigkeitsgehalt vorstellt. Aber diese gerade Beziehung ändert sich bei einem Feuchtigkeitsgehalt von mehr als 25–30%, in welchem Falle die Abhängigkeit zwischen dem spezifischen Gewicht und dem Feuchtigkeitsgrad durch eine gekrümmte Kurve ausgedrückt wird, wenn auch bei noch höherem Feuchtigkeitszustande—über 60–80%—die Linie wieder zu einer fast geraden zurückkehrt. Diese gesetzmässigen Verhältnisse sind hauptsächlich auf die Eigenschaften der Zellwand des Holzes, das durch das darin enthaltene Wasser beträchtlich beeinflusst wird, zurückzuführen. Der Grund der Linienänderung des spezifischen Gewichts, soweit sie gerade ist, liegt darin, dass sowohl das Gewicht als das Volumen des Probekörpers, welche für das spezifische Gewicht zwei Faktoren bedeuten, zugleich mit ab- beziehungsweise zunehmendem Feuchtigkeitsgrade bedeutende Veränderung zeigen, so dass die Veränderung des spezifischen Gewichts ungefähr proportional zu demjenigen des Feuchtigkeitsgrades auftritt. Nachdem die Zellwand des Holzes aber bis zur Übersättigung von dampfartigem Wasser befeuchtet wird, kann, solange das flüssige Wasser, das eine Quellung der Zellwand nicht auffällig stark hervorruft, in seinen Zellraum sich einfüllt, die Veränderung des Volumens des Holzstückes nicht so wie anfangs mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalte gleichen Schritt halten,

so dass folglich im Falle eines höheren Feuchtigkeitsgehalts als 25–30% eine gekrümmte Kurve erscheint, die zwar wegen der grösseren oder kleineren Volumenzunahme nicht die proportionale aber doch verhältnismässig grössere Zunahme des spezifischen Gewichts im Vergleich zu demjenigen des Feuchtigkeitsgehalts zeigt. Erhöht sich aber der Feuchtigkeitsgehalt um mehr als 60–80%, so stellt sich wegen der sehr geringen Volumenveränderung die Beziehung zwischen dem spezifischen Gewichte und dem Feuchtigkeitsgrade wieder als fast gerade Linie dar.

In den nachstehenden Tabellen (10 u. 11) sind die direkten Versuchsergebnisse an astfreien würfel- und plattenförmigen Probekörpern enthalten, die eine gedrängte Übersicht über die Beziehungen zwischen Feuchtigkeit und spezifischem Gewicht des Tannen- und Fichtenholzes aus dem Kitami-Bezirk nach den spezifischen Absoluttrockengewicht- und Feuchtigkeitsstufen erlauben.

TABELLE 10

Spezifisches Lufttrockengewicht (Direkte Versuchsergebnisse, ermittelt an astfreien Würfeln)

Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)																		
	29.1-30.0	30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0	47.1-48.0
Tanne																			
12.1-13.0	—	32.8	—	34.5	—	—	37.8	38.6	39.7	40.7	—	43.7	44.2	—	—	45.7	—	—	—
13.1-14.0	—	32.5	33.9	35.1	35.5	37.3	38.1	39.1	40.1	40.6	41.7	43.3	43.7	—	46.8	—	—	50.0	—
14.1-15.0	32.9	33.3	33.9	34.8	35.6	36.9	38.0	39.1	39.9	41.2	42.1	43.2	44.2	45.9	46.4	47.7	—	—	—
15.1-16.0	—	33.5	33.8	35.5	—	37.0	38.5	39.2	40.0	41.0	—	—	—	45.2	—	—	—	—	—
16.1-17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fichte																			
7.1- 8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.1- 9.0	—	—	—	—	—	—	37.2	38.5	38.5	40.8	41.2	—	—	44.8	45.2	46.0	—	47.8	—
9.1-10.0	—	—	—	—	35.2	—	37.7	38.0	39.3	—	42.2	—	43.9	45.4	46.1	—	—	—	48.2
10.1-11.0	—	—	—	35.2	—	37.7	37.8	38.5	40.1	—	—	42.5	44.2	45.6	46.1	46.5	47.8	—	—
11.1-12.0	—	—	—	35.3	35.9	—	38.1	38.5	40.0	40.9	41.3	—	43.4	—	—	—	—	—	—
12.1-13.0	—	—	—	—	—	—	—	38.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.1-14.0	—	—	—	—	—	—	—	38.8	41.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.1-15.0	—	—	—	—	36.3	—	38.7	39.6	40.7	—	—	44.1	44.0	45.7	45.2	—	48.0	—	—
15.1-16.0	—	—	—	35.8	—	37.7	—	39.9	40.9	42.0	42.1	—	—	46.2	—	48.2	—	—	—
16.1-17.0	—	—	—	—	—	—	38.7	38.7	40.3	—	41.9	—	44.5	45.7	46.8	—	48.9	—	—

TABELLE II
 Spezifische Lufttrocken- und Feuchtigkeitsgewichte (Direkte Versuchsergebnisse,
 ermittelt an astfreien Platten)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)																			
		29.1-30.0	30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0	47.1-48.0	48.1-49.0
Tanne	0 0	29.9	30.7	31.5	32.6	33.5	34.6	35.6	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.7	—	—	—	46.0	—	—	48.3
	4.1- 5.0	—	31.3	—	—	34.3	35.8	36.6	37.7	38.6	39.3	40.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.1- 6.0	—	—	32.6	33.5	—	35.6	36.2	37.3	39.0	—	—	4.15	—	—	—	—	—	—	—	—
	6.1- 7.0	—	—	—	34.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7.1- 8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.1- 9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9.1-10.0	—	—	—	—	—	—	—	37.9	—	—	—	41.3	42.4	—	—	—	—	—	—	—
	10.1-11.0	—	—	—	34.1	—	36.5	37.4	38.7	—	40.3	42.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11.1-12.0	—	—	—	34.3	35.4	36.6	38.2	—	40.0	40.2	42.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12.1-13.0	—	—	—	34.4	35.7	37.3	37.3	39.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.1-14.0	—	33.5	—	34.8	—	36.9	37.6	39.2	—	41.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14.1-15.0	—	—	34.3	—	—	37.2	38.5	39.3	40.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15.1-16.0	—	33.6	—	35.1	—	—	—	39.6	—	41.7	42.5	—	44.9	—	—	—	—	—	—	—
	16.1-17.0	—	—	34.9	35.8	—	—	38.3	—	—	41.6	42.8	—	44.9	—	—	—	—	—	—	—
	17.1-18.0	—	—	—	—	—	—	38.7	39.9	—	41.4	—	43.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	18.1-19.0	—	33.8	—	—	—	38.2	38.5	40.1	—	42.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19.1-20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20.1-21.0	—	33.5	—	36.0	37.1	38.5	39.6	39.8	41.4	43.1	43.5	44.3	—	—	—	—	—	—	—	—
	21.1-22.0	—	34.8	—	36.3	—	38.6	39.4	39.6	41.3	43.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22.1-23.0	—	—	35.6	—	—	—	—	—	40.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.6	—	—	46.6	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.3	—	—	48.6	52.0	—	—	—	—	—
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.7	—	47.4	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	—	—	—	—	—	40.8	41.9	—	44.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	27.1-28.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29.1-30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30.1-40.0	—	38.5	—	—	41.2	—	—	—	43.1	45.1	46.5	46.7	47.8	—	—	—	—	—	—	—
	40.1-50.0	—	41.3	42.5	42.7	43.4	46.0	47.2	47.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50.1-60.0	—	—	45.7	44.3	46.5	49.5	49.2	—	—	—	—	—	—	55.4	55.9	—	—	—	—	—
	60.1-70.0	—	—	—	—	49.1	—	52.8	—	54.3	54.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70.1-80.0	—	—	—	51.7	—	—	55.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenholzer 39

TABELLE II (Fortsetzung)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)														
		32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0
Fichte	0.0	32.8	33.5	34.7	35.6	36.5	37.5	38.6	39.6	40.5	41.6	42.5	43.4	44.6	45.7	46.4
	1.1-2.0	—	—	—	36.4	37.1	—	—	—	—	—	—	—	—	45.9	—
	2.1-3.0	33.4	—	—	—	—	38.3	—	—	40.8	—	—	43.8	—	—	—
	3.1-4.0	—	—	35.9	—	37.6	38.6	—	40.2	—	—	43.3	—	45.3	—	—
	4.1-5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.1-6.0	—	—	—	—	—	—	38.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	6.1-7.0	—	—	36.4	37.4	37.8	38.4	—	—	—	—	44.3	—	—	—	—
	7.1-8.0	—	—	—	37.2	38.4	38.8	—	—	42.4	—	43.4	—	—	47.4	48.4
	8.1-9.0	—	—	—	—	38.5	39.2	40.6	—	—	—	44.7	—	—	—	—
	9.1-10.0	—	—	—	—	38.1	39.5	—	41.3	—	—	43.6	—	—	—	—
	10.1-11.0	—	—	36.7	—	39.1	—	40.8	—	—	—	44.5	—	47.0	—	—
	11.1-12.0	—	35.4	—	37.8	39.1	—	—	—	—	—	44.7	—	—	47.7	—
	12.1-13.0	34.8	—	—	37.9	39.7	—	40.6	—	—	43.0	44.3	—	47.0	—	—
	13.1-14.0	—	—	—	38.1	39.2	40.0	41.3	—	—	—	44.2	—	—	—	—
	14.1-15.0	35.7	—	—	38.1	39.6	40.4	—	—	—	—	—	47.5	—	—	49.9
	15.1-16.0	36.1	—	—	38.5	—	40.6	—	—	43.0	45.0	45.2	—	48.3	—	—
	16.1-17.0	35.8	—	—	39.0	39.8	—	42.5	42.8	—	44.4	47.0	—	47.4	—	—
	17.1-18.0	35.8	—	—	39.1	39.4	41.5	—	—	—	—	45.8	—	—	—	—
	18.1-19.0	—	—	—	38.8	—	—	43.3	—	44.3	—	—	—	—	—	—
	19.1-20.0	—	—	—	38.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20.1-21.0	—	—	—	39.6	41.5	—	42.6	—	44.1	45.8	—	47.3	—	—	—
	21.1-22.0	—	37.0	—	38.8	—	—	43.1	44.7	—	46.3	46.8	47.1	—	—	—
	22.1-23.0	—	—	40.4	41.0	—	—	—	—	—	—	47.8	—	—	—	—
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	40.1	—	—	43.8	—	—	—	47.7	48.5	—	—	—
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	40.1	41.4	—	41.7	—	44.2	—	—	46.4	—	—	—	—
	27.1-28.0	—	—	—	40.5	—	—	—	—	—	—	47.5	—	—	—	—
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29.1-30.0	—	—	41.3	—	43.0	—	43.7	44.3	—	—	—	48.4	—	—	—
30.1-40.0	—	40.6	41.5	44.1	43.3	45.4	46.5	47.6	47.5	—	—	50.1	53.3	54.2	—	
40.1-50.0	—	—	—	47.6	49.0	49.3	51.2	51.4	52.2	54.1	—	—	—	58.2	—	
50.1-60.0	45.4	—	—	48.6	51.9	51.3	54.6	—	—	—	58.3	—	—	—	—	
60.1-70.0	48.6	—	50.7	—	53.0	—	56.5	—	—	—	60.0	—	—	—	—	

Nach diesen Tabellen kann man die Verbreitung des spezifischen Gewichts im absoluttrockenen, lufttrockenen und feuchten Zustande bei Würfeln und Platten von Tannen- und Fichtenhölzern aus dem Kitami-Bezirk erkennen. Die Grenze der spezifischen Absoluttrockengewichte waren ungefähr 29–49 beim Tannenholze, beziehungsweise 32–48 beim Fichtenholze, und die Grenze des Feuchtigkeitsgehalts

12–17%	bei einer würfelförmigen Probe	Tannenholz,
7–17%	„ „ „ „	Fichtenholz,
0–80%	„ „ plattenförmigen „	Tannenholz oder
0–70%	„ „ „ „	Fichtenholz.

Was ferner die Verteilungszahl der plattenförmigen Probekörper im absoluttrockenen Zustande betrifft, von welchen, nach den verschiedenen, spezifischen Absoluttrockengewichts- und Feuchtigkeitsstufen geordnet, je einer aus sämtlichen Scheibenvierteln entnommen wurden, kam die Gewichtsstufe von 35.1–36.0 beim Tannenholze und von 36.1–37.0 beim Fichtenholze am häufigsten vor, weiter betrug der Gesamtdurchschnitt der einzelnen Probekörper in allen Gewichtsstufen 36.0 beim Tannenholze und 38.6 beim Fichtenholze.

Nach Betrachtung des Bilds in Fig. 3, das als eine Modellinie für die Beziehung zwischen dem spezifischen Gewicht und der Feuchtigkeit mit Versuchsergebnissen an spezifischen Absoluttrockengewichtsstufen von 35.1–36.0 für das Tannenholz und von 38.1–39.0 für das Fichtenholz sich graphisch darstellt, wird das oben erwähnte Gesetz auch für Tannen- und Fichtenhölzer aus dem Kitami-Bezirk als gewiss erwiesen.

2. Die Druckfestigkeit bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande

Nach vielen Untersuchungen über die technisch-mechanischen Eigenschaften der Hölzer ist es allgemein bekannt, dass ihr Feuchtigkeitsgehalt bedeutenden Einfluss auf die Druckfestigkeit ausübt. Ich habe die Druckfestigkeit an zahlreichen Probekörpern in verschiedenen Feuchtigkeitszuständen bzw. Feuchtigkeitsgraden von 0–80% geprüft und dabei auch ihre spezifischen Gewichte ermittelt, wie dies bereits im vorigen Kapitel angegeben wurde. Das Versuchsergebnis der einzelnen Proben ist in der Anhangstabelle (I) gegeben, die Druckfestigkeit wird, geordnet nach den spezifischen Absoluttrockengewichts- und Feuchtigkeitsstufen und nach astfreien Würfeln und Platten beim Tannen- und Fichtenholze in nachstehenden Tabellen (12 u. 13) zusammengefasst:

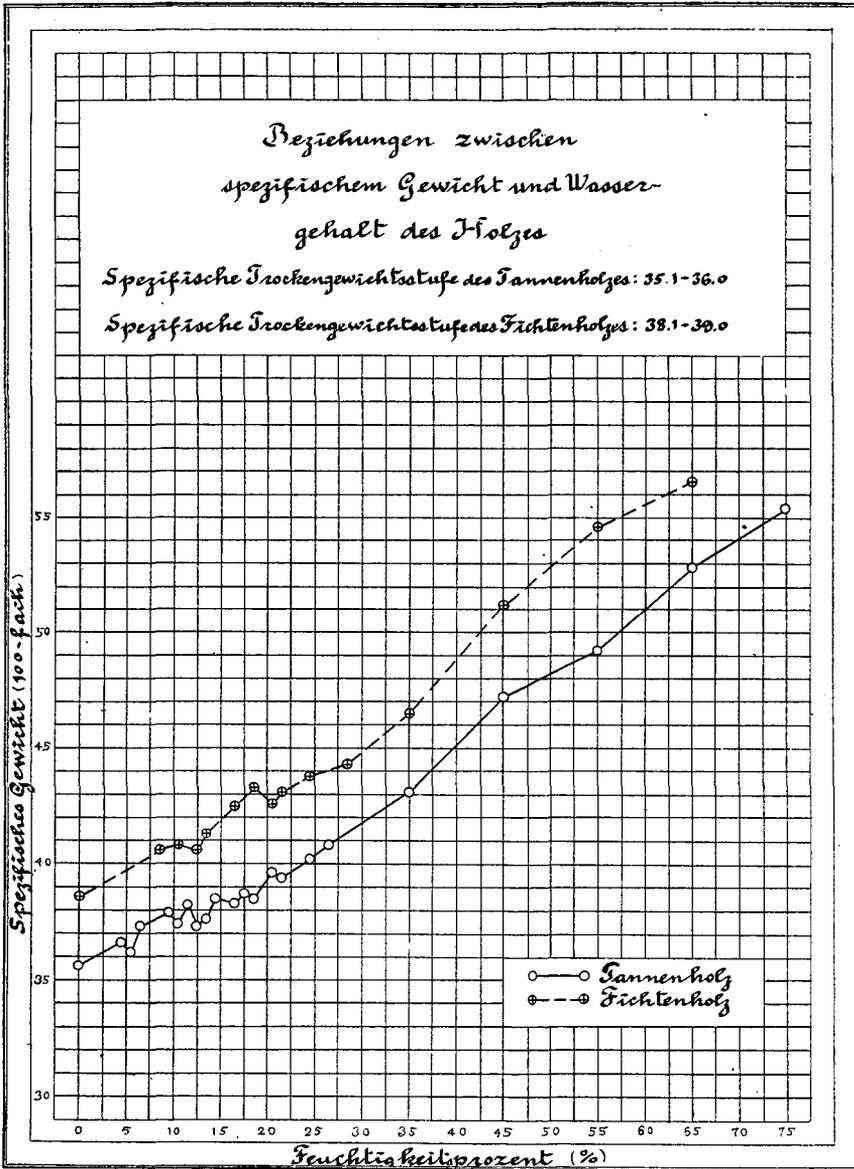


Fig. 3

TABELLE 12
 Druckfestigkeit im lufttrockenen Zustande (kg/cm²)
 (Direkte Versuchsergebnisse, ermittelt an astfreien Würfeln)

Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)																		
	29.1-30.0	30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0	47.1-48.0
Tanne																			
12.1-13.0	—	329	—	343	—	—	381	390	413	380	—	389	455	—	—	467	—	—	—
13.1-14.0	—	298	315	323	308	364	364	366	374	385	406	399	403	—	423	—	—	463	—
14.1-15.0	293	278	293	299	300	326	329	338	351	361	368	370	360	406	400	413	—	—	—
15.1-16.0	—	270	272	292	—	309	319	339	340	351	—	—	—	346	—	—	—	—	—
16.1-17.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	328	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fichte																			
7.1- 8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	462	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.1- 9.0	—	—	—	—	—	—	456	412	476	467	519	—	—	502	560	536	—	604	—
9.1-10.0	—	—	—	—	383	—	382	445	438	—	447	—	453	512	524	—	—	—	576
10.1-11.0	—	—	—	372	—	363	368	392	423	—	—	459	453	498	467	527	507	—	—
11.1-12.0	—	—	—	357	365	—	394	383	385	395	448	—	452	—	—	—	—	—	—
12.1-13.0	—	—	—	—	—	—	—	408	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13.1-14.0	—	—	—	—	—	—	—	348	331	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14.1-15.0	—	—	—	—	304	—	326	346	357	—	—	380	396	409	376	—	417	—	—
15.1-16.0	—	—	—	286	—	312	—	323	346	342	355	—	—	383	—	383	—	—	—
16.1-17.0	—	—	—	—	—	—	302	299	317	—	354	—	344	363	346	—	418	—	—

TABELLE 13

Druckfestigkeit im absoluttrockenen, lufttrockenen und wassergetränkten Zustande (kg/cm²)
(Direkte Versuchsergebnisse, ermittelt an astfreien Platten)

44

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)																		Durchschnitt	Anzahl der Abstufungen		
		29.1-30.0	30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0			47.1-48.0	48.1-49.0
Tanne	0.0	493	512	526	535	559	593	624	640	653	676	694	715	758	—	—	—	768	—	—	780	635	15
	4.1-5.0	—	441	—	—	458	521	547	542	564	573	597	—	—	—	—	—	—	—	—	—	530	8
	5.1-6.0	—	—	449	451	—	473	475	495	595	—	—	561	—	—	—	—	—	—	—	—	500	7
	6.1-7.0	—	—	—	445	—	—	504	532	529	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	503	4
	7.1-8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.1-9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9.1-10.0	—	—	—	—	—	—	—	446	—	—	—	441	441	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10.1-11.0	—	—	—	343	—	399	381	407	—	483	438	495	—	—	—	—	—	—	—	—	443	3
	11.1-12.0	—	—	—	330	363	370	350	—	410	400	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	421	7
	12.1-13.0	—	—	—	299	327	352	353	388	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	372	7
	13.1-14.0	—	299	—	319	—	344	346	352	—	392	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	344	5
	14.1-15.0	—	—	274	—	—	319	326	337	348	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	342	6
	15.1-16.0	—	275	—	276	—	—	—	304	—	328	370	—	350	—	—	—	—	—	—	—	321	5
	16.1-17.0	—	—	266	264	—	—	—	291	—	332	282	—	335	—	—	—	—	—	—	—	317	6
	17.1-18.0	—	—	—	—	—	—	—	282	288	—	270	—	312	—	—	—	—	—	—	—	295	6
	18.1-19.0	—	231	—	—	—	259	266	269	—	311	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	288	4
	19.1-20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	267	5
	20.1-21.0	—	195	—	197	203	203	215	212	223	200	230	235	—	—	—	—	—	—	—	—	225	1
	21.1-22.0	—	184	—	163	—	196	191	193	205	221	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	211	10
	22.1-23.0	—	—	175	—	—	—	—	—	195	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	193	7
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185	2
	24.1-25.0	—	—	—	—	—	—	—	186	175	—	206	—	—	202	—	—	—	—	—	—	207	2
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	147	—	—	214	217	—	—	—	—	—	260	5
	26.1-27.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	189	—	—	—	—	—	—	—	—	—	168	2
	27.1-28.0	—	—	—	—	—	—	—	149	188	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	175	3
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	179	1
	29.1-30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30.1-40.0	—	120	—	—	126	—	141	143	155	149	158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146	1
	40.1-50.0	—	129	130	116	143	138	141	139	—	—	—	—	177	159	—	—	—	—	—	—	142	7
	50.1-60.0	—	—	125	114	130	144	143	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	141	9
60.1-70.0	—	—	—	123	—	—	107	138	158	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	5	
70.1-80.0	—	—	—	128	—	—	—	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	4	
																					133	2	

Masayuki Ohsawa

TABELLE 13 (Fortsetzung)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)															Durchschnitt	Anzahl der Trockenstufen
		32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0		
Fichte	0.0	541	549	595	606	623	642	649	674	727	750	766	767	795	866	875	695	15
	1.1-2.0	—	—	—	588	592	—	—	—	—	—	—	—	—	821	—	667	3
	2.1-3.0	475	—	—	—	—	614	—	—	686	675	—	709	—	—	—	632	5
	3.1-4.0	—	—	491	—	525	549	—	525	—	—	641	—	623	—	—	559	6
	4.1-5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.1-6.0	—	—	—	—	—	512	—	—	—	—	—	—	—	—	—	512	1
	6.1-7.0	—	—	438	435	446	501	—	—	—	—	564	—	—	—	—	477	5
	7.1-8.0	—	—	—	467	454	481	—	—	547	—	554	—	—	653	571	532	7
	8.1-9.0	—	—	—	—	466	454	447	—	—	—	498	—	—	—	—	467	4
	9.1-10.0	—	—	—	—	403	441	—	422	—	508	—	—	—	—	—	444	4
	10.1-11.0	—	—	389	—	457	—	396	—	—	468	469	—	567	—	—	458	6
	11.1-12.0	—	348	—	—	364	379	—	—	—	—	407	506	—	491	—	416	6
	12.1-13.0	324	—	—	—	362	367	—	389	—	418	458	—	475	—	—	399	7
	13.1-14.0	—	—	—	—	336	358	367	—	—	—	—	466	—	—	—	386	6
	14.1-15.0	314	—	—	—	318	339	348	—	—	—	—	—	—	—	—	350	5
	15.1-16.0	307	—	—	—	301	—	320	—	362	387	382	—	309	—	—	338	7
	16.1-17.0	280	—	—	—	276	275	—	286	294	—	333	343	—	391	—	310	8
	17.1-18.0	269	—	—	—	283	298	288	—	—	—	—	351	—	—	—	298	5
	18.1-19.0	—	—	—	—	270	—	—	239	—	312	—	—	—	—	—	274	3
	19.1-20.0	—	—	—	—	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	202	1
	20.1-21.0	—	—	—	—	230	217	—	245	—	244	245	—	272	—	—	242	6
	21.1-22.0	—	210	—	—	216	—	—	212	230	—	196	280	252	—	—	228	7
	22.1-23.0	—	—	203	201	—	—	—	—	—	—	—	226	—	—	—	210	3
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	—	173	—	—	171	—	—	167	209	—	—	—	180	4
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	147	154	—	163	—	193	—	—	163	—	—	—	—	166	5
	27.1-28.0	—	—	—	162	—	—	—	—	—	—	199	—	—	—	—	181	2
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	166	152	—	—	—	—	199	—	—	—	172	3
	29.1-30.0	—	—	148	—	161	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	155	2
30.1-40.0	—	118	129	133	145	143	128	151	150	—	—	156	167	194	—	147	11	
40.1-50.0	—	—	—	126	144	116	147	129	167	146	—	—	—	179	—	144	8	
50.1-60.0	135	—	—	134	150	133	130	—	—	—	—	166	—	—	—	141	6	
60.1-70.0	127	—	118	—	133	—	159	—	—	—	—	136	—	—	—	135	5	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenböser 45

Tabelle 12 gibt eine gedrängte Übersicht über die durch den Feuchtigkeitsgehalt beeinflusste Druckfestigkeit der luftgetrockneten Würfel und ebenso zeigt Tabelle 13 die genaue Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und der Feuchtigkeit, die besonders in Fig. 4 graphisch dargestellt ist, wobei in einem rechtwinkligen Koordinatensystem als Ordinaten die durchschnittlichen Zahlenwerte der Druckfestigkeit in allen spezifischen Absoluttrockengewichtsstufen und als Abszissen die Zahlenwerte der Feuchtigkeitsprozente bei einzelner Feuchtigkeitsabstufung angenommen sind. Nach Betrachtung des Bilds in Fig. 4 kann man erkennen, dass die Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande am höchsten ist und infolge zunehmenden Feuchtigkeitsgehaltes von Anfang an bis zu einem Feuchtigkeitsgrade von 25–30% verhältnismässig schnell, dagegen von da an sehr langsam abnimmt. Wenn man weiter die Beziehungslinie in dem Feuchtigkeitsgehalt von 0 bis 30% genau untersucht, so ist sie durch eine einem Integralzeichen ähnliche Linie ausgedrückt. Daher wurde die empirische Formel für die Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und der Feuchtigkeit—insbesondere der bestimmten Feuchtigkeit von 0 bis 30%—der Tannen- und Fichtenhölzer wie folgend ermittelt. Dabei entspricht die Gleichung dieser Linie der Form:

$$\beta_s = a \times 10^{bs^{1.2}},$$

worin β_s die Druckfestigkeit in irgend einem Feuchtigkeitszustande zwischen 0 bis 30%, s den zugehörigen Feuchtigkeitsprozent und a und b die Konstanten bedeuten.

Wir setzen in dieser Gleichung den durchschnittlichen Zahlenwert jeder Feuchtigkeitsstufe ein und den Mittelwert des Feuchtigkeitsprozentes von jeder Feuchtigkeitsabstufung z. B. 1.5, 2.5 u. s. w. für die Feuchtigkeitsstufen von 1.1–2.0, 2.1–3.0 u. s. w., und berechnen mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate die Werte für a und b , wobei die in derselben Feuchtigkeitsstufe vorkommende Anzahl spezifischer Absoluttrockengewichtsstufen bei seiner Berechnung als Gewicht angenommen werden können. Daraus ergeben sich als Konstante die folgenden Werte:

$$\begin{aligned} \text{für Tannenholz } a &= 628.04 \\ & b = - 0.0116298 \\ \text{für Fichtenholz } a &= 678.92 \\ & b = - 0.0116579 \end{aligned}$$

Daher lautet die empirische Formel:

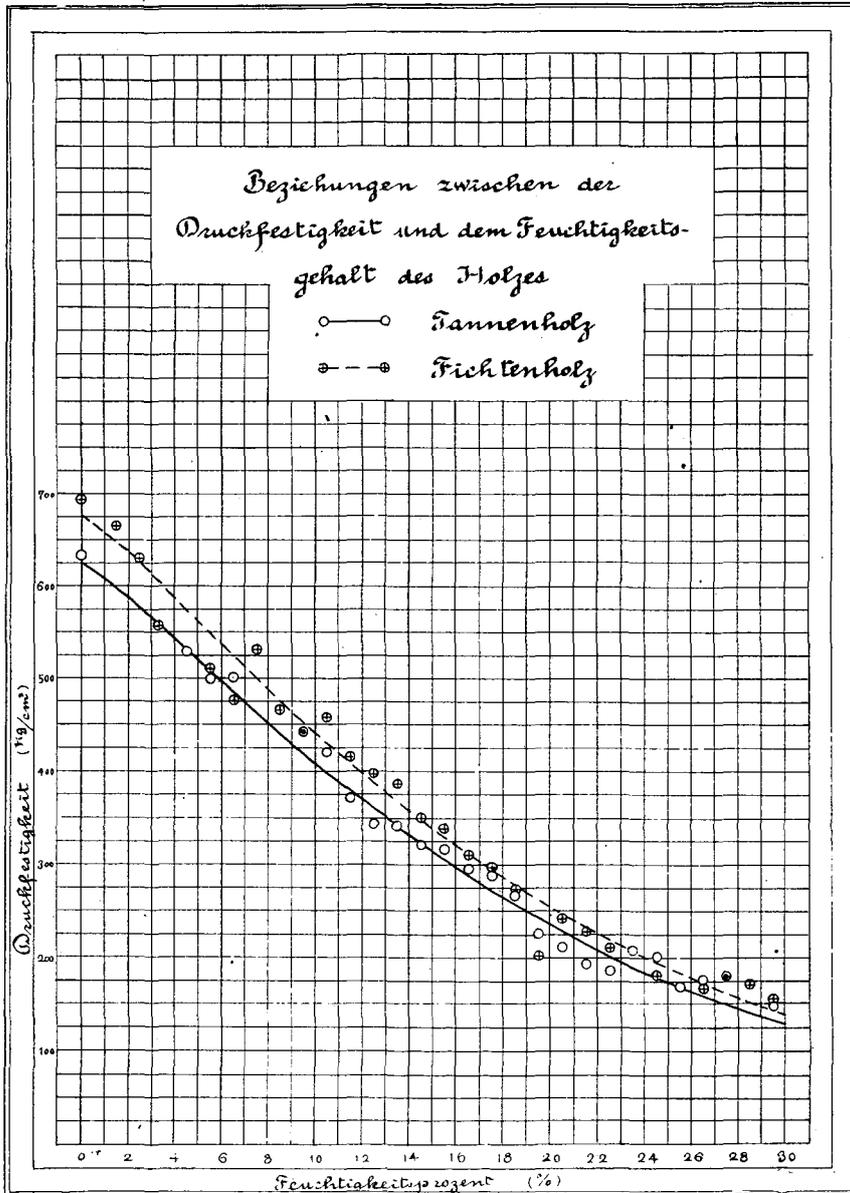


Fig. 4

$$\text{für Tannenholz } \beta_f = 628.04 \times 10^{-0.0116298f^{1.2}}$$

$$\text{für Fichtenholz } \beta_f = 678.92 \times 10^{-0.0116579f^{1.2}}$$

Der genaue Vergleich der Werte der gemessenen und berechneten Druckfestigkeiten ergibt, dass die obige Formel als immer zutreffender Ausdruck für die Beziehung zwischen Druckfestigkeit und Feuchtigkeit bei jeder Holzart angesehen werden darf.

Durch Benützung dieser Formeln wurden die idealen Druckfestigkeiten einzelner Feuchtigkeitsabstufungen von je 1% bei jeder Holzart berechnet und in nachstehender Tabelle (14) aufgestellt:

TABELLE 14

Druckfestigkeit (kg/cm ²) Feuchtigkeitsprozent (%)	Tanne	Fichte
0.0	628	679
1.0	611	661
2.0	591	638
3.0	568	614
4.0	545	589
5.0	522	564
6.0	499	539
7.0	476	515
8.0	454	490
9.0	432	467
10.0	411	444
11.0	390	421
12.0	370	400
13.0	351	379
14.0	333	359
15.0	315	340
16.0	298	321
17.0	282	304
18.0	266	287
19.0	251	270
20.0	237	255
21.0	223	240
22.0	210	227
23.0	198	214
24.0	187	201
25.0	176	189
26.0	165	178
27.0	155	167
28.0	146	157
29.0	137	148
30.0	129	138

3. Das Schwinden des Holzes bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt

Da sämtliche zum Druckversuche benutzten Platten so ausgeformt wurden, dass von zwei Diagonalrichtungen an einer Querfläche des plattenförmigen Probekörpers eine senkrecht und ein andere tangential zum Jahrringskreis verlief, so können wir die Messungen der Radial- und Tangentialrichtungsbreite an den Diagonalen derselben Platte sowohl während des Druckversuches wie in absoluttrockenem Zustande durchführen und damit die Radial- und Tangentialschwindungsgrösse berechnen, die durch die verschiedene Abnahme des Feuchtigkeitsgehalts bis zur Absolutttrocknung herauskam. Dieses Ergebnis der einzelnen Probeplatten zeigt sich in der Anhangstabelle (I). Die Zahlenwerte bezüglich der Radial- und Tangentialschwindung nach jeder verschiedenen Feuchtigkeits- und Absolutttrockengewichtsstufe sind in folgender Tabelle (15) gegeben:

TABELLE 15a
Radialschwindungsgrösse (%)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)													Mittel	Anzahl der Abstufungen	
		30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0			43.1-44.0
Tanne	4.1-5.0	0.5	—	—	0.3	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.7	—	—	—	0.5	8	
	5.1-6.0	—	0.6	0.8	—	0.8	0.9	0.9	0.5	—	—	0.7	—	—	0.7	7	
	6.1-7.0	—	—	0.7	—	—	0.9	1.0	0.9	—	—	—	—	—	0.9	4	
	7.1-8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	8.1-9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	9.1-10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2	1.2	—	—	1.2	2
	10.1-11.0	—	—	—	—	—	—	1.3	—	—	1.4	1.3	1.7	—	—	1.4	4
	11.1-12.0	—	—	1.3	—	1.3	1.6	—	1.5	1.7	1.6	—	—	—	—	1.5	6
	12.1-13.0	—	—	1.5	1.4	1.6	1.5	1.6	—	—	—	—	—	—	—	1.5	5
	13.1-14.0	1.4	—	1.6	—	1.8	1.6	1.8	—	1.4	—	—	—	—	—	1.6	6
	14.1-15.0	—	1.6	—	—	1.8	1.8	1.8	1.8	—	—	—	—	—	—	1.8	5
	15.1-16.0	1.5	—	1.4	—	—	—	1.8	—	1.7	1.9	—	2.0	—	—	1.7	6
	16.1-17.0	—	1.9	1.7	—	—	2.1	—	—	2.1	1.8	—	—	2.2	—	2.0	6
	17.1-18.0	—	—	—	—	—	2.3	2.4	—	2.0	—	2.5	—	—	—	2.3	4
	18.1-19.0	1.7	—	—	—	1.8	2.3	2.1	—	2.1	—	—	—	—	—	2.0	5
	19.1-20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2.8	—	—	—	—	—	2.8	1
	20.1-21.0	2.8	—	2.2	2.3	2.2	2.7	2.7	2.7	2.9	2.9	2.8	—	—	—	2.6	10
	21.1-22.0	2.1	—	2.2	—	2.3	2.6	2.6	2.6	3.1	—	—	—	—	—	2.5	7
	22.1-23.0	—	—	—	—	—	—	—	2.8	—	—	—	—	—	—	2.8	1
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	—	—	—	1.9	—	1.9	2
	24.1-25.0	—	—	—	—	—	—	2.1	2.3	—	2.5	—	—	—	2.3	2.2	5
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	—	—	—	2.2	—	2.3	2
	26.1-27.0	—	—	—	—	—	2.6	3.5	—	2.5	—	—	—	—	—	2.9	3
	27.1-28.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2	—	—	—	—	—	2.2	1
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29.1-30.0	—	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	—	—	—	2.1	1
	30.1-40.0	1.9	—	—	2.3	—	2.7	2.7	2.9	2.8	2.6	—	—	—	—	2.6	7
	40.1-50.0	1.6	2.2	2.1	2.1	1.9	2.6	2.9	—	—	—	—	—	2.6	2.5	2.3	9
	50.1-60.0	—	2.2	1.8	2.4	2.4	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	2.3	5
	60.1-70.0	—	—	—	2.0	—	3.0	2.7	2.6	—	—	—	—	—	—	2.6	4
70.1-80.0	—	—	2.4	—	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	2.7	2	

TABELLE 15a (Fortsetzung)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)														Mittel	Anzahl der Abstufungen	
		32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0			46.1-47.0
Fichte	1.1-2.0	—	—	—	0.4	0.3	—	—	—	—	—	—	—	0.3	—	0.3	3	
	2.1-3.0	0.3	—	—	—	—	0.3	—	—	0.6	0.5	—	—	—	—	0.4	5	
	3.1-4.0	—	—	0.5	—	0.3	0.5	—	0.3	—	—	0.5	—	—	—	0.5	6	
	4.1-5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	5.1-6.0	—	—	—	—	—	—	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	
	6.1-7.0	—	—	0.9	1.1	0.9	1.1	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.1	5
	7.1-8.0	—	—	—	1.2	1.1	1.2	—	—	—	—	—	0.8	—	—	—	1.3	7
	8.1-9.0	—	—	—	—	1.2	1.3	1.1	—	—	—	—	1.1	—	—	—	1.3	4
	9.1-10.0	—	—	—	—	1.5	1.5	—	1.3	—	1.5	—	—	—	—	—	1.5	4
	10.1-11.0	—	—	1.2	—	1.5	—	1.6	—	—	1.9	2.0	—	1.9	—	—	1.7	6
	11.1-12.0	—	1.6	—	1.9	1.6	—	—	—	—	—	2.5	2.0	—	2.2	—	2.0	6
	12.1-13.0	1.8	—	—	1.8	1.8	—	—	1.7	—	2.1	2.3	—	—	2.3	—	2.0	7
	13.1-14.0	—	—	—	2.0	2.3	2.1	1.9	—	—	—	3.0	—	2.1	—	—	2.2	6
	14.1-15.0	1.5	—	—	2.3	2.5	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4	2.2	5
	15.1-16.0	2.1	—	—	2.5	—	2.3	—	—	—	3.1	2.6	3.0	—	2.9	—	2.6	7
	16.1-17.0	2.2	—	—	2.1	2.4	—	2.7	2.0	—	3.4	2.2	—	3.3	—	—	2.5	8
	17.1-18.0	2.8	—	—	2.6	3.0	2.6	—	—	—	—	3.4	—	—	—	—	2.9	5
	18.1-19.0	—	—	—	3.0	—	—	2.3	—	—	3.5	—	—	—	—	—	2.9	3
	19.1-20.0	—	—	—	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.6	1
	20.1-21.0	—	—	—	2.8	2.2	—	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	3.0	6
	21.1-22.0	—	2.8	—	3.0	—	—	—	2.8	2.7	3.4	3.4	3.5	3.3	—	—	3.1	7
	22.1-23.0	—	—	3.0	2.5	—	—	—	—	—	—	—	3.4	—	—	—	3.0	3
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	3.0	—	—	—	2.9	—	—	2.7	3.1	—	—	—	2.9	4
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	3.0	3.0	—	3.3	—	3.6	—	—	—	—	—	—	—	3.4	5
	27.1-28.0	—	—	—	3.1	—	—	—	—	—	—	3.6	—	—	—	—	3.4	3
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	3.5	3.4	—	—	—	—	3.6	—	—	—	3.5	3
	29.1-30.0	—	2.6	—	—	3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.9	2
	30.1-40.0	—	2.4	2.8	3.1	3.6	3.2	3.5	3.6	4.1	—	—	4.5	2.9	4.5	—	3.5	11
40.1-50.0	—	—	—	3.1	3.0	2.8	3.3	4.4	3.7	3.8	—	—	—	—	—	3.6	8	
50.1-60.0	2.7	—	—	3.2	2.9	3.2	3.4	—	—	—	—	—	—	—	—	3.1	6	
60.1-70.0	2.2	—	2.9	—	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5	5	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 51

TABELLE 15b
Tangentialschwindungsgrösse (%)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)														Mittel	Anzahl der Abstufungen
		30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0		
Tanne	4.1-5.0	1.4	—	—	1.0	1.3	1.4	1.5	1.2	1.6	1.5	—	—	—	1.4	8	
	5.1-6.0	—	1.6	1.9	—	1.6	1.8	1.5	1.3	—	—	—	—	—	1.6	7	
	6.1-7.0	—	—	1.9	—	—	—	1.9	2.1	2.2	—	—	—	—	2.0	4	
	7.1-8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	8.1-9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	9.1-10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10.1-11.0	—	—	—	—	—	—	3.6	—	—	—	3.0	3.7	—	—	3.4	2
	11.1-12.0	—	—	4.0	—	—	—	3.4	—	3.4	4.1	4.0	4.1	—	—	3.8	4
	12.1-13.0	—	—	4.5	3.8	4.0	4.2	4.1	—	—	—	—	—	—	—	3.6	6
	13.1-14.0	4.1	—	4.5	—	4.1	4.4	4.7	—	3.9	—	—	—	—	—	4.1	5
	14.1-15.0	—	4.4	—	—	4.4	4.8	4.4	4.5	—	—	—	—	—	—	4.3	6
	15.1-16.0	4.4	—	4.7	—	—	—	5.4	—	—	—	—	—	—	—	4.5	5
	16.1-17.0	—	4.6	6.1	—	—	—	5.2	—	—	—	4.3	4.1	—	6.2	4.9	6
	17.1-18.0	—	—	—	—	—	—	5.8	6.4	—	5.0	5.4	—	5.6	—	5.3	6
	18.1-19.0	5.3	—	—	—	—	4.9	6.0	5.6	—	5.4	—	—	—	—	6.1	4
	19.1-20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.4	5
	20.1-21.0	7.5	—	6.4	6.4	5.3	6.3	6.9	6.8	—	6.3	—	—	—	—	6.3	1
	21.1-22.0	6.3	—	6.8	—	6.9	7.4	7.6	6.9	6.0	—	7.8	8.3	—	—	6.8	10
	22.1-23.0	—	—	—	—	—	—	—	8.3	—	—	—	—	—	—	6.8	7
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.3	1
	24.2-25.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5	—	—	6.0	6.3	2
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1	—	—	7.5	6.7	5
	26.1-27.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.9	—	—	—	7.2	2
	27.1-28.0	—	—	—	—	—	—	9.1	8.6	—	7.7	—	—	—	—	8.5	3
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.7	—	—	—	—	8.7	1
	29.1-30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30.1-40.0	7.1	—	—	6.9	—	9.1	7.3	9.0	7.0	8.6	—	—	—	—	7.8	1
	40.1-50.0	7.4	7.5	5.9	8.5	7.4	8.1	7.2	—	—	—	—	—	—	—	7.9	7
	50.1-60.0	—	6.6	7.2	8.1	7.1	7.7	—	—	—	—	—	—	6.9	6.6	7.3	9
	60.1-70.0	—	—	—	8.5	—	8.8	8.5	7.5	—	—	—	—	—	—	7.3	5
70.1-80.0	—	—	7.5	—	—	—	8.9	—	—	—	—	—	—	—	8.3	4	
															8.2	2	

TABELLE 15b (Fortsetzung)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)														Mittel	Anzahl der Abstufungen		
		32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0			46.1-47.0	
Fichte	1.1- 2.0	—	—	—	0.5	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	3		
	2.1- 3.0	0.6	—	—	—	—	0.7	—	—	1.0	0.8	—	—	—	—	0.8	5		
	3.1- 4.0	—	—	0.8	—	0.9	0.8	—	0.7	—	—	1.1	—	—	—	0.9	6		
	4.1- 5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	5.1- 6.0	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1	
	6.1- 7.0	—	—	1.6	2.3	1.9	2.5	—	—	—	—	—	2.6	—	—	2.2	5		
	7.1- 8.0	—	—	—	2.6	2.4	2.4	—	—	2.5	—	—	—	—	2.6	2.5	7		
	8.1- 9.0	—	—	—	—	2.3	2.1	2.1	—	—	—	1.9	—	—	—	2.1	4		
	9.1-10.0	—	—	—	—	2.9	2.9	—	2.5	—	—	—	—	—	—	2.9	4		
	10.1-11.0	—	—	2.6	—	3.3	—	2.8	—	—	2.9	3.3	—	2.8	—	2.9	6		
	11.1-12.0	—	2.1	—	—	3.5	3.4	—	—	—	—	3.8	3.0	—	3.7	—	3.3	6	
	12.1-13.0	3.6	—	—	—	4.0	3.7	—	3.0	—	3.9	4.2	—	—	3.5	—	3.7	7	
	13.1-14.0	—	—	—	—	4.0	4.0	4.0	3.4	—	—	4.9	—	—	—	—	4.0	6	
	14.1-15.0	3.3	—	—	—	4.2	4.4	4.7	—	—	—	—	—	—	—	4.2	5		
	15.1-16.0	3.9	—	—	—	4.5	—	4.7	—	—	5.4	5.1	5.0	—	4.7	—	4.8	7	
	16.1-17.0	4.4	—	—	—	4.6	3.7	—	4.1	4.8	—	5.4	4.0	—	5.9	—	4.6	8	
	17.1-18.0	4.8	—	—	—	4.2	6.3	4.8	—	—	—	—	5.9	—	—	—	5.2	5	
	18.1-19.0	—	—	—	—	5.9	—	—	4.6	—	5.8	—	—	—	—	—	5.4	3	
	19.1-20.0	—	—	—	—	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5	1	
	20.1-21.0	—	—	—	—	5.6	5.1	—	—	5.5	—	6.6	6.3	—	—	—	6.0	6	
	21.1-22.0	—	5.2	—	—	7.5	—	—	5.8	5.1	—	6.6	6.4	6.9	—	—	6.2	7	
	22.1-23.0	—	—	6.9	—	4.8	—	—	—	—	—	—	6.9	—	—	—	6.2	3	
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	—	7.1	—	—	—	5.9	—	—	5.7	6.5	—	—	6.3	—	4
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	6.8	—	7.0	—	7.6	—	—	7.8	—	8.4	—	—	—	7.5	—	5
	27.1-28.0	—	—	—	—	7.9	—	—	—	—	—	—	6.5	—	—	—	7.2	—	2
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	7.4	7.7	—	—	—	—	8.2	—	—	7.8	—	3
	29.1-30.0	—	—	6.7	—	—	7.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.2	—	2
	30.1-40.0	—	6.7	6.6	7.6	8.3	6.7	7.0	7.9	8.5	—	—	7.9	7.9	9.0	—	7.6	11	—
40.1-50.0	—	—	—	7.9	7.1	7.2	7.1	8.2	7.7	7.6	—	—	—	8.4	—	7.7	—	8	
50.1-60.0	6.8	—	—	8.4	7.2	8.0	7.2	7.6	—	—	—	6.8	—	—	—	7.5	—	6	
60.1-70.0	6.9	—	7.7	—	8.8	—	8.2	—	—	—	—	9.1	—	—	—	8.1	—	5	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 53

Im allgemeinen nimmt die Schwindung in derselben Feuchtigkeitsstufe um so mehr zu, je höher das spezifische Absoluttrockengewicht wird. Das ist nämlich dadurch verursacht, dass das spezifische Absoluttrockengewicht allerdings zu der absoluten Menge der gesamten Zellwand innerhalb eines einheitlichen Holz-Volumens in Beziehung steht, denn das Schwinden des Holzstückes ist nicht anders als ein Zusammenziehen der einzelnen Zellwände der Holzsubstanz.

Fig. 5 stellt zunächst die Beziehung zwischen dem Schwinden und der Feuchtigkeit, geordnet nach Schwindungsart und Holzart mit den durchschnittlichen Zahlenwerten der Versuchsergebnisse in einzelnen Absoluttrockengewichtsstufen, graphisch dar.

Nach Betrachtung dieses Bildes kann die Beziehungslinie zwischen der Schwindungsgrösse und dem Feuchtigkeitsgehalt, besonders unter einem Feuchtigkeitsgehalt von 30%, als eine Parabel angesehen werden. Daher empfahl es sich, die empirische Formel für diese Beziehungslinie wie folgend zu ermitteln:

Als allgemeine Gleichung einer parabelförmigen Linie brauchte ich die Form:

$$y = a x^b$$

In diesem Falle wurde die Gleichung wie folgend ausgedrückt:

$$\begin{aligned} &\text{für die Radialschwindung} \quad \lambda_r = a \mathcal{F}^b \\ \text{und} &\quad \text{für die Tangentialschwindung} \quad \lambda_t = a' \mathcal{F}^{b'} \end{aligned}$$

worin λ_r und λ_t die Radial- und Tangentialschwindungsgrössen bezeichnen, die an demselben Holze wegen Verlust irgend eines Feuchtigkeitsgehalts in einer Abstufung von weniger als 30% bis zur Absoluttrocknung Platz gegriffen hatten, \mathcal{F} den zugehörigen Feuchtigkeitsprozent und a , b , a' und b' die Konstanten bedeuten.

Setzen wir in dieser Gleichung für λ_r oder λ_t die durchschnittliche Radial- oder Tangentialschwindungsgrösse, wie sie in dieser Tabelle bezeichnet werden, und für \mathcal{F} den mittleren Feuchtigkeitsprozent jeder betreffenden Feuchtigkeitsabstufung ein, wie er bei der Errechnung der Druckfestigkeit bereits erwähnt worden ist, und berechnen wir dann mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate die Konstanten, wobei die Anzahl der Proben in dieser Tabelle als das Gewicht bei seiner Berechnung sich annehmen lässt, so ergibt sich folgender Wert:

$$\begin{aligned} \text{für das Tannenholz} \quad a &= 0.15049 \\ &b = 0.90348 \\ &a' = 0.31568 \end{aligned}$$

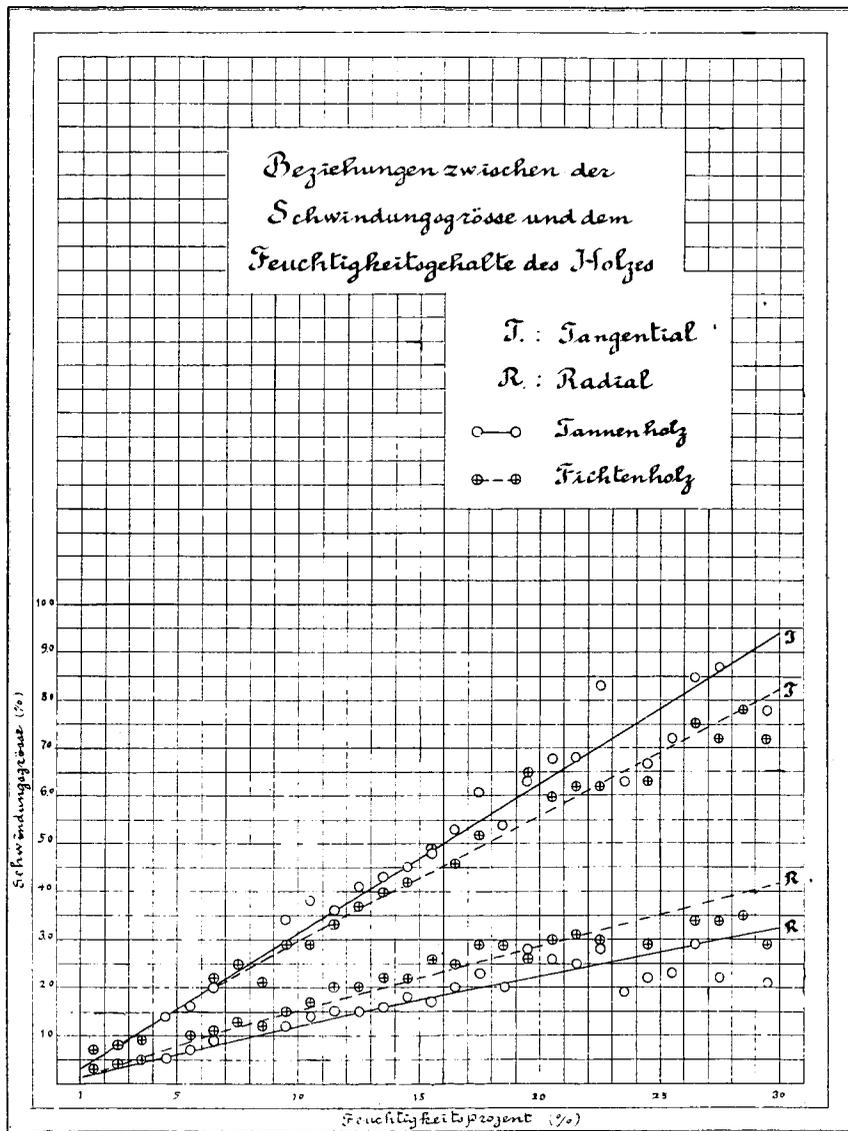


Fig. 5

$$\begin{array}{rcl}
 & & b' = 0.99855 \\
 \text{für das Fichtenholz} & a = & 0.19319 \\
 & b = & 0.90382 \\
 & a' = & 0.34990 \\
 & b' = & 0.92749
 \end{array}$$

Durch Einsetzen dieser Konstanten in die Gleichung lässt sich folgende empirische Formel aufstellen :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{für die Radialschwindung beim Tannenholze} & \lambda_r = & 0.15049 \mathcal{F}^{0.90348} \\
 \text{,, ,, Tangentialschwindung ,, ,,} & \lambda_t = & 0.31568 \mathcal{F}^{0.89855} \\
 \text{,, ,, Radialschwindung ,, Fichtenholze} & \lambda_r = & 0.19319 \mathcal{F}^{0.90382} \\
 \text{,, ,, Tangentialschwindung ,, ,,} & \lambda_t = & 0.34990 \mathcal{F}^{0.92749}
 \end{array}$$

Der genaue Vergleich der Werte für die gemessene und berechnete Schwindungsgrösse ergibt, dass die obigen Formeln als zutreffende Ausdrücke für die Beziehungen zwischen der Radial- oder Tangential- schwindung und der Feuchtigkeit bei jeder einzelnen Holzart angesehen werden dürfen.

Durch Benutzung dieser Formeln können die Schwindungsgrößen bei jedem Feuchtigkeitsgrade von 1% unter dem Feuchtigkeitsgehalt von 30% stufenweise berechnet und in nachstehender Tabelle (16) angezeigt werden :

TABELLE 16

Feuchtigkeits- prozent (%)	Schwindungsgröße (%)			
	Tanne		Fichte	
	Radial	Tangential	Radial	Tangential
1.0	0.15	0.32	0.19	0.35
2.0	0.28	0.63	0.36	0.67
3.0	0.41	0.95	0.52	0.97
4.0	0.53	1.26	0.68	1.27
5.0	0.64	1.57	0.83	1.56
6.0	0.76	1.89	0.98	1.84
7.0	0.87	2.20	1.12	2.13
8.0	0.98	2.52	1.27	2.41
9.0	1.10	2.83	1.41	2.69
10.0	1.21	3.15	1.55	2.96
11.0	1.31	3.46	1.69	3.23
12.0	1.42	3.77	1.83	3.51
13.0	1.53	4.09	1.96	3.78
14.0	1.63	4.40	2.10	4.05
15.0	1.74	4.72	2.23	4.31
16.0	1.84	5.03	2.37	4.58
17.0	1.95	5.34	2.50	4.84
18.0	2.05	5.66	2.63	5.11
19.0	2.15	5.97	2.76	5.37
20.0	2.25	6.29	2.90	5.63
21.0	2.36	6.60	3.03	5.89
22.0	2.46	6.91	3.16	6.15
23.0	2.56	7.23	3.29	6.41
24.0	2.66	7.54	3.42	6.67
25.0	2.76	7.86	3.54	6.93
26.0	2.86	8.17	3.67	7.18
27.0	2.96	8.48	3.80	7.44
28.0	3.05	8.80	3.93	7.69
29.0	3.15	9.11	4.05	7.95
30.0	3.25	9.42	4.18	8.20

Aus dieser Tabelle kann man leicht erkennen, dass die Tangentialschwindungsgrößen von gleichem Feuchtigkeitsgehalt beim Tannenholze grösser als beim Fichtenholze sind, während die Radialschwindungsgrößen dagegen bei ersterem kleiner als bei letzterem sind. Da die sogenannte Deformation des Holzstückes, nicht allein eine Formverkleinerung, sondern auch eine Gestaltsveränderung bedeutet, haupt-

sächlich infolge einer Verbindung von Radial- und Tangentialschwundung, die bei demselben Holzstücke nicht so gleichmässig, wie oben gezeigt, zur Erscheinung kommt, so ruft das Holzstück eine desto stärkere und unregelmässige Gestaltsveränderung hervor, je grösser die Differenz zwischen beiden Schwundungsgrössen ist. Folglich kann man schliessen, dass das Werfen oder die Arbeit des Holzstückes allmählich stärker wird, je grösser der Quotient der beiden Schwundungsgrössen d. h. $\frac{\lambda_t}{\lambda_r}$ ist, den man Werf- oder Arbeitskoeffizient des Holzes nennen kann.

Der Werfkoeffizient wurde aus vorstehenden empirischen Formeln wie folgend berechnet:

$$\text{für das Tannenholz } \frac{\lambda_t}{\lambda_r} = \frac{0.31568}{0.15049} \mathcal{J}^{0.99835-0.90348} = 2.09768 \mathcal{J}^{0.09507}$$

$$\text{für das Fichtenholz } \frac{\lambda_t}{\lambda_r} = \frac{0.34990}{0.19319} \mathcal{J}^{0.92749-0.90382} = 1.81117 \mathcal{J}^{0.02367}$$

Ein Vergleich der Gleichungen bezüglich des Werfkoeffizienten für das Tannen- und Fichtenholz ergibt, dass das Fichtenholz im allgemeinen durch Austrocknung beziehungsweise Schwinden schwächer arbeitet als das Tannenholz, und damit das erstere also bequemere Eigenschaften für die gewerbliche Verwertung beziehungsweise weitere Verarbeitung des Rohstoffes bietet als das letztere.

4. Der Qualitätsquotient bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt

Der Qualitätsquotient ist schon lange Zeit als geeigneter Maßstab angenommen worden, um die Qualität des Bauholzes einfach zu beurteilen, denn man kann den Zahlenwert für den grösseren Qualitätsquotienten unmittelbar aus der höheren Druckfestigkeit und dem leichteren spezifischen Gewicht berechnen, welche die bequemeren Bedingungen für Bauholz ergeben. Je grösser der Feuchtigkeitsgehalt bei demselben Holzstücke ist, desto höher ist das spezifische Gewicht und desto geringer die Druckfestigkeit, folglich muss der Qualitätsquotient um ebensoviel geringer sein.

Nun hat man den Qualitätsquotienten bei den verschiedenen Feuchtigkeits- und Absoluttrockengewichtsstufen für die vorigen Probekörper berechnet und das Ergebnis in nachstehender Tabelle (17) festgehalten:

TABELLE 17
Qualitätsquotient

Holzart	Feuchtigkeitsprozent	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)																	Mittel	Anzahl der Abstufungen					
		29.1-30.0	30.1-31.0	31.1-32.0	32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0			46.1-47.0	47.1-48.0	48.1-49.0		
Tanne	0.0	16.45	16.68	16.70	16.41	16.69	17.14	17.53	17.53	17.41	17.51	17.53	17.61	18.18	—	—	—	16.69	—	—	—	16.15	17.08	15	
	4.1-5.0	—	14.09	—	—	13.35	14.55	14.95	14.38	14.61	14.58	14.89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14.43	8	
	5.1-6.0	—	—	13.77	13.46	—	13.29	13.12	13.27	15.26	—	—	13.52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.67	7	
	6.1-7.0	—	—	—	13.05	—	—	—	13.51	14.11	13.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.59	4	
	7.1-8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.1-9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9.1-10.0	—	—	—	—	—	—	—	11.77	—	—	—	10.68	10.40	—	—	—	—	—	—	—	—	10.95	3	
	10.1-11.0	—	—	—	10.06	—	10.93	10.19	10.52	—	11.99	10.55	11.73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.85	7	
	11.1-12.0	—	—	—	9.62	10.25	10.11	9.16	—	10.25	9.95	9.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.77	7	
	12.1-13.0	—	—	—	8.69	9.16	9.44	9.46	9.87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.32	5	
	13.1-14.0	—	8.93	—	9.17	—	9.32	9.20	8.98	—	9.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.17	6	
	14.1-14.0	—	—	7.99	—	—	8.58	8.47	8.58	8.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.44	5	
	15.1-16.0	—	8.18	—	7.86	—	—	—	7.68	—	7.87	8.71	—	7.80	—	—	—	—	—	—	—	—	8.02	6	
	16.1-17.0	—	—	7.62	7.37	—	—	—	7.60	—	7.98	6.55	—	7.46	—	—	—	—	—	—	—	—	7.44	6	
	17.1-18.0	—	—	—	—	—	—	—	7.29	7.22	—	6.52	7.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.05	4	
	18.1-19.0	—	6.83	—	—	—	6.78	6.91	6.71	—	7.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.93	5	
	19.1-20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.22	1	
	20.1-21.0	—	5.82	—	5.47	5.47	5.27	5.43	5.33	5.39	4.64	5.29	5.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.34	10	
	21.1-22.0	—	5.29	—	4.49	—	5.08	4.85	4.87	4.96	5.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.95	7	
	22.1-23.0	—	—	4.92	—	—	—	—	4.86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.89	2	
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.59	2	
	24.1-25.0	—	—	—	—	—	—	—	4.63	4.20	—	4.76	—	—	—	4.40	4.17	—	—	—	—	—	4.43	5	
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.36	—	—	3.99	—	—	—	—	—	—	—	3.68	2	
	26.1-27.0	—	—	—	—	—	—	—	3.65	4.49	—	4.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.13	3	
	27.1-28.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.19	1	
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29.1-30.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.41	1	
	30.1-40.0	—	3.12	—	—	3.06	3.06	3.27	3.17	3.33	3.19	3.31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.21	7	
	40.1-50.0	—	3.12	3.06	2.72	3.29	3.00	2.99	2.90	—	—	—	—	—	3.15	2.84	—	—	—	—	—	—	3.01	9	
	50.1-60.0	—	—	2.74	2.57	2.80	2.91	2.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.79	5	
	60.1-70.0	—	—	—	—	2.51	—	2.03	2.54	2.88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.49	4	
	70.1-80.0	—	—	—	2.48	—	—	2.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.48	2	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenlöcher 59

TABELLE 17 (Fortsetzung)

Holzart	Feuchtigkeitsprozent (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)															Mittel	Anzahl der Abstufungen
		32.1-33.0	33.1-34.0	34.1-35.0	35.1-36.0	36.1-37.0	37.1-38.0	38.1-39.0	39.1-40.0	40.1-41.0	41.1-42.0	42.1-43.0	43.1-44.0	44.1-45.0	45.1-46.0	46.1-47.0		
Fichte	0.0	16.49	16.39	17.15	17.02	17.07	17.12	16.81	17.02	17.95	18.03	18.02	17.67	17.83	18.95	18.85	17.49	15
	1.1-2.0	—	—	—	16.15	15.96	—	—	—	—	—	—	—	—	17.89	—	16.67	3
	2.1-3.0	14.22	—	—	—	—	16.03	—	—	16.81	15.99	—	16.19	—	—	—	15.85	5
	3.1-4.0	—	—	13.68	—	13.96	14.22	—	13.06	—	—	—	14.80	—	13.75	—	13.91	6
	4.1-5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.1-6.0	—	—	—	—	—	—	13.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.23
	6.1-7.0	—	—	12.03	11.63	11.80	13.05	—	—	—	—	—	12.73	—	—	—	—	12.25
	7.1-8.0	—	—	—	12.55	11.82	12.40	—	—	12.90	—	—	12.76	—	—	13.78	11.80	12.57
	8.1-9.0	—	—	—	—	12.10	11.61	11.01	—	—	—	—	11.14	—	—	—	—	11.47
	9.1-10.0	—	—	—	—	10.58	11.16	—	10.22	—	—	11.65	—	—	—	—	—	10.90
	10.1-11.0	—	—	10.60	—	11.69	—	9.71	—	—	—	10.52	10.49	—	12.64	—	—	10.94
	11.1-12.0	—	9.83	—	9.63	9.69	—	—	—	—	—	9.02	10.93	—	10.29	—	—	9.90
	12.1-13.0	9.31	—	—	9.55	9.24	—	9.58	—	9.72	10.34	—	—	10.11	—	—	—	9.69
	13.1-14.0	—	—	—	8.82	9.13	9.18	9.01	—	—	9.39	—	9.81	—	—	—	—	9.22
	14.1-15.0	8.80	—	—	8.35	8.56	8.61	—	—	—	—	—	—	—	—	8.60	—	8.58
	15.1-16.0	8.50	—	—	7.82	—	7.88	—	—	8.42	8.60	8.45	—	6.40	—	—	—	8.01
	16.1-17.0	7.82	—	—	7.08	6.91	—	6.73	6.87	—	7.50	7.30	—	8.25	—	—	—	7.31
	17.1-18.0	7.51	—	—	7.24	7.56	6.94	—	—	—	—	7.66	—	—	—	—	—	7.38
	18.1-19.0	—	—	—	6.96	—	—	5.52	—	7.04	—	—	—	—	—	—	—	6.51
	19.1-20.0	—	—	—	5.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.19
	20.1-21.0	—	—	—	5.81	5.23	—	5.75	—	5.53	5.35	—	5.75	—	—	—	—	5.57
	21.1-22.0	—	5.67	—	5.57	—	—	4.92	5.15	—	4.23	5.98	5.35	—	—	—	—	5.27
	22.1-23.0	—	—	5.02	4.90	—	—	—	—	—	—	4.73	—	—	—	—	—	4.88
	23.1-24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24.1-25.0	—	—	—	4.31	—	—	3.90	—	—	3.50	4.31	—	—	—	—	—	4.01
	25.1-26.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	26.1-27.0	—	—	3.67	3.96	—	3.91	—	4.37	—	3.51	—	—	—	—	—	—	3.88
	27.1-28.0	—	—	—	4.00	—	—	—	—	—	4.19	—	—	—	—	—	—	4.10
	28.1-29.0	—	—	—	—	—	3.80	3.43	—	—	—	—	4.11	—	—	—	—	3.78
	29.1-30.0	—	—	3.58	—	3.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.66
30.1-40.0	—	2.91	3.11	3.02	3.35	3.15	2.75	3.17	3.16	—	—	3.11	3.13	3.58	—	—	3.13	
40.1-50.0	—	—	—	2.65	2.94	2.35	2.87	2.51	3.20	2.70	—	—	—	3.08	—	—	2.79	
50.1-60.0	2.97	—	—	2.76	2.89	2.59	2.38	—	—	—	—	2.85	—	—	—	—	2.74	
60.1-70.0	2.61	—	2.33	—	2.51	—	2.81	—	—	—	—	2.27	—	—	—	—	2.51	

Nach Betrachtung dieser Tabelle findet man den grösseren Qualitätsquotienten immer auf der grösseren spezifischen Absolutttrockengewichtsstufe. Der Vergleich beider Holzarten ergibt, dass die Qualitätsquotienten beim Tannenholze im allgemeinen auf der Stufe eines niedrigen beziehungsweise nicht allzu hohen spezifischen Absolutttrockengewichts grösser, dagegen auf einer hohen Gewichtsstufe kleiner werden als beim Fichtenholze, wenn auch nicht immer eine gewisse, regelmässige Differenz der Qualitätsquotienten zwischen dem Tannen- und Fichtenholze in jedem einzelnen Probekörper sich findet.

5. Reduktion des spezifischen Gewichts in verschiedenem Feuchtigkeitszustande auf den normalen Feuchtigkeitsgehalt von 15 Prozent

Im allgemeinen stellt sich unter einem Feuchtigkeitsgehalt von 25–30% die Beziehung zwischen dem spezifischen Gewicht des Holzes und seinem Feuchtigkeitsgehalt, wie oben erwähnt, in Form einer geraden Linie dar, deren Gleichung ausgedrückt wird durch die Formel:

$$\frac{s_g - s_{g'}}{g - g'} = c,$$

worin s_g und $s_{g'}$ das spezifische Gewicht, g und g' die zugehörigen Feuchtigkeitsprozente und c den Variationskoeffizienten bedeuten.

Hieraus ergibt sich:

$$s_{g'} = s_g + c(g' - g)$$

Setzt man in diese Gleichung für g' den Normalfeuchtigkeitsgehalt von 15% ein, so erhält man die Gleichung:

$$s_{15} = s_g + c(15 - g)$$

Da der Variationskoeffizient bei verschiedenem spezifischen Trockengewicht sich verändert, und zwar s_0 sich in der Untersuchung der astfreien Würfel zwischen 29.1–47.0 beim Tannenholze und 32.1–48.0 beim Fichtenholze sich bewegt, so muss der Variationskoeffizient innerhalb irgend einer bestimmten Abweichung schwanken. Um c zu berechnen, ist es erforderlich, die Abhängigkeit zwischen dem spezifischen Gewicht in Nähe des normalfeuchten Zustandes und dem betreffenden spezifischen Absolutttrockengewicht zu untersuchen.

Nun kann man aus der Anhangstabelle (I) die spezifischen Gewichte der Würfel bei Feuchtigkeitszuständen von 14–16% im Zusammenhang mit allen Stufen des Absolutttrockengewichts herausfinden. Das ist in der folgenden Tabelle (18) geschehen:

TABELLE 18

Holzart	Feuchtigkeitsprozent			Zahl der Probewürfel	Holzart	Feuchtigkeitsprozent			Zahl der Probewürfel
	Spezifisches Absoluttrockengewicht	Spezifisches Lufttrockengewicht während der Probe				Spezifisches Absoluttrockengewicht	Spezifisches Lufttrockengewicht während der Probe		
		%	100-fach				%	100-fach	
Tanne	14.7	29.9	32.9	2	Fichte	15.9	32.9	35.8	2
	15.1	30.8	33.4	2		14.6	33.4	36.3	2
	14.6	31.6	33.9	10		15.9	34.6	37.7	3
	14.5	32.6	34.9	6		14.7	35.6	38.7	5
	14.6	33.5	35.6	4		15.1	36.7	39.8	12
	14.8	34.7	36.9	11		15.0	37.5	40.8	8
	14.8	35.8	38.2	15		15.4	38.5	42.0	5
	14.8	36.6	39.1	22		15.8	39.4	42.1	1
	14.6	37.5	39.9	17		14.5	40.4	44.1	2
	14.7	38.4	41.1	10		14.7	41.2	44.0	1
	14.5	39.5	42.1	8		15.0	42.5	45.9	9
	14.6	40.7	43.2	5		15.3	44.7	48.2	2
	14.7	41.2	44.2	1		15.7	45.9	48.9	2
	14.9	42.8	45.6	2					
	14.1	43.8	46.4	1					
14.4	44.4	47.7	1						

Wenn man in ein rechtwinkliges Koordinatensystem die spezifischen Trockengewichte als Abszissen, die spezifischen Lufttrockengewichte als Ordinaten einträgt, wie in Fig. 6 dargestellt ist, so ergibt sich eine Gerade, welche offenbar die Beziehung zwischen dem spezifischen Absoluttrockengewicht und Lufttrockengewicht in Nähe des normallufttrockenen Zustandes von 15% darstellt. Sie kann daher in einer Gleichung erster Ordnung ausgedrückt werden von der Gestalt:

$$s_f = a + bs_0$$

In diesem Falle bedeutet s_f das spezifische Lufttrockengewicht in Nähe des normalfeuchten Zustandes, s_0 das spezifische Absoluttrockengewicht und a und b die Konstanten, welche mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate sich berechnen lassen und dabei folgende Werte ergeben:

für das Tannenholz	$a = 1.16415,$	$b = 1.03555$
„ „ Fichtenholz	$a = 2.00306,$	$b = 1.03177$

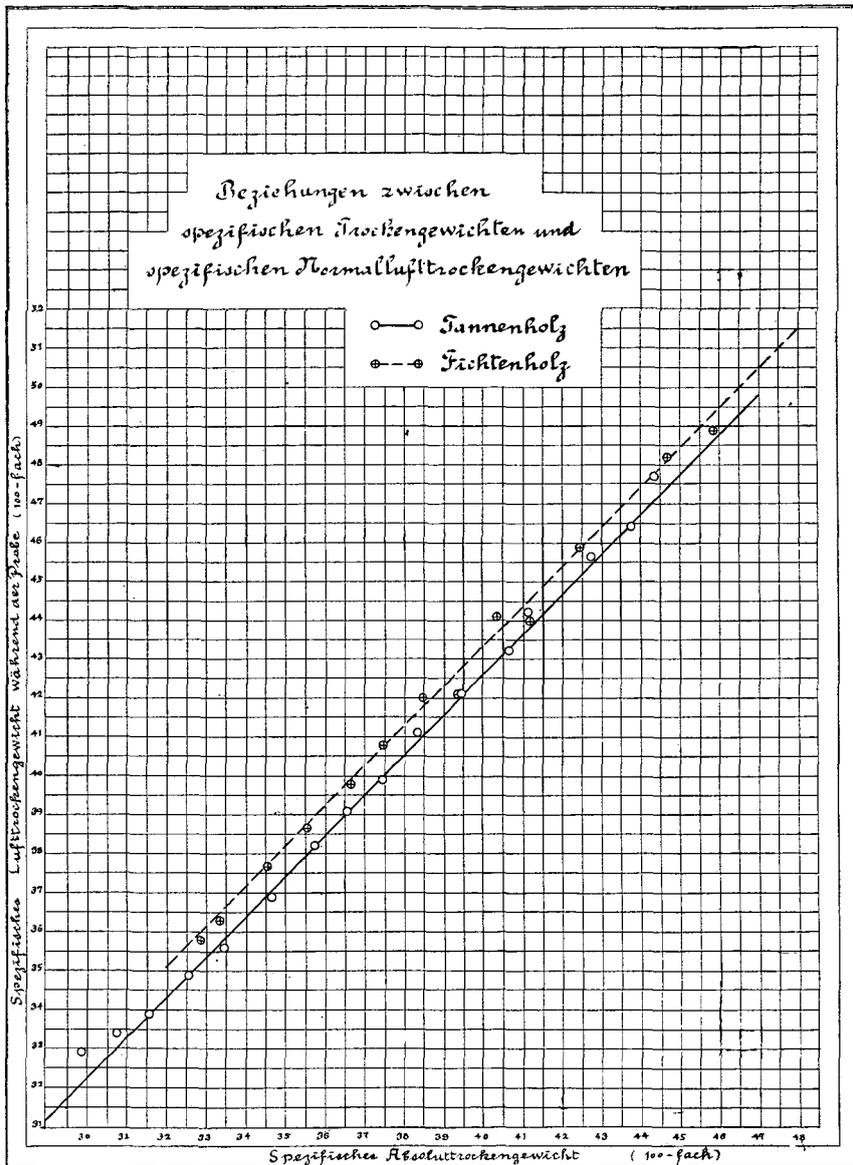


Fig. 6

Der Feuchtigkeitsprozent der Probekörper, welcher zur Berechnung der Konstanten a und b dient, schwankt innerhalb der Grenze von 14-16% und beträgt im Durchschnitt 14.69% beim Tannenholze und 15.13% beim Fichtenholze.

Die Formel lautet daher:

$$\begin{array}{ll} \text{für das Tannenholz} & s_{14.69} = 1.16415 + 1.03555 s_0 \\ \text{,, ,, Fichtenholz} & s_{15.13} = 2.00306 + 1.03177 s_0 \end{array}$$

Setzt man in dieser Gleichung für s_0 das spezifische Absoluttrockengewicht in seinen beiden, oben erwähnten Extremwerten ein und berechnet die rechtsseitigen Glieder, so erhält man das spezifische Lufttrockengewicht:

$$\begin{array}{ll} \text{beim Tannenholze für } s_0 = 29.00 & s_{14.69} = 31.20 \\ \text{,, ,, ,, } s_0 = 47.00 & s_{14.69} = 49.83 \\ \text{,, Fichtenholze ,, } s_0 = 32.00 & s_{15.13} = 35.05 \\ \text{,, ,, ,, } s_0 = 48.00 & s_{15.13} = 51.53 \end{array}$$

Damit ermittelt man unter Zugrundelegung dieser Zahlenwerte den Variationskoeffizienten:

beim Tannenholze

$$\text{für } s_0 = 29.00 \quad c = \frac{31.20 - 29.00}{14.69} = \frac{2.20}{14.69} = 0.14976$$

$$\text{,, } s_0 = 47.00 \quad c = \frac{49.83 - 47.00}{14.69} = \frac{2.83}{14.69} = 0.19265$$

beim Fichtenholze

$$\text{für } s_0 = 32.00 \quad c = \frac{35.05 - 32.00}{15.13} = \frac{3.05}{15.13} = 0.20159$$

$$\text{,, } s_0 = 48.00 \quad c = \frac{51.53 - 48.00}{15.13} = \frac{3.53}{15.13} = 0.23331$$

Der Variationskoeffizient c schwankt nämlich innerhalb einer Grenze von 0.14976—0.19265 beim Tannenholze, solange sein spezifisches Absoluttrockengewicht s_0 innerhalb der Grenze von 29.00—47.00 liegt, und ebenso innerhalb einer Grenze von 0.20159—0.23331 beim Fichtenholze, solange s_0 innerhalb der Grenze von 32.00—48.00 sich findet.

Wenn die Linie für ein solches Verhältnis zwischen dem Variationskoeffizienten und dem spezifischen Absoluttrockengewicht als eine Gerade vorausgesetzt werden kann, so wird:

$$c = a' + b's_0$$

Setzt man auch in dieser Gleichung für s_0 und c die vorstehenden betreffenden Zahlenwerte ein, so erhält man die Gleichung:

für das Tannenholz	$0.14976 = a' + b' \times 29.00$
ebenso	$0.19265 = a' + b' \times 47.00$
für das Fichtenholz	$0.20159 = a' + b' \times 32.00$
ebenso	$0.23331 = a' + b' \times 48.00$

Aus den beiden Bestimmungsgleichungen lassen sich berechnen

für das Tannenholz	$a' = 0.080653,$	$b' = 0.002383$
und für das Fichtenholz	$a' = 0.138134,$	$b' = 0.001983$

Daher lauten die Ausdrücke für c :

beim Tannenholze	$c = 0.080653 + 0.002383 s_0$
„ Fichtenholze	$c = 0.138134 + 0.001983 s_0$

Da man diese Zahlenwerte für c in vorstehender Gleichung $s_{15} = s_f + c(15 - \mathcal{G})$ einsetzt, so ergibt sich:

für das Tannenholz	$s_{15} = s_f + (0.080653 + 0.002383 s_0)(15 - \mathcal{G})$
für das Fichtenholz	$s_{15} = s_f + (0.138134 + 0.001983 s_0)(15 - \mathcal{G})$

Weiter für $\mathcal{G} = 0$ ergibt sich hieraus die allgemeine Gleichung:

für das Tannenholz	$s_{15} = 1.209795 + 1.035745 s_0$
„ „ Fichtenholz	$s_{15} = 2.072010 + 1.029745 s_0$

Mit dieser Formel wurden die spezifischen Gewichte aller astfreien Probewürfel beim normalen Feuchtigkeitszustande von 15%, wie in der Anhangstabelle (I) angegeben, berechnet.

6. Reduktion der Druckfestigkeit bei einer normalen Feuchtigkeit von 15 Prozent

Wenn man die zahlreichen Würfel nach ihren spezifischen Absoluttrockengewichten in drei Klassen, die einige Stufen des spezifischen Trockengewichts enthalten, nämlich die Klasse des spezifischen Absoluttrockengewichts von $s_0 = 29-35$, $s_0 = 35-40$ und $s_0 = 40-47$ beim Tannenholze und von $s_0 = 32-35$, $s_0 = 35-40$ und $s_0 = 40-48$ beim Fichtenholze unterscheidet und die Abhängigkeit zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt der zugehörigen Probewürfel und ihrer Druckfestigkeit in jeder Klasse des spezifischen Trockengewichts genau erforscht, so kann man diese Beziehung mit einer quadratischen Parabel (siehe Fig. 7) darstellen, deren Gleichung etwa der Form entspricht:

$$\beta_f = a + b\mathcal{G}^2,$$

worin β_f die Druckfestigkeit in irgend einem lufttrockenen Zustande, \mathcal{G}

den entsprechenden Feuchtigkeitsprozent und a und b die Konstanten bedeuten.

Für jede drei Trockengewichtsklassen setzt man in dieser Gleichung für β_f und \mathcal{S} die betreffenden Zahlenwerte ein, die sich aus direkten Versuchsergebnissen ermitteln lassen, und berechnet diese zwei Konstanten mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate. Dabei dienen die durchschnittlichen Zahlenwerte für die Druckfestigkeit und den Feuchtigkeitsprozent jeder Feuchtigkeitsabstufung von je 1% in allen

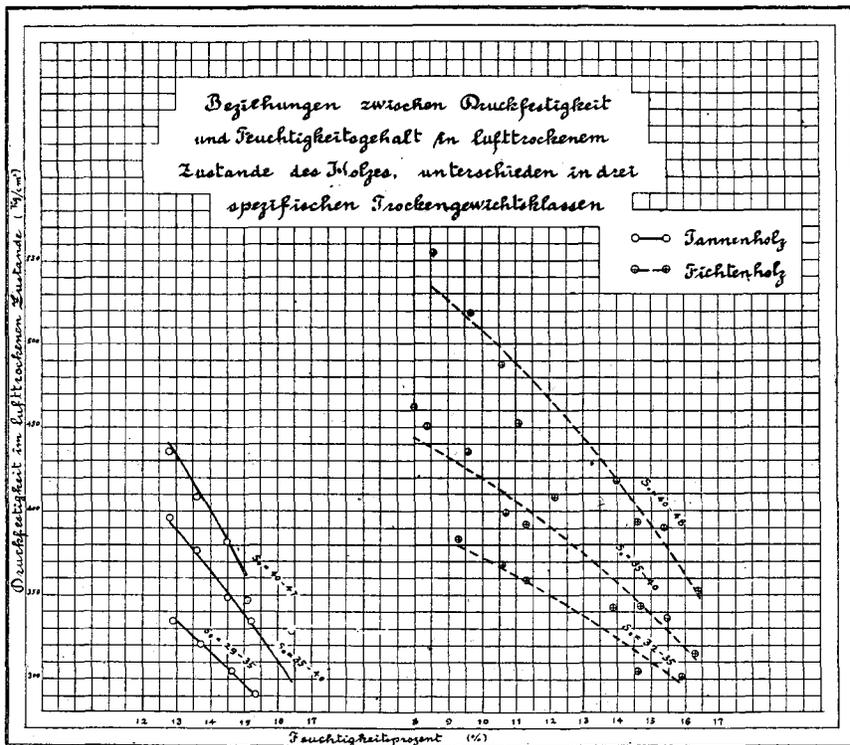


Fig. 7

Trockengewichtsklassen zur Berechnung, und die derselben Feuchtigkeitsstufe zugehörige Anzahl Probewürfel kann als Gewicht zur Berechnung für die Methode der kleinsten Quadrate angenommen werden. Damit ergibt sich die nachstehende empirische Formel für Druckfestigkeit und Feuchtigkeitsgehalt der Würfel in allen drei Absoluttrockengewichtsklassen bei beiden Holzarten:

TABELLE 19

Holzart	Stufe des spezifischen Trockengewichts (100-fach)	Durchschnittliches spezifisches Trockengewicht (100-fach)	Empirische Formel
Tanne	29.1-35.0	32.66	$\beta_f = 448.66 - 0.6779 f^2$
	35.1-40.0	37.24	$\beta_f = 541.12 - 0.9042 f^2$
	40.1-48.0	41.74	$\beta_f = 636.11 - 1.2019 f^2$
Fichte	32.1-35.0	33.60	$\beta_f = 422.06 - 0.4939 f^2$
	35.1-40.0	37.21	$\beta_f = 484.81 - 0.6486 f^2$
	40.1-48.0	44.15	$\beta_f = 602.24 - 0.9373 f^2$

Da alle durchschnittlichen spezifischen Trockengewichte für diese drei Trockengewichtsklassen 32.66, 37.24 und 41.74 beim Tannenholze und 33.60, 37.21 und 44.15 beim Fichtenholze zeigten, so werden diese Formeln nur für wenige Holzkörper mit demselben Trockengewicht genau gültig sein, jedoch sind diese Formeln für sonstige Würfel, deren spezifisches Trockengewicht innerhalb derselben Trockengewichtsklasse verschieden verteilt ist, weiter zu korrigieren, um sie auf Probekörper aller kleineren Trockengewichtsstufen von je 1.00 anwenden zu können. Dafür stellt man folgende Berechnungsweise auf:

(1) Für Tannenholz:

Die Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und dem Feuchtigkeitsprozent wird, wie oben erwähnt, durch nachstehende Formel ausgedrückt:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0' &= 32.66 & \beta_f' &= 448.66 - 0.6779 f^2 \\ \text{„ } s_0'' &= 37.24 & \beta_f'' &= 541.12 - 0.9042 f^2 \end{aligned}$$

Wenn das spezifische Trockengewicht der Probewürfel s_0 innerhalb der Grenze von 32.66 bis 37.24 liegt, so wird seine Druckfestigkeit einen Zahlenwert zwischen β_f' und β_f'' zeigen. Setzt man voraus, dass die Beziehung zwischen der Veränderung des spezifischen Trockengewichts beim Würfel und seiner Druckfestigkeit sich proportional ausdrückt, so wird die Grösse der Druckfestigkeitsveränderung für die einheitliche Veränderung des spezifischen Trockengewichts von je 1.00 wie folgt festgestellt:

$$\Delta = \frac{\beta_f'' - \beta_f'}{s_0'' - s_0'} = \frac{97.46 - 0.2263 f^2}{4.58} = 20.19 - 0.0494 f^2$$

Daraus folgt die korrigierte Formel für Druckfestigkeit in verschieden lufttrockenem Zustande:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 37 \quad \beta_s &= \beta_s'' - (37.24 - 37.00) \Delta \\ &= 541.12 - 0.9042 \mathcal{F}^2 - 0.24(20.19 - 0.0494 \mathcal{F}^2) \\ &= 541.12 - 0.9042 \mathcal{F}^2 - (4.85 - 0.0119 \mathcal{F}^2) \\ &= 536.27 - 0.8923 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 36 \quad \beta_s &= \beta_{s_0=37} - 1.00 \Delta \\ &= 536.27 - 0.8923 \mathcal{F}^2 - 20.19 + 0.0494 \mathcal{F}^2 \\ &= 516.08 - 0.8429 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

ebenso

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 35 \quad \beta_s &= 495.89 - 0.7935 \mathcal{F}^2 \\ \text{,, } s_0 = 34 \quad \beta_s &= 475.70 - 0.7441 \mathcal{F}^2 \\ \text{,, } s_0 = 33 \quad \beta_s &= 455.51 - 0.6947 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

Wenn die Abhängigkeit zwischen der Veränderung der Druckfestigkeit und des Feuchtigkeitsgehalts für s_0 unter 33.0 ebenso wie oben sich zeigt, so ergibt sich die Formel:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 32 \quad \beta_s &= \beta_s' - (32.66 - 32.00) \Delta \\ &= 448.66 - 0.6779 \mathcal{F}^2 - 0.66(20.19 - 0.0494 \mathcal{F}^2) \\ &= 448.66 - 0.6779 \mathcal{F}^2 - (13.33 - 0.0326 \mathcal{F}^2) \\ &= 435.33 - 0.6453 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

ebenso

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 31 \quad \beta_s &= 415.14 - 0.5959 \mathcal{F}^2 \\ \text{,, } s_0 = 30 \quad \beta_s &= 394.95 - 0.5465 \mathcal{F}^2 \\ \text{,, } s_0 = 29 \quad \beta_s &= 374.75 - 0.4971 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

Auch für s_0 über 37.0 ermittelt man, wie oben erwähnt, die Grösse ihrer Veränderung. Nun ergeben sich die direkten empirischen Formeln:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0'' = 37.27 \quad \beta_s'' &= 541.12 - 0.9042 \mathcal{F}^2 \\ \text{,, } s_0''' = 41.74 \quad \beta_s''' &= 636.11 - 1.2019 \mathcal{F}^2, \end{aligned}$$

hieraus

$$\Delta = \frac{\beta_s''' - \beta_s''}{s_0''' - s_0''} = \frac{94.99 - 0.2977 \mathcal{F}^2}{4.50} = 21.11 - 0.0662 \mathcal{F}^2,$$

daher

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 38 \quad \beta_s &= 541.12 - 0.9042 \mathcal{F}^2 + (38.00 - 37.24) \\ &\quad \times (21.11 - 0.0662 \mathcal{F}^2) \\ &= 541.12 - 0.9042 \mathcal{F}^2 + 0.76(21.11 - 0.0662 \mathcal{F}^2) \\ &= 557.16 - 0.9545 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

ebenso

$$\text{für } s_0 = 39 \quad \beta_s = 578.27 - 1.0207 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 40 \quad \beta_s = 599.38 - 1.0869 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 41 \quad \beta_s = 620.49 - 1.1531 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 42 \quad \beta_s = 641.60 - 1.2191 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 43 \quad \beta_s = 662.71 - 1.2853 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 44 \quad \beta_s = 683.82 - 1.3515 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 45 \quad \beta_s = 704.93 - 1.4177 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 46 \quad \beta_s = 726.04 - 1.4839 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 47 \quad \beta_s = 747.15 - 1.5501 \mathcal{F}^2$$

(2) Für Fichtenholz:

Die direkten empirischen Formeln sind

$$\text{für } s_0' = 33.60 \quad \beta_s' = 422.06 - 0.4939 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0'' = 37.21 \quad \beta_s'' = 484.81 - 0.6486 \mathcal{F}^2$$

Daraus folgt die Grösse der Veränderung der Druckfestigkeit für eine einheitliche Trockengewichtsdifferenz von je 1.00

$$\Delta = \frac{\beta_s'' - \beta_s'}{s_0'' - s_0'} = \frac{62.75 - 0.1547 \mathcal{F}^2}{3.61} = 17.38 - 0.0429 \mathcal{F}^2$$

Daher entsteht die korrigierte Formel:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 37 \quad \beta_s &= \beta_s'' - (37.21 - 37.00) (17.38 - 0.0429 \mathcal{F}^2) \\ &= 484.81 - 0.6486 \mathcal{F}^2 - 0.21 (17.38 - 0.0429 \mathcal{F}^2) \\ &= 481.16 - 0.6396 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

$$\text{ebenso für } s_0 = 36 \quad \beta_s = 463.78 - 0.5967 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 35 \quad \beta_s = 446.40 - 0.5538 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 34 \quad \beta_s = 429.02 - 0.5109 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 33 \quad \beta_s = 411.63 - 0.4682 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0 = 32 \quad \beta_s = 394.25 - 0.4253 \mathcal{F}^2$$

Die direkten Formeln sind

$$\text{für } s_0'' = 37.21 \quad \beta_s'' = 484.81 - 0.6486 \mathcal{F}^2$$

$$\text{,, } s_0''' = 44.15 \quad \beta_s''' = 602.24 - 0.9373 \mathcal{F}^2$$

Daraus berechnet sich die Veränderungsgrösse der Druckfestigkeit:

$$\Delta = \frac{\beta_s''' - \beta_s''}{s_0''' - s_0''} = \frac{117.43 - 0.2887 \mathcal{F}^2}{6.94} = 16.92 - 0.0416 \mathcal{F}^2$$

Dann ergibt sich die korrigierte Formel:

$$\begin{aligned} \text{für } s_0 = 38 \quad \beta_s &= \beta_s'' + (38.00 - 37.21) \Delta \\ &= 484.81 - 0.6486 \mathcal{F}^2 + 0.79 (16.92 - 0.0416 \mathcal{F}^2) \\ &= 498.18 - 0.6815 \mathcal{F}^2 \end{aligned}$$

ebenso für $s_0 = 39$	$\beta_s = 515.10 - 0.7231 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 40$	$\beta_s = 532.02 - 0.7647 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 41$	$\beta_s = 548.94 - 0.8063 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 42$	$\beta_s = 565.86 - 0.8479 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 43$	$\beta_s = 582.78 - 0.8895 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 44$	$\beta_s = 599.70 - 0.9311 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 45$	$\beta_s = 616.62 - 0.9727 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 46$	$\beta_s = 633.54 - 1.0143 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 47$	$\beta_s = 650.46 - 1.0559 \mathcal{F}^2$
„ $s_0 = 48$	$\beta_s = 667.38 - 1.0975 \mathcal{F}^2$

Nach diesen korrigierten Formeln wird es leichter, den normalen Verlauf der Druckfestigkeit eines Würfels im Feuchtigkeitszustande von 8-17% zu bestimmen und ebenso den regelmässigen Einfluss des Feuchtigkeitsgehalts auf die Druckfestigkeit beim Würfel in beliebig lufttrockenem Zustande festzustellen.

Zur Reduktion der Druckfestigkeit auf den Normalfeuchtigkeitsgehalt von 15% wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Es besteht darin, dass man nach korrigierten Formeln die Druckfestigkeit für die einzelnen spezifischen Trockengewichte und für alle beliebigen Feuchtigkeitsprozente berechnet, wobei die Differenz zwischen der Druckfestigkeit in normallufttrockenem Zustande und jener idealen Druckfestigkeit abnimmt, welche für alle physikalischen Eigenschaften gilt, die der zu reduzierenden, experimentell gefundenen Druckfestigkeit entsprechen, so dass mit dieser positiven oder negativen Differenz durch Addition beziehungsweise Subtraktion die verlangte Umrechnung vorgenommen werden kann.

Dann ergibt sich die allgemeine Reduktionsformel:

$$\beta_{15}' = \beta_s' + (\beta_{15} - \beta_s), \text{ worin}$$

β_{15} die ideale Druckfestigkeit in normallufttrockenem Zustande,

β_s „ „ „ „ beliebig lufttrockenem Zustande,

β_s' „ wirkliche Druckfestigkeit in beliebig lufttrockenem Zustande

und

β_{15}' „ zu reduzierende Druckfestigkeit in normallufttrockenem Zustande bedeutet.

Die für alle Trockengewichtsstufen zu ermittelnden Reduktionsformeln werden in nachstehender Tabelle (20) dargestellt. Dazu ist die ideale Druckfestigkeit im Normalfeuchtigkeitsprozent von 15% für alle Trockengewichtsstufen und die korrigierten empirischen Formeln beigefügt:

TABELLE 20

Holzart	Spezifisches Absolut-trocken-gewicht	Korrigierte empirische Formel für Druckfestig-keit in beliebig luft-trockenem Zustande	Ideale Druck-festigkeit in normalluft-trockenem Zustande	Reduktionsformel
Tanne	29	$\beta_f = 374.75 - 0.4971 f^2$	262.90	$\beta_{15}' = \beta_f' - 111.85 + c.4971 f^2$
	30	$\beta_f = 394.95 - 0.5465 f^2$	271.99	$\beta_{15}' = \beta_f' - 122.96 + c.5465 f^2$
	31	$\beta_f = 415.14 - 0.5959 f^2$	281.06	$\beta_{15}' = \beta_f' - 134.08 + c.5959 f^2$
	32	$\beta_f = 435.33 - 0.6453 f^2$	290.14	$\beta_{15}' = \beta_f' - 145.19 + c.6453 f^2$
	33	$\beta_f = 455.51 - 0.6947 f^2$	299.20	$\beta_{15}' = \beta_f' - 156.31 + c.6947 f^2$
	34	$\beta_f = 475.70 - 0.7441 f^2$	308.28	$\beta_{15}' = \beta_f' - 167.42 + c.7441 f^2$
	35	$\beta_f = 495.89 - 0.7935 f^2$	317.35	$\beta_{15}' = \beta_f' - 178.54 + c.7935 f^2$
	36	$\beta_f = 516.08 - 0.8429 f^2$	326.43	$\beta_{15}' = \beta_f' - 189.65 + c.8429 f^2$
	37	$\beta_f = 536.27 - 0.8923 f^2$	335.50	$\beta_{15}' = \beta_f' - 200.77 + c.8923 f^2$
	38	$\beta_f = 557.16 - 0.9545 f^2$	342.40	$\beta_{15}' = \beta_f' - 214.76 + c.9545 f^2$
	39	$\beta_f = 578.27 - 1.0207 f^2$	348.61	$\beta_{15}' = \beta_f' - 229.66 + 1.0207 f^2$
	40	$\beta_f = 599.38 - 1.0869 f^2$	354.83	$\beta_{15}' = \beta_f' - 244.55 + 1.0869 f^2$
	41	$\beta_f = 620.49 - 1.1531 f^2$	361.04	$\beta_{15}' = \beta_f' - 259.45 + 1.1531 f^2$
	42	$\beta_f = 641.60 - 1.2191 f^2$	367.30	$\beta_{15}' = \beta_f' - 274.30 + 1.2191 f^2$
	43	$\beta_f = 662.71 - 1.2853 f^2$	373.52	$\beta_{15}' = \beta_f' - 289.19 + 1.2853 f^2$
	44	$\beta_f = 683.82 - 1.3515 f^2$	379.73	$\beta_{15}' = \beta_f' - 304.09 + 1.3515 f^2$
	45	$\beta_f = 704.93 - 1.4177 f^2$	385.95	$\beta_{15}' = \beta_f' - 318.98 + 1.4177 f^2$
46	$\beta_f = 726.04 - 1.4839 f^2$	392.16	$\beta_{15}' = \beta_f' - 333.88 + 1.4839 f^2$	
47	$\beta_f = 747.15 - 1.5501 f^2$	398.38	$\beta_{15}' = \beta_f' - 348.77 + 1.5501 f^2$	
Fichte	32	$\beta_f = 394.25 - c.4253 f^2$	298.56	$\beta_{15}' = \beta_f' - 95.69 + c.4253 f^2$
	33	$\beta_f = 411.63 - c.4682 f^2$	306.28	$\beta_{15}' = \beta_f' - 105.35 + c.4682 f^2$
	34	$\beta_f = 429.02 - c.5109 f^2$	314.07	$\beta_{15}' = \beta_f' - 114.95 + c.5109 f^2$
	35	$\beta_f = 446.40 - c.5538 f^2$	321.79	$\beta_{15}' = \beta_f' - 124.61 + c.5538 f^2$
	36	$\beta_f = 463.78 - c.5967 f^2$	329.52	$\beta_{15}' = \beta_f' - 134.26 + c.5967 f^2$
	37	$\beta_f = 481.16 - c.6396 f^2$	337.25	$\beta_{15}' = \beta_f' - 143.91 + c.6396 f^2$
	38	$\beta_f = 498.18 - c.6815 f^2$	344.86	$\beta_{15}' = \beta_f' - 153.32 + c.6815 f^2$
	39	$\beta_f = 515.10 - c.7231 f^2$	352.40	$\beta_{15}' = \beta_f' - 162.70 + c.7231 f^2$
	40	$\beta_f = 532.02 - c.7647 f^2$	359.96	$\beta_{15}' = \beta_f' - 172.06 + c.7647 f^2$
	41	$\beta_f = 548.94 - c.8063 f^2$	367.52	$\beta_{15}' = \beta_f' - 181.42 + c.8063 f^2$
	42	$\beta_f = 565.86 - c.8479 f^2$	375.08	$\beta_{15}' = \beta_f' - 190.78 + c.8479 f^2$
	43	$\beta_f = 582.78 - c.8895 f^2$	382.64	$\beta_{15}' = \beta_f' - 200.14 + c.8895 f^2$
	44	$\beta_f = 599.70 - c.9311 f^2$	390.20	$\beta_{15}' = \beta_f' - 209.50 + c.9311 f^2$
	45	$\beta_f = 616.62 - c.9727 f^2$	397.76	$\beta_{15}' = \beta_f' - 218.86 + c.9727 f^2$
	46	$\beta_f = 633.54 - 1.0143 f^2$	405.32	$\beta_{15}' = \beta_f' - 228.22 + 1.0143 f^2$
47	$\beta_f = 650.46 - 1.0559 f^2$	412.88	$\beta_{15}' = \beta_f' - 237.58 + 1.0559 f^2$	
48	$\beta_f = 667.38 - 1.0975 f^2$	420.44	$\beta_{15}' = \beta_f' - 246.94 + 1.0975 f^2$	

Bei Ausführung der Reduktion lies sich das experimental gefundene Trockengewicht (im 100-fachen Werte) durch Abrundung des Dezimalwertes unter 0.4 und über 0.5 jeder Trockengewichtsstufe in Übereinstimmung bringen. Die reduzierten Druckfestigkeiten aller astfreien Würfel sind in der zugehörigen Stelle der Anhangstabelle (I) dargestellt.

7. Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande

Die Platten, die für Druckversuche in absoluttrockenem Zustande dienten, waren sämtliche Probekörper mit einer Bezeichnung von a_1 , b_2 , c_3 und d_4 ; die Versuchsergebnisse zeigen sich in der Anhangstabelle (I). Ferner wurden bei den Tabellen (11 u. 13) die Druckfestigkeit und das zugehörige spezifische Trockengewicht bei jeder Trockengewichtsstufe nur für die astfreien Platten zusammengefasst und die Beziehung zwischen diesen zwei Eigenschaften graphisch dargestellt, wie dies in Fig. 8 geschehen ist. Nach Betrachtung dieser Linie kann man die Abhängigkeit zwischen der Druckfestigkeit und dem spezifischen Trockengewicht als eine parabelartige Kurve ansprechen, deren Gleichung etwa der Form entspricht:

$$\beta_0 = a s_0^n,$$

wobei β_0 die Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande, s_0 das betreffende spezifische Trockengewicht und a und n die Konstanten bedeuten, welche für jede Holzart mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden.

So ergibt sich:

für Tannenholz	$a = 7.523,$	$n = 1.23178$
„ Fichtenholz	$a = 5.412,$	$n = 1.31835$

Daher lautet die empirische Formel:

für Tannenholz	$\beta_0 = 7.523 s_0^{1.23178}$
„ Fichtenholz	$\beta_0 = 5.412 s_0^{1.31835}$

Da im allgemeinen der Exponent n die Krümmung der Linie bedeutet, so kann man aus dem Unterschied des Exponents zwischen beiden Holzarten die Tatsache erweisen, dass bei höherem Trockengewicht die Druckfestigkeit beim Fichtenholze etwas mehr als beim Tannenholze zunimmt, vermutlich wegen der ursprünglichen Eigenschaften dieser Hölzer, besonders wegen des verhältnismässig grösseren Auftretens des Rotholzes beim Tannenholze.

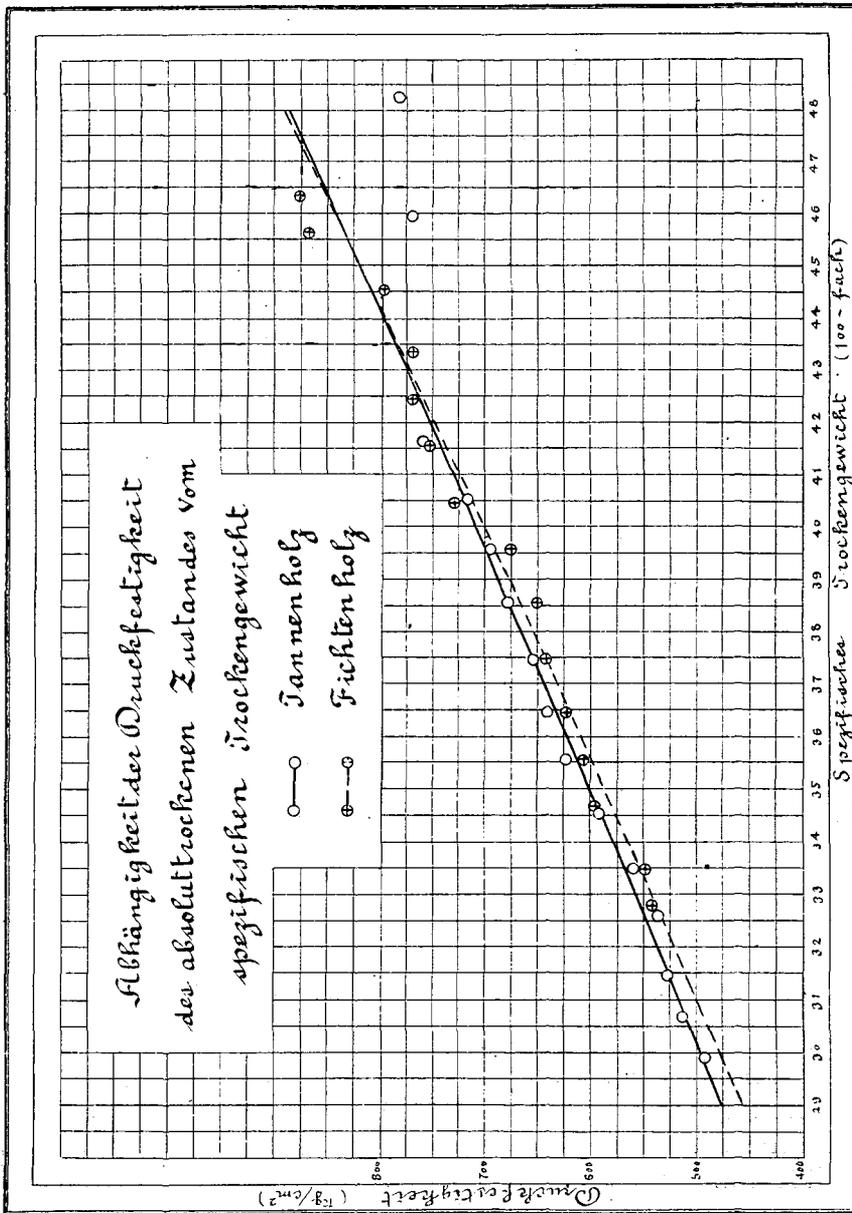


Fig. 8

Durch Benutzung dieser empirischen Formeln wurde die Druckfestigkeit stufenweise bei jedem spezifischen Trockengewicht von je 1.00 berechnet und in folgender Tabelle (21) dargestellt:

TABELLE 21

Druckfestigkeit (kg/cm ²) Spezifisches Trockengewicht (100-fach)	Holzart	
	Tanne	Fichte
29.0	476	459
30.0	496	479
31.0	517	501
32.0	537	522
33.0	558	544
34.0	579	565
35.0	600	587
36.0	621	610
37.0	643	632
38.0	664	655
39.0	686	678
40.0	708	701
41.0	729	724
42.0	751	747
43.0	773	771
44.0	796	794
45.0	818	814
46.0	840	842
47.0	863	867
48.0	886	891

8. Druckfestigkeit in normallufttrockenem Zustande

Die Beziehung der Druckfestigkeit zum spezifischen Gewicht wurde bereits schon aus den Untersuchungen über den absoluttrockenen Zustand der Probeplatten bestimmt. Diese Beziehungen in normallufttrockenem Zustande zu erforschen, soll unsere nächste Aufgabe sein.

Nach mancherlei Untersuchungen in deutschen und österreichischen Ländern wurde die Beziehung der Druckfestigkeit zum spezifischen Gewicht im allgemeinen entweder durch eine Gerade oder aber eine quadratische Parabel dargestellt, aber nach JANKA war diese Beziehung, sogar bei gleichen Holzarten wie Fichte, nicht immer mit einer derartig

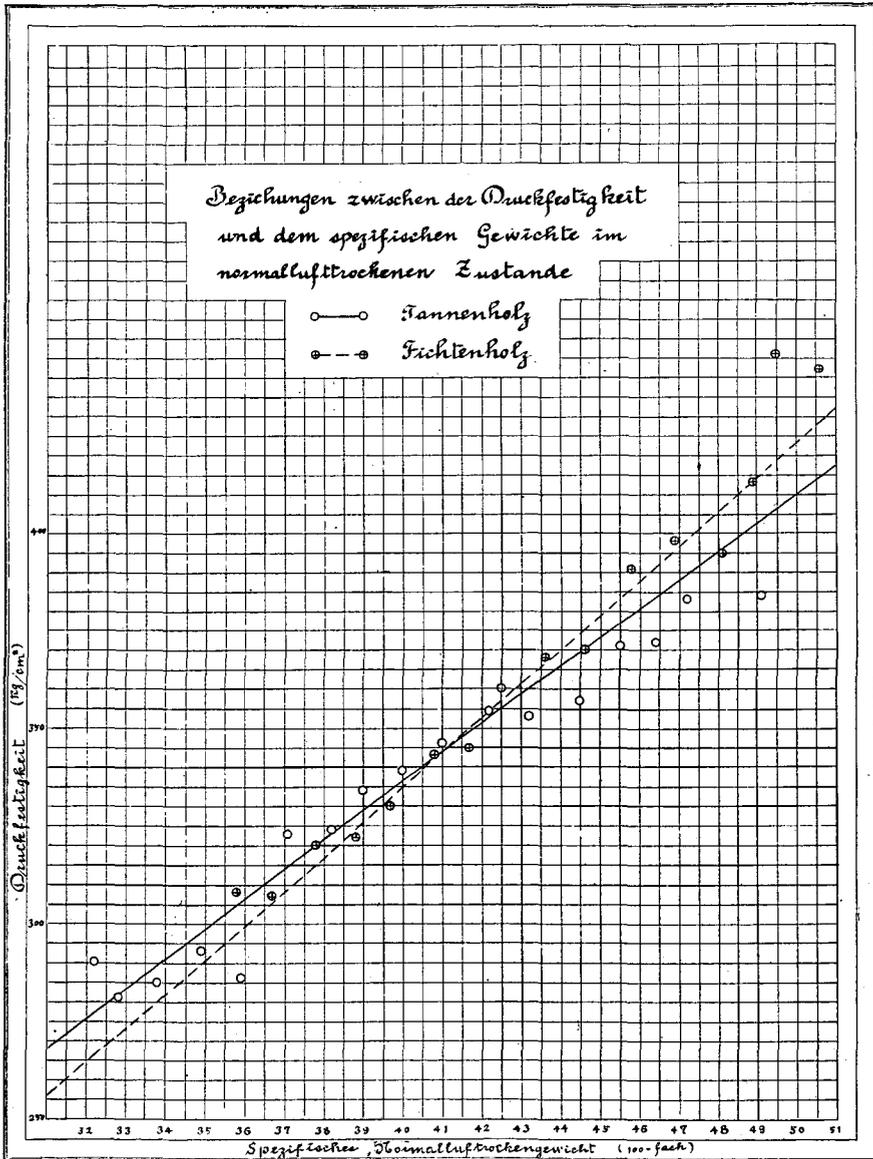


Fig. 9

einseitig bestimmten Linie ausdrückbar, nach ihm war die Linie je nach dem einzelnen Wuchsgebiet eine Gerade oder aber auch eine Parabel. In unserer vorhergehenden Untersuchung über das Tannenholz aus dem Teshio-Bezirk war die Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und dem spezifischen Gewicht in normallufttrockenem Zustande als eine quadratische Parabel vorausgesetzt worden und demnach die empirische Formel für diese Abhängigkeit festgestellt. In vorliegender Untersuchung wurde aber die lineare Art der Beziehung zwischen der Druckfestigkeit und dem spezifischen Gewicht (siehe Fig. 9) nicht von Anfang an als feststehend angenommen, sondern eine Gleichung, welche nach Einsetzen der Konstanten auch für verschiedene Linien geeignet war, wurde zweckmässiger Weise aufgestellt. Dieselbe hat die Form:

$$\begin{array}{l} y = a x^n \\ \text{beziehungsweise} \quad \beta_{15} = a s_{15}^n, \end{array}$$

wenn man mit s_{15} das spezifische Normallufttrockengewicht, mit β_{15} die zugehörige Druckfestigkeit bezeichnet und a und n die zu ermittelnden Konstanten vorstellen. Die Berechnung der Konstanten wurde mit den durchschnittlichen Zahlenwerten der reduzierten Druckfestigkeiten und spezifischen Gewichte der astfreien Würfel, die nach ihrem spezifischen Absoluttrockengewicht geordnet wurden, und mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt. Es ergeben sich folgende Werte:

$$\begin{array}{lll} \text{für Tannenholz} & a = 12.761 & n = 0.88674 \\ \text{„ Fichtenholz} & a = 6.971 & n = 1.04977 \end{array}$$

Durch Einsetzen dieser Konstanten in die Gleichung ergibt sich:

$$\begin{array}{ll} \text{für Tannenholz} & \beta_{15} = 12.761 s_{15}^{0.88674} \\ \text{„ Fichtenholz} & \beta_{15} = 6.971 s_{15}^{1.04977} \end{array}$$

In diesem Falle ist der Exponent von s_{15} beim Tannenholze geringer als 1 und beim Fichtenholze etwas grösser als 1. Im allgemeinen drückt der Exponent der Veränderliche in der Formel eine Krümmung der Linie aus, so dass für den Wert eines Exponenten von 1-2 die Linie konkav zur X-Achse, dagegen für denjenigen unter 1 konvex zur X-Achse verläuft und für den Fall, dass der Exponent 1 ist, eine gerade Linie bedeutet. Daher kann es als erwiesen gelten, dass die Beziehung der Druckfestigkeit zum spezifischen Normallufttrockengewicht bei beiden Holzarten sich durch eine einer Geraden fast annähernd gleiche Linie ausdrückt und die zunehmende Grösse der Druckfestigkeit je nach dem höheren spezifischen Normallufttrocken-

gewicht beim Tannenholze etwas geringer war als beim Fichtenholze, wie schon im vorigen Kapitel erwähnt ist.

Nach dieser empirischen Formel wurde die Druckfestigkeit für das spezifische Normallufttrockengewicht von je 1.00 bei jeder Holzart stufenweise berechnet und in folgender Tabelle (22) aufgestellt:

TABELLE 22

Druckfestigkeit (kg/cm. ²) Spezifisches Normalluft- trockengewicht (100-fach)	Holzart	
	Tanne	Fichte
31.0	268	256
32.0	276	265
33.0	283	274
34.0	291	282
35.0	299	291
36.0	306	300
37.0	314	309
38.0	321	317
39.0	329	326
40.0	336	335
41.0	344	344
42.0	351	353
43.0	358	361
44.0	366	370
45.0	373	379
46.0	380	388
47.0	388	397
48.0	395	406
49.0	402	415
50.0	410	423
51.0	417	432

9. Einfluss der Astverhältnisse auf die Druckfestigkeit

Da das spezifische Gewicht des Astholzes in jedem Falle höher als das des Stammholzes ist, so tritt ausnahmslos eine Erhöhung des spezifischen Gewichts unter dem Einfluss von Ästen ein. Um welchen Betrag sich das spezifische Gewicht des Holzkörpers infolge der Astverhältnisse gegenüber gleichartigem astfreien Holze vergrößert, das hängt natürlich ab von der Zahl, der Grösse und der Natur der im

Holze enthaltenen Astknoten und von der relativen Grösse der Probekörper. Wenn auch die Astigkeit auf die Druckfestigkeit des Holzes nicht immer einen gleichmässigen Einfluss auf das spezifische Gewicht ausübt, ist dennoch im allgemeinen die Druckfestigkeit des astigen Holzes infolge der Unterbrechung des regelmässigen Faserverlaufes kleiner als diejenige astfreier Probekörper; obschon übrigens die Druckfestigkeit des Astholzes an und für sich eine ungemein grosse ist. Es ist nämlich die Ursache einer Fehlerstelle, an welcher ein Bruch vorzeitig einsetzt, wie das überhaupt an jeder geschwächten Stelle des Holzes vorkommt. Für die Abnahme der Druckfestigkeit durch Störung des Faserverlaufes, die sich jeweils an ziemlich grossen Holzteilen infolge grösserer Äste äussert, liegt der Grund darin, dass die Faserrichtung des Holzes an dieser Stelle nicht in Übereinstimmung mit der Lastrichtung, beziehungsweise nicht parallel mit ihr steht, weil die höchste Druckfestigkeit am Holzkörper bei vollständig parallel zur Lastrichtung verlaufenden Fasern gefunden wird. Auch tritt diese Störung der Faserrichtung nicht allein beim Vorhandensein eines Astes auf, sondern sie kann sogar an vollkommen astfreien Probekörpern auftreten, denn dieselbe Jahrringsschicht des Baumes soll genau schräg zur Stammachse verlaufen und, infolge der Höhe und Fläche der Probe, welche bei der Beeinflussung der Druckfestigkeit eine Rolle spielt, bei genauer Ausformung der Probekörper eine grössere und kleinere Neigung der Faserrichtung zur Lastrichtung aufweisen.

Nach den Untersuchungen von I. WATANABE¹⁾ über die Beziehung zwischen Druckfestigkeit und Faserrichtung bei Fichtenholz aus Hokkaido, wurde die Veränderung der Druckfestigkeit durch den Neigungsgrad der Faser zur Lastrichtung mit einer einfachen Kurve dargestellt und zugleich erklärt, dass diese Veränderung innerhalb eines Neigungswinkels, der etwa kleiner als 5° ist, nicht so deutlich ausgedrückt war. Daher ist für die vorliegende Untersuchung zu beachten, dass die Faserrichtung aller astfreien Probekörper bei der Prüfung der Druckfestigkeit sich immer parallel zur Lastrichtung richtete, dagegen diejenige astiger Probekörper in irgend einem Teile mehr oder weniger Unterbrechungen der Faser zeigte. Folglich wurde die Druckfestigkeit des astigen Probekörpers zweifellos durch Störung der Faserrichtung stärker beeinflusst, welche bei der Mannigfaltigkeit und dem Wechsel

1) I. WATANABE hat die Untersuchungsergebnisse über diese Aufgabe als eine Abhandlung zur Erlangung eines akademischen Grades in der Kaiserlichen Hokkaido Universität herausgegeben.

der relativen Grösse des Probekörpers und der Grösse, Zahl, Art und Verteilung der Astknoten variierte.

Trotzdem der Probekörper bei meinen Untersuchungen möglichst rein aus dem Ast entnommen worden war, hatte doch eine Partie Probekörper noch kleinere und grössere Äste in sich enthalten. Damit lässt sich die Druckfestigkeit für astiges und astfreies Holz an zahlreichen Probekörpern vergleichen. Der durchschnittliche Wert dieser Eigenschaften für astige Würfel ist in nachstehender Tabelle (23) dargestellt :

TABELLE 23

Holzart	Stärke des Astes	Zahl der Würfel	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten	Spezifisches Lufttrockengewicht	Druckfestigkeit	Bemerkung
	cm		%	100-fach	kg/cm ²	
Tanne	unter 1.0	31	14.3	39.1	335	Nur ein Würfel enthielt einen über 1.0 cm großen Ast.
Fichte	unter 1.0	57	12.8	41.4	374	
	1.0-2.0	20	13.0	43.8	351	
	über 2.0	10	11.6	47.2	307	

Auch wurde die Druckfestigkeit der astfreien Würfel für den gleichen Feuchtigkeitsgehalt und das gleiche spezifische Lufttrockengewicht wie für die astigen beider Holzarten mit Hilfe der empirischen Formeln, wie schon erwähnt, berechnet und in nachstehender Tabelle (24) aufgestellt :

TABELLE 24

Holzart	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten	Spezifisches Lufttrockengewicht	Spezifisches Absoluttrockengewicht	Ideale Druckfestigkeit
	%	100-fach		kg/cm ²
Tanne	14.3	39.1	36.7	354
Fichte	12.8	41.4	38.7	397
	13.0	43.8	40.9	413
	11.6	47.2	44.6	486

Nach den obigen Tabellen beträgt die Druckfestigkeitsdifferenz zwischen astigen und astfreien Hölzern in absoluter Grösse und im Verhältnis zu der idealen Druckfestigkeit der einzelnen astfreien Hölzer folgende, in der Tabelle (25) angegebene Werte :

TABELLE 25

Holzart	Eigenschaften des astigen Holzes			Differenz der Druckfestigkeit zwischen astigem und astfreiem Holze	
	Stärke des Astes	Feuchtigkeitsprozentage	Spezifisches Lufttrockengewicht	in absoluter Grösse	im Verhältnis
	cm	%	100-fach	kg/cm ²	%
Tanne	unter 1.0	14.3	39.1	19	5.4
Fichte	unter 1.0	12.8	41.4	23	5.8
	1.0-2.0	13.0	43.8	62	15.0
	über 2.0	11.6	47.2	179	36.8

Die Unterschiede in der Druckfestigkeit zwischen astigen und astfreien Würfeln beider Holzarten, aber auch ihre beim Fichtenholze, je nach grösseren oder kleineren Ästen zu- beziehungsweise abnehmende Differenz ist deutlich darin ausgedrückt, wenn auch der Feuchtigkeitsgehalt in den einzelnen Astigkeitsstufen nicht ganz gleich war.

10. Die Druckfestigkeit bezüglich der Lage der Querschnitte zur Himmelsrichtung

Wir hatten schon in der vorhergehenden Untersuchung über Tannen aus dem Teshio-Bezirk von einem Zusammenhang zwischen der Lage des Querschnitts zur Himmelsrichtung und der Druckfestigkeit gesprochen. Nach jenen Ergebnissen war die Druckfestigkeit bei einem aus einem Südteile des Querschnitts entnommenen Probekörper etwa um 1% höher als diejenige des Nordteils und entsprechend war das Verhältnis der Ost- und Westteile; die Differenz der Druckfestigkeit hinsichtlich der vier Himmelsrichtungen war demnach sehr gering. W. F. EXNER¹⁾ und M. RUDELOFF²⁾ hatten in ihren Untersuchungen keine so

1) W. F. EXNER, Studien über das Rotbuchenholz. Wien 1875.

2) M. RUDELOFF, Bericht über die im Auftrage des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten ausgeführten Holzuntersuchungen. Berlin 1889.

deutliche Beziehungen zwischen der Lage des Querschnitts zur Himmelsrichtung und Druckfestigkeit gefunden, und G. JANKA hat keine Untersuchung über diese Aufgaben veröffentlicht, trotzdem er die technisch-mechanischen Eigenschaften der Nadelhölzer sehr genau erforscht hatte.

Wenn auch Untersuchungen über Abweichungen innerhalb der Druckfestigkeit je nach den vier Himmelsrichtungen keinen besonderen Wert vielleicht für uns haben mögen, so will ich doch hier über die mit dem Material aus dem Kitami-Bezirk erbrachten Ergebnisse einiges anführen, um den vorhergehenden Ergebnissen eine grössere Stütze zu verleihen.

Die Druckfestigkeit aller Probekörper, die nach den vier Himmelsrichtungen des Querschnitts, Norden, Osten, Süden und Westen von vornherein ausgeformt und entsprechender Weise mit a, b, c und d bezeichnet wurden, wird zugleich mit dem spezifischen Gewicht bei allen Probekörpern mit derselben Bezeichnung stammweise wie in den nachstehenden Tabellen (26 u. 27) zusammengefasst. Weiterhin sind die Abweichungen zwischen den Extremwerten in den Tabellen (28 u. 29) aufgestellt:

TABELLE 26

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Gewicht (100-fach)									
		in absoluttrockenem Zustande					in normallufttrockenem Zustande				
		a Nord	b Ost	c Süd	d West	Gesamt- querschnitt	a Nord	b Ost	c Süd	d West	Gesamt- querschnitt
Tanne	31	36.9	36.6	36.8	36.8	36.8	40.6	39.6	39.7	39.9	40.1
	32	37.3	37.1	37.5	37.0	37.3	40.7	40.1	40.4	39.7	40.1
	33	38.1	38.1	38.5	37.9	38.1	40.7	40.5	41.8	41.2	41.1
	34	33.0	33.3	32.4	33.3	33.0	35.4	35.9	34.5	35.7	35.3
	35	40.2	39.5	42.1	39.7	40.2	43.5	42.2	45.0	44.5	44.0
	36	35.3	35.5	38.0	35.8	36.1	38.8	39.8	40.4	39.6	39.0
	37	37.8	38.1	36.8	37.4	37.7	40.7	41.2	39.9	39.7	40.3
	38	36.1	36.0	34.9	35.6	35.7	38.9	37.8	37.8	39.1	38.3
	39	31.1	31.9	32.1	32.0	31.8	33.5	34.1	32.9	33.8	34.1
	40	33.8	34.7	34.4	33.7	34.2	36.3	37.6	36.8	36.7	36.9
	Mittel	36.0	36.1	36.4	35.9	36.1	38.9	38.9	39.0	39.0	38.9
Fichte	41	43.9	43.4	44.6	44.2	44.0	47.1	46.7	48.1	47.6	47.5
	42	37.5	37.9	37.5	37.4	37.5	41.1	40.7	41.9	40.9	41.3
	43	36.1	35.7	36.1	36.6	36.2	39.6	39.0	40.0	39.6	39.5
	44	38.9	38.9	40.4	39.7	39.7	42.4	41.8	44.0	43.6	42.9
	45	37.6	37.5	37.9	37.7	37.6	40.7	40.8	40.5	41.2	40.7
	46	33.4	33.1	34.1	33.0	33.5	36.0	36.5	38.6	36.5	36.6
	47	42.4	42.0	42.9	42.2	42.4	47.0	45.7	45.8	45.5	45.7
	48	41.8	41.3	41.5	41.7	41.6	45.7	43.7	45.0	46.6	45.2
	49	36.3	36.9	36.6	35.9	36.6	39.8	39.9	41.5	39.6	39.7
	50	35.9	36.2	36.8	36.2	36.3	39.4	39.1	40.0	39.0	39.3
	Mittel	38.4	38.3	38.8	38.5	38.5	41.9	41.4	42.5	42.0	41.8

TABELLE 27

Holzart	Nummer des Probestammes	Druckfestigkeit (kg/cm. ²)									
		in absoluttrockenem Zustande					in normallufttrockenem Zustande				
		a Nord	b Ost	c Süd	d West	Gesamt- querschnitt	a Nord	b Ost	c Süd	d West	Gesamt- querschnitt
Tanne	31	650	640	652	656	648	349	354	351	323	346
	32	661	647	639	647	648	350	334	347	317	336
	33	683	683	691	676	682	353	358	367	346	355
	34	537	535	527	549	537	305	283	300	288	294
	35	723	697	752	713	715	364	365	368	366	367
	36	596	619	620	626	614	325	330	326	331	327
	37	669	661	646	650	659	335	346	334	325	334
	38	640	615	608	629	624	349	334	329	317	333
	39	523	533	537	540	534	287	287	290	272	287
	40	573	590	563	574	578	294	317	319	390	303
	Mittel	626	622	624	626	624	331	331	333	318	328
Fichte	41	811	771	831	821	809	394	379	434	423	408
	42	636	618	637	622	627	336	369	350	354	353
	43	608	614	628	599	613	313	317	314	317	316
	44	673	659	730	707	695	350	362	381	367	365
	45	630	646	646	622	634	324	345	355	340	337
	46	569	551	549	529	552	315	298	310	304	308
	47	752	754	778	735	755	377	399	382	397	390
	48	749	725	760	734	743	362	369	360	380	372
	49	627	621	636	620	625	337	341	352	344	338
	50	606	600	646	608	616	321	319	368	322	325
	Mittel	666	656	684	660	667	343	350	361	355	351

TABELLE 28

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Gewicht													
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande						
		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz	
			100-fach	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	in abso- luter Größe		in Prozen- ten des Mittel- werts	100-fach	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl
Tanne	31	36.8	a	36.9	b	36.6	0.3	0.8	40.1	a	40.6	b	39.6	1.0	2.5
	32	37.3	c	37.5	d	37.0	0.5	1.3	40.1	a	40.7	d	39.7	1.0	2.5
	33	38.1	c	38.5	d	37.9	0.6	1.6	41.1	c	41.8	b	40.5	1.3	3.2
	34	33.0	b	33.3	c	32.4	0.9	2.7	35.3	b	35.9	c	34.5	1.4	4.0
	35	40.2	c	42.1	b	39.5	2.6	6.5	44.0	c	45.0	b	42.2	2.8	6.4
	36	36.1	c	38.0	a	35.3	2.7	7.5	39.0	c	40.4	a	38.8	1.6	4.1
	37	37.7	b	38.1	c	36.8	1.3	3.4	40.3	b	41.2	d	39.7	1.5	3.7
	38	35.7	a	36.1	c	34.9	1.2	3.4	38.3	d	39.1	b, c	37.8	1.3	3.4
	39	31.8	c	32.1	a	31.1	1.0	3.1	34.1	b	34.1	a	33.5	0.6	1.8
	40	34.2	b	34.7	d	33.7	1.0	2.9	36.9	b	37.6	a	36.3	1.3	3.5
Fichte	im Durch- schnitt	36.1	—	36.7	—	35.5	1.2	3.3	38.9	—	39.6	—	38.3	1.4	3.5
	41	44.0	c	44.6	b	43.4	1.2	2.7	47.5	c	48.1	b	46.7	1.4	2.9
	42	37.5	b	37.9	d	37.4	0.5	1.3	41.3	c	41.9	b	40.7	1.2	2.9
	43	36.2	d	36.6	b	35.7	0.9	2.5	39.5	c	40.0	b	39.0	1.0	2.5
	44	39.7	c	40.4	a, b	38.9	1.5	3.8	42.9	c	44.0	b	41.8	2.2	5.1
	45	37.6	c	37.9	b	37.5	0.4	1.1	40.7	d	41.2	c	40.5	0.7	1.7
	46	33.5	c	34.1	d	33.0	1.1	3.3	36.6	c	38.6	a	36.0	2.6	7.1
	47	42.4	c	42.9	b	42.0	0.9	2.1	45.7	a	47.0	d	45.5	1.5	3.3
	48	41.6	a	41.8	b	41.3	0.5	1.2	45.2	d	46.6	b	43.7	2.9	6.4
	49	36.6	b	36.9	d	35.9	1.0	2.7	39.7	c	41.5	d	39.6	1.9	4.8
	50	36.3	c	36.8	a	35.9	0.9	2.5	39.3	c	40.0	d	39.0	1.0	2.5
im Durch- schnitt	38.5	—	39.0	—	38.1	0.9	2.3	41.8	—	42.0	—	41.3	1.6	3.9	

TABELLE 29

Holzart	Nummer des Probestammes	Druckfestigkeit													
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande						
		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz	
			Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	in abso- luter Größe	in Prozen- ten des Mittel- werts		Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	Bezeichnung des Probekörpers	Abso- lute Zahl	in abso- luter Größe	in Prozen- ten des Mittel- werts
kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	%	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	kg/cm. ²	%		
Tanne	31	648	d	656	b	640	16	2.5	346	b	354	d	323	31	9.0
	32	648	a	661	c	639	22	3.4	336	a	350	d	317	33	9.8
	33	682	c	691	d	676	15	2.2	355	c	367	d	346	21	5.9
	34	537	d	549	c	527	22	4.1	294	a	305	b	283	22	7.5
	35	715	c	752	b	697	55	7.7	367	c	368	a	364	4	1.1
	36	614	d	626	a	596	30	4.9	327	d	331	c	326	5	1.5
	37	659	a	669	c	646	23	3.5	334	b	346	d	325	21	6.3
	38	624	a	640	c	608	32	5.1	333	a	349	d	317	32	9.6
	39	534	d	540	a	523	17	3.2	287	c	290	d	272	18	6.3
	40	578	b	590	c	563	27	4.7	303	c	319	d	290	29	9.6
	im Durch- schnitt	624	—	637	—	612	26	4.1	328	—	338	—	316	22	6.7
Fichte	41	809	c	831	b	771	60	7.4	408	c	434	b	379	55	13.5
	42	627	c	637	b	618	19	3.0	353	b	369	a	336	33	9.3
	43	613	c	628	d	599	29	4.7	316	b	317	a	313	4	1.3
	44	695	c	730	b	659	71	10.2	365	c	381	a	350	31	8.5
	45	634	b, c	646	d	622	24	3.8	337	c	355	a	324	31	9.2
	46	552	a	569	d	529	40	7.2	308	a	315	b	298	17	5.5
	47	755	c	778	d	735	43	5.7	390	b	399	a	377	22	5.6
	48	743	c	760	b	725	35	4.7	372	d	380	c	360	20	5.4
	49	625	c	636	d	620	16	2.6	338	c	352	a	337	15	4.4
	50	616	c	646	b	600	46	7.5	325	c	368	b	319	49	15.1
		im Durch- schnitt	667	—	686	—	648	38	5.7	351	—	367	—	339	28

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 85

Nach Betrachtung dieser Tabellen wird klar, dass das höchste spezifische Gewicht beider Holzarten am südteiligen Holze und das geringste am westteiligen Holze eintritt, jedoch sind die Extremwerte der Druckfestigkeit teilweise nicht immer so deutlich als das spezifische Gewicht. Die Bezeichnungen der Probekörper, deren Druckfestigkeit sich nach den Himmelsrichtungen getrennt hatte, lauteten folgendermassen:

für den maximalen Wert bei absoluttrockenem Tannenholze a od. d,
 „ „ minimalen „ „ „ „ b,
 „ „ maximalen „ „ normallufttrockenem „ c,
 „ „ minimalen „ „ „ „ d,
 und entsprechend

für den maximalen Wert bei absoluttrockenem Fichtenholze c,
 „ „ minimalen „ „ „ „ d,
 „ „ maximalen „ „ normallufttrockenem „ c,
 „ „ minimalen „ „ „ „ a.

Die Differenzen zwischen den Extremwerten betragen nach dieser Reihenfolge je 4, 15, 28 und 18 kg/cm². Daher wird deutlich, dass die Lage des Querschnitts zur Himmelsrichtung auf die Druckfestigkeit beim Tannen- und Fichtenholze im allgemeinen ohne Einfluss war und sich lediglich ein wenig bezüglich des spezifischen Gewichts äusserte.

Nach Betrachtung der in den Tabellen (28 u. 29) angegebenen Abweichungen der spezifischen Gewichte und Druckfestigkeiten von den vier Himmelsrichtungen bei allen Probestämmen, ergab sich beim Tannenholze

eine Abweichung des spezifischen Absoluttrockengewichts um 3.3%,
 „ „ „ „ Normallufttrockengewichts „ 3.5%,
 beim Fichtenholze dagegen

eine Abweichung des spezifischen Absoluttrockengewichts um 2.3%,
 „ „ „ „ Normallufttrockengewichts „ 3.9%,
 ausserdem beim Tannenholze

eine Abweichung der Druckfestigkeit in absoluttrockenem Z. um 4.1%,
 „ „ „ „ in normallufttrockenem Z. „ 6.7%,
 beim Fichtenholze aber

eine Abweichung der Druckfestigkeit in absoluttrockenem Z. um 5.7%,
 „ „ „ „ in normallufttrockenem Z. „ 7.8%.

Es findet also beim spezifischen Gewicht keine so beträchtliche

Differenz in der Abweichung statt wie bei der Druckfestigkeit, deren Extremwerte nicht immer bei gleich bezeichneten Probekörpern lagen.

Wegen dieser unbestimmten, grösseren Abweichung der Druckfestigkeit wurde wohl die Druckfestigkeitsdifferenz bezüglich der Lage des Querschnitts zur Himmelsrichtung, wie oben erwähnt, fast gar nicht ausgedrückt, trotzdem nur beim spezifischen Gewicht eine kleine Differenz und eine etwas regelmässige Reihenfolge der vier Holzteile der Querschnitte aller Probestämme gefunden wurde. Wenn angenommen werden kann, dass die ideale Druckfestigkeit infolge des spezifischen Gewichts regelmässig schwankt, wie oben erwähnt, dagegen die einzelne, wirkliche Druckfestigkeit mit ziemlich grosser Abweichung durch einen unsichtbaren, unvermeidlichen Holzfehler beeinflusst wird, so kann die nur sehr wenig höhere Druckfestigkeit vor allem bei südteiligem Holze für die Tanne und Fichte aus dem Kitami-Bezirk als ebenso erwiesen gelten als für die Tanne aus dem Teshio-Bezirk.

11. Die Beziehungen zwischen Druckfestigkeit und Höhe der Stammteile über dem Boden

Wie die Druckfestigkeit auf das aus verschiedener Höhe des Stammteiles entnommene Holz einwirkt, ist trotz der Vorarbeiten von K. MIKOLASCHKE,¹⁾ J. BAUSCHINGER,²⁾ A. HADEK und G. JANKA³⁾ noch nicht genügend festgestellt. H. BERTOĞ⁴⁾ hatte in seiner Untersuchung angegeben, dass das spezifische Gewicht im allgemeinen mit steigender Höhe des Stammteiles über dem Boden zunimmt, aber dennoch keinen regelmässigen Zusammenhang dabei zu erkennen vermocht. Ebenso hatten HADEK und JANKA über ähnliche Ergebnisse nicht allein für das spezifische Gewicht, sondern auch für die Druckfestigkeit des Fichtenholzes aus Südtirol berichtet. Unsere vorhergehenden Untersuchungen über das Tannenholz aus dem Teshio-Bezirk haben auch für das Verhältnis zwischen der Höhe des Stammteiles über dem Boden und der

1) K. MIKOLASCHKE, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Band II, Heft I. Wien 1879.

2) J. BAUSCHINGER, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit von Fichten- und Kiefern-Bauhölzern: Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule in München. 1883 und 1887.

3) A. HADEK und G. JANKA, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer, I, Fichte Südtirols. Wien 1900.

4) H. BERTOĞ, Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weissstanne und Fichte: Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, IV, 5. München 1895.

Druckfestigkeit nicht immer ein gesetzmässiges Ergebnis erwiesen, es konnte aber immerhin festgestellt werden, dass die Druckfestigkeit mit einigen Ausnahmen bei steigender Höhe der Stammteile sich so gleichmässig ändert, dass sie zuerst von unten bis zum Kronenansatz abnahm, innerhalb der Kronenpartie zunächst allmählich zu- und zuletzt von dem die höchste Druckfestigkeit ausdrückenden Stammteile an wieder abnahm. Auf alle Fälle ist aber die Beziehung der Druckfestigkeit zur Höhe am Stamme über dem Boden noch jetzt nicht deutlich festgestellt, da die Untersuchungen über Eigenschaften des Holzes nicht nur nicht allein zum Erweis dieser Beziehung durchgeführt wurden, sondern auch zugleich sonstigen, verschiedenen Zwecken dienen mussten.

Ich will hier das Verhältnis der Druckfestigkeit zur Höhe am Stammteile über dem Boden bei Probewürfeln und -platten von Tannen- und Fichtenholz aus dem Kitami-Bezirk näher zu beleuchten suchen, welche aus Stammteilen aus einer Höhe von 1.3, 5.3, 9.3, 13.3, 17.3 und 21.3 m über dem Boden entnommen wurden. Die durchschnittlichen spezifischen Gewichte und Druckfestigkeiten sowie ihre Extremwerte und ihre Abweichungen sind bei allen Probestämmen nach ihrer Höhe am Stammteile über dem Boden beziehungsweise nach den betreffenden Probescheiben in den nachstehenden Tabellen (30, 31, 32 u. 33) aufgestellt:

TABELLE 30

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Gewicht (100-fach)													
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande						
		I 1.3 m	II 5.3 m	IV 9.3 m	V 13.3 m	VI 17.3 m	VII 21.3 m	Mittel	I 1.3 m	II 5.3 m	IV 9.3 m	V 13.3 m	VI 17.3 m	VII 21.3 m	Mittel
Tanne	31	39.8	36.6	35.6	35.3	36.9	36.3	36.8	43.1	39.1	39.0	38.5	39.7	40.9	40.1
	32	39.9	36.2	37.0	36.3	36.6	37.5	37.3	43.3	39.3	39.7	39.0	38.8	40.6	40.1
	33	39.2	38.2	38.2	36.3	37.5	39.0	38.1	42.3	41.3	40.0	39.8	40.6	42.4	41.1
	34	34.9	32.6	32.0	33.0	32.8	32.5	33.0	37.8	34.0	34.0	35.1	35.3	35.3	35.3
	35	41.7	39.0	37.8	40.8	41.7	—	40.2	45.7	41.8	41.5	45.5	45.4	—	44.0
	36	34.1	36.6	35.6	35.4	37.0	38.1	36.1	35.8	39.1	38.1	39.4	39.6	42.1	39.0
	37	37.1	36.0	36.8	38.0	38.2	39.9	37.7	39.0	38.7	39.1	40.6	41.0	43.2	40.3
	38	36.7	34.7	34.6	35.8	36.7	—	35.7	39.8	37.5	37.5	37.4	39.3	—	38.3
	39	31.6	30.6	30.7	32.4	33.8	—	31.8	33.6	32.6	33.3	34.6	36.4	—	34.1
	40	34.4	32.4	33.2	34.5	34.8	36.0	34.2	36.5	34.8	36.0	37.5	37.9	38.6	36.9
		Durchschnitt	36.9	35.3	35.2	35.8	36.6	37.0	36.1	39.7	37.8	37.8	38.7	39.4	40.4
Fichte	41	42.4	45.8	45.6	45.2	41.9	43.2	44.0	46.2	49.4	49.1	48.5	45.6	46.1	47.5
	42	36.9	37.5	37.3	36.5	38.3	38.6	37.5	—	41.1	42.6	40.2	41.1	41.5	41.3
	43	35.2	37.1	35.7	35.6	36.3	37.0	36.2	38.2	40.5	—	—	39.4	40.0	39.5
	44	38.4	39.6	38.2	38.5	39.7	43.5	39.7	41.5	42.4	41.5	41.3	44.7	45.8	42.9
	45	37.8	36.5	37.3	37.3	38.1	38.8	37.6	40.8	39.7	—	40.4	41.0	41.6	40.7
	46	34.7	33.1	32.6	32.9	34.3	—	33.5	37.7	36.3	35.7	35.8	37.7	—	36.6
	47	—	42.3	42.3	41.8	41.7	43.7	42.4	—	—	44.1	46.1	45.9	46.7	45.7
	48	39.4	40.3	41.5	42.2	41.8	44.5	41.6	43.3	—	44.7	46.5	43.7	47.9	45.2
	49	37.1	36.0	36.2	36.3	36.2	37.5	36.6	39.0	39.3	39.3	39.8	39.9	41.1	39.7
	50	35.6	36.1	36.1	36.6	36.1	37.4	36.3	39.0	38.8	39.2	39.5	39.5	39.9	39.3
		Durchschnitt	37.5	38.3	38.3	38.3	38.4	40.5	38.5	40.7	40.9	42.0	42.0	41.9	43.4

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 89

TABELLE 31

Holzart	Nummer des Probestammes	Druckfestigkeit (kg/cm. ²)													
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande						
		I 1.3 m	II 5.3 m	IV 9.3 m	V 13.3 m	VI 17.3 m	VII 21.3 m	Mittel	I 1.3 m	II 5.3 m	IV 9.3 m	V 13.3 m	VI 17.3 m	VII 21.3 m	Mittel
Tanne	31	716	646	639	643	639	602	648	348	349	341	339	362	337	346
	32	712	642	635	636	636	626	648	359	334	337	337	330	321	336
	33	715	684	673	654	679	687	682	366	361	347	348	343	364	355
	34	585	514	518	534	534	537	537	306	288	296	279	297	295	294
	35	759	677	684	740	713	—	715	364	349	346	385	389	—	367
	36	597	584	619	634	639	609	614	319	312	328	330	333	340	327
	37	619	632	643	672	693	694	659	329	322	333	339	347	334	334
	38	667	591	595	613	655	—	624	329	326	329	335	344	—	333
	39	517	512	520	549	570	—	534	287	274	275	292	305	—	287
	40	565	531	561	591	597	620	578	303	287	300	302	305	322	303
	Durchschnitt	645	601	609	627	636	625	624	331	320	323	329	336	330	328
Fichte	41	781	867	855	821	766	762	809	394	412	430	412	397	405	408
	42	637	644	608	612	620	638	627	—	344	339	384	346	352	353
	43	602	633	618	596	624	602	613	311	328	—	—	332	292	316
	44	666	713	681	684	693	735	695	350	369	348	349	386	386	365
	45	648	609	598	670	644	637	634	346	347	—	337	321	333	337
	46	581	555	541	527	557	—	552	299	308	308	313	312	—	308
	47	—	767	743	757	744	762	755	—	—	388	389	391	390	390
	48	704	725	743	756	744	785	743	367	—	356	397	370	372	372
	49	602	631	630	634	604	649	625	315	342	336	354	335	348	338
	50	608	627	614	612	614	618	616	309	335	338	322	337	310	325
		Durchschnitt	648	677	663	667	661	688	667	336	348	355	362	353	354

TABELLE 32

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Gewicht													
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande						
		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz	
			Nummer der Probescbeibe	Abso- lute Zahl	Nummer der Probescbeibe	Abso- lute Zahl	in abso- luter Größe	in Prozen- ten des Mittel- wertes		Nummer der Probescbeibe	Abso- lute Zahl	Nummer der Probescbeibe	Abso- lute Zahl	in abso- luter Größe	in Prozen- ten des Mittel- wertes
100- fach	100- fach	100- fach	100- fach	100- fach	%	100- fach	100- fach	100- fach	100- fach	100- fach	%				
Tanne	31	36.8	I	39.8	V	35.3	4.5	12.2	40.1	I	43.1	V	38.5	4.6	11.5
	32	37.3	I	39.9	II	36.2	3.7	9.9	40.1	I	43.3	VI	38.8	4.5	11.2
	33	38.1	I	39.2	V	36.3	2.9	7.6	41.1	VII	42.4	V	39.8	2.6	6.3
	34	33.0	I	34.9	IV	32.0	2.9	8.8	35.3	I	37.8	II, IV	34.0	3.8	8.4
	35	40.2	I, VI	41.7	IV	37.8	3.9	9.7	44.0	I	45.7	IV	41.5	4.2	9.5
	36	36.1	VII	38.1	I	34.1	4.0	11.1	39.0	VII	42.1	I	35.8	6.3	16.2
	37	37.7	VII	39.9	II	36.0	3.9	10.3	40.3	VII	43.2	II	38.7	4.5	11.2
	38	35.7	I, VI	36.7	IV	34.6	2.1	5.9	38.3	I	39.8	V	37.4	2.4	6.3
	39	31.8	VI	33.8	II	30.6	3.2	10.1	34.1	VI	36.4	II	32.6	3.8	11.1
	40	34.2	VII	36.0	II	32.4	3.6	10.5	36.9	VII	38.6	II	34.8	3.8	10.3
	Mittel	36.1	—	38.0	—	34.5	3.5	9.6	38.9	—	41.2	—	37.2	4.0	10.2
Fichte	41	44.0	II	45.8	VI	41.9	3.9	8.9	47.5	II	49.4	VI	45.6	3.8	8.0
	42	37.5	VII	38.6	V	36.5	2.1	5.3	41.3	IV	42.6	V	40.2	2.4	5.8
	43	36.2	II	37.1	I	35.2	1.9	5.2	39.5	II	40.5	I	38.2	2.3	5.8
	44	39.7	VII	43.5	IV	38.2	5.3	13.4	42.9	VII	45.8	V	41.3	4.5	10.5
	45	37.6	VII	38.8	II	36.5	2.3	6.1	40.7	VII	41.6	II	39.7	1.9	4.7
	46	33.5	I	34.7	IV	32.6	2.1	6.3	36.6	I, VI	37.7	IV	35.7	2.0	5.5
	47	42.4	VII	43.7	VI	41.7	2.0	4.7	45.7	VII	46.7	IV	44.1	2.6	5.7
	48	41.6	VII	44.5	I	39.4	5.1	12.3	45.2	VII	47.9	I	43.3	4.6	10.2
	49	36.6	VII	37.5	II	36.0	1.5	4.1	39.7	VII	41.1	I	39.0	2.1	5.3
	50	36.3	VII	37.4	I	35.6	1.8	5.0	39.3	VII	39.9	II	38.8	1.1	2.8
		Mittel	38.5	—	40.2	—	37.4	2.8	7.1	41.8	—	43.3	—	40.6	2.7

TABELLE 33

92

Holzart		Druckfestigkeit														
		in absoluttrockenem Zustande							in normallufttrockenem Zustande							
		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz		Mittel	Maximum		Minimum		Differenz		
			kg/cm ²	Nummer der Probescheibe	Abso- lute Zahl	kg/cm ²	Nummer der Probescheibe	Abso- lute Zahl		kg/cm ²	in abso- luter Größe	in Prozen- ten des Mittel- wertes	kg/cm ²	Nummer der Probescheibe	Abso- lute Zahl	kg/cm ²
Tanne	31	648	I	716	VII	602	114	17.6	346	IV	362	VII	337	25	7.2	
	32	648	I	712	IV	635	77	11.9	336	I	359	VII	321	38	11.3	
	33	682	I	715	V	654	61	8.9	355	I	366	VI	343	23	6.5	
	34	537	I	585	II	514	71	13.2	294	I	306	V	279	27	9.2	
	35	715	I	759	II	677	82	11.5	367	VI	389	IV	346	43	11.7	
	36	614	VI	639	II	584	55	9.0	327	VII	340	II	312	28	8.6	
	37	659	VII	694	I	619	75	11.4	334	VI	347	II	322	25	7.5	
	38	624	I	667	II	591	76	12.2	333	VI	344	II	326	18	5.4	
	39	534	VI	570	II	512	58	10.9	287	VI	305	II	274	31	10.8	
	40	578	VII	620	II	531	89	15.4	303	VI	305	II	287	18	5.9	
	Mittel	624	—	668	—	592	76	12.2	328	—	542	—	315	28	8.4	
Fichte	41	809	II	867	VII	762	105	13.0	408	IV	430	I	394	36	8.8	
	42	627	II	644	IV	608	36	5.7	353	V	384	IV	339	45	12.7	
	43	613	II	633	V	596	37	6.0	316	VI	332	VII	292	40	12.7	
	44	695	VII	735	I	666	69	9.9	365	VI, VII	386	IV	348	38	10.4	
	45	634	V	670	IV	598	72	11.4	337	II	347	VI	321	26	7.7	
	46	552	I	581	V	527	54	9.8	308	V	313	I	299	14	4.5	
	47	755	II	767	IV	743	24	3.2	390	VI	391	IV	388	3	0.8	
	48	743	VII	785	I	704	81	10.9	372	V	397	IV	356	41	11.0	
	49	625	VII	649	I	602	47	7.5	338	V	354	I	315	39	11.5	
	50	616	II	627	I	608	19	3.1	325	IV	338	I	309	29	8.9	
	Mittel	667	—	696	—	641	54	8.1	351	—	367	—	336	31	8.9	

Masayuki Ohsawa

Nach den Tabellen 32 und 33 zeigt sich die relative Abweichungsgrösse zwischen den Extremwerten bei Scheiben von demselben Stamme wie folgend: sie beträgt für das spezifische Gewicht

bei plattenförmigen Tannen-Proben in absoluttrockenem Z.	9.6%
„ würfelförmigen „ in normallufttrockenem Z.	10.2%
„ plattenförmigen Fichten-Proben in absoluttrockenem Z.	7.1%
„ würfelförmigen „ in normallufttrockenem Z.	6.4%

und für die Druckfestigkeit

bei plattenförmigen Tannen-Proben in absoluttrockenem Z.	12.2%
„ würfelförmigen „ in normallufttrockenem Z.	8.4%
„ plattenförmigen Fichten-Proben in absoluttrockenem Z.	8.1%
„ würfelförmigen „ in normallufttrockenem Z.	8.9%

Die Nummer der Stammscheibe beziehungsweise die Höhe der Stammteile über dem Boden, welche den maximalen und minimalen Werten der Eigenschaften entsprechen, war bei allen Probestämmen immer unbestimmt. Wenn man die Abweichungen beider Holzarten vergleicht, so kann man im allgemeinen betreffend der Höhe an demselben Stammteile beim Fichtenholze geringere Abweichungen als beim Tannenholze erkennen. Das bedeutet wohl beim Fichtenholze eine geringere Veränderung der Holzqualität an demselben Stamme als beim Tannenholze.

Um zunächst die Druckfestigkeit des Holzes bezüglich der Höhe am Stammteile über dem Boden noch klarer zu machen, möge das Diagramm in Fig. 10 dienen, worin die Höhe am Stammteile über dem Boden als Abszisse, die betreffende Druckfestigkeit als Ordinate angenommen und die entsprechenden Punkte bei jedem einzelnen Stamme verbunden wurden. Aus diesem Diagramm ergibt sich folgendes:

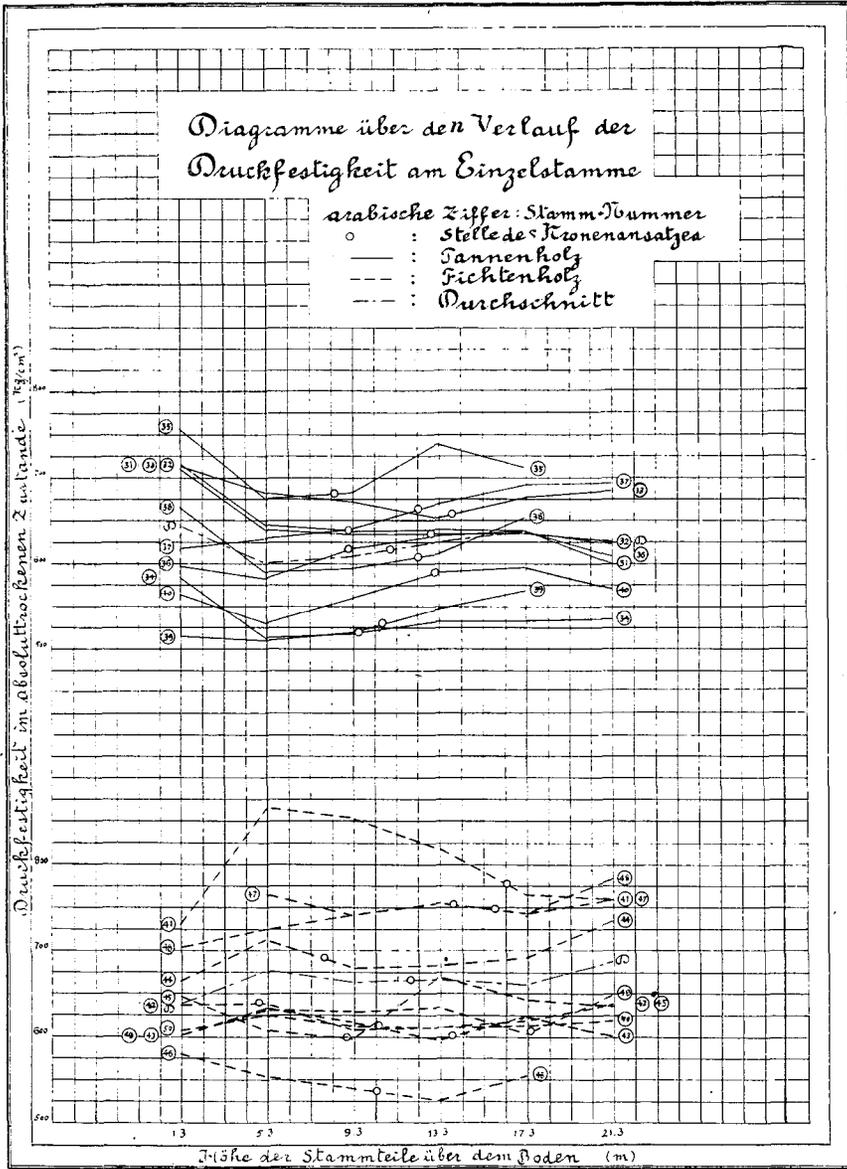


Fig. 10

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Eichtenhölzer 95

Tanne			Fichte				
Nummer der Probe-scheibe	Nummer der Probe-scheibe	Bemerkungen	Nummer der Probe-scheibe	Nummer der Probe-scheibe	Bemerkungen		
I	>	II	mit Ausnahme von Stamm Nr. 37	I	<	II	mit Ausnahme der Stämme Nr. 45 u. 46
II	<	IV	mit Ausnahme der Stämme Nr. 31, 32 u. 33	II	>	IV	mit Ausnahme von Stamm Nr. 48
IV	<	V	mit Ausnahme von Stamm Nr. 33	IV	<	V	mit Ausnahme der Stämme Nr. 42, 43 u. 46
V	<	VI	zutreffende Stämme Nr. 33, 36, 37, 38 39 u. 40	V	<	VI	zutreffende Stämme Nr. 42, 43, 44, 46 u. 50
V	>	VI	zutreffende Stämme Nr. 31 u. 35	V	>	VI	zutreffende Stämme Nr. 41, 45, 47, 48 u. 49
V	=	VI	zutreffende Stämme Nr. 32 u. 34	VI	<	VII	zutreffende Stämme Nr. 42, 44, 47, 48 49 u. 50
VI	<	VII	zutreffende Stämme Nr. 33, 34, 37 u. 39	VI	>	VII	zutreffende Stämme Nr. 41, 43 u. 45
VI	>	VII	zutreffende Stämme Nr. 31, 32 u. 36				

Eine Druckfestigkeitsveränderung nach der Höhe am Stammteile trat jedoch nicht immer gleichmässig bei allen Stämmen hervor. Nach Beachtung der oben erwähnten, verschiedenen Tatsachen lässt es sich immerhin annehmen, dass im allgemeinen sowohl das spezifische Gewicht als die Druckfestigkeit mit einer geringfügigen Unterbrechung von unten nach oben steigt, und zwar beim Tannenholze zuerst unter dem Kronenansatz des Stammes ab- und danach mit steigender Höhe über dem Boden, ähnlich wie bei den Tannen aus dem Teshio-Bezirk,

zunimmt, dagegen beim Fichtenholze unbeschadet des Kronenansatzes meistens mit steigender Höhe anwächst. Das Verhältnis zum spezifischen Gewicht zeigte sich etwas regelmässiger als das zur Druckfestigkeit.

Ein solches Ansteigen des spezifischen Gewichts und der Druckfestigkeit wird wohl teilweise auf die grössere Festigkeit des im höheren Alter erzeugten Holzes zurückzuführen sein. Ein weiterer Grund wird vielleicht in der Entstehung unvermeidlicher Holzfehler, wie Harzgalle und Rotholz, in der Ausformung des Probekörpers und in den Wachstumsverhältnissen des Baumes, seinem Standort und der Bewirtschaftung des Waldes liegen, welche Einflüsse auf spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit wohl erst noch genauerer Prüfung unterzogen werden müssen.

12. Beziehungen der Druckfestigkeit zu den Jahrringen

Es ist schon allgemein experimentell bekannt, dass spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit des Nadelholzes mit dem Sinken der Jahrringsbreite beziehungsweise mit mehrerer Jahrringslängen innerhalb einer einheitlichen Querfläche von 1 cm² steigen sollen, solange sie übrigens nicht allzu schmall sind, und es ist auch nach den Untersuchungen über die österreichischen Fichtenhölzer von G. JANKA¹⁾ erklärlich, dass die Holzqualitäten der Nadelhölzer infolge des in einem einheitlichen Querschnitt enthaltenen grösseren Spätholzanteils besser sind. Wir haben schon ebenso den Einfluss des Jahrrings auf spezifisches Gewicht und Druckfestigkeit beim Tannenholze aus dem Teshio-Bezirk nachgewiesen. Nun will ich in vorliegender Untersuchung insbesondere das Verhältnis des spezifischen Gewichts und der Druckfestigkeit in Bezug auf die Jahrringe an Probekörpern der Tanne und Fichte aus dem Kitami-Bezirk untersuchen.

Diesem Zwecke möge nachstehende Tabelle (34) dienen, worin die durchschnittlichen spezifischen Gewichte und Druckfestigkeiten der in absoluttrockenem Zustande geprüften, zahlreichen astfreien Probestellen bei beiden Holzarten—nach Abstufung der Jahrringsbreite von je 0.5 mm geordnet—aufgestellt sind:

1) G. JANKA, Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes, II. Technologischer Teil: Centralblatt für das gesamte Forstwesen, XXVIII. 8. u. 9. Wien 1902.

TABELLE 34

Holzart	Stufen der Jahrringsbreite	Durchschnittliche Jahrringsbreite	Spezifisches Trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Zahl der Probekörper
	mm	mm	100-fach	kg/cm ²	
Tanne	unter 1.50	1.35	36.5	645	18
	1.51-2.00	1.75	37.9	672	35
	2.01-2.50	2.29	36.9	639	60
	2.51-3.00	2.76	35.5	610	56
	3.01-3.50	3.19	34.9	589	31
	über 3.50	3.93	31.8	536	16
Fichte	unter 1.50	1.30	43.1	788	26
	1.51-2.00	1.80	40.0	706	41
	2.01-2.50	2.27	38.0	660	56
	2.51-3.00	2.73	37.5	649	55
	3.01-3.50	3.19	37.0	616	26
	über 3.50	3.75	34.1	549	10

So hat es sich auch in diesem Falle schon wie so oft gezeigt, dass das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit mit zunehmender Jahrringsbreite bei beiden Holzarten abnimmt, übrigens mit Ausnahme für eine Stufe schmalster Jahrringsbreite beim Tannenholze. Vergleicht man die Verhältnisse zwischen dem Tannen- und Fichtenholze, so kann man erkennen, dass das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit für jede einzelne Stufe von gleicher Jahrringsbreite beim Fichtenholze grösser als beim Tannenholze ist, trotzdem die durchschnittliche Jahrringsbreite einzelner Stufen bei beiden Holzarten fast gleich erscheint. Wenn man weiter dieses Verhältnis bei der Fichte aus dem Kitami-Bezirk mit demjenigen der österreichischen Fichtenhölzer, die wir aus den Untersuchungen von G. JANKA¹⁾ kennen, woraus die betreffenden Zahlenwerte im folgenden entnommen worden sind, vergleicht, so kann man zu auffallend ähnlichen Ergebnissen zwischen der Hokkaido-Fichte (*Picea jezoensis*) und der österreichischen Fichte (*Picea exelsa*) gelangen.

1) G. JANKA, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer, III., 1909: Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXXV.

Stufen der Jahrrings- breite (mm)	Mittlere Jahrrings- breite (mm)	Spezifisches Absoluttrocken- gewicht (100-fach)	Druckfestig- keit (kg/cm ²)
1.5-2.0	1.762	40.16	708.5
2.0-2.5	2.250	38.88	666.2
2.5-3.0	2.740	38.36	647.0
3.0-3.5	3.245	37.02	622.0

Diese Ähnlichkeiten zwischen den zwei Untersuchungsergebnissen über Druckfestigkeit von JANKA und mir sind überdies unabhängig voneinander entstanden, was daher einer gewissen Bedeutung für die forstwissenschaftliche Forschung nicht entbehrt.

13. Druckfestigkeit des Rotholzes

Rotholz entsteht bei Nadelhölzern bekanntlich an solchen Stämmen, welche durch irgend eine ständig wirkende Kraft einseitig gebogen werden, und bei denen unregelmässiger Flächenzuwachs sich als physiologische Folge einstellt, wobei auf der einen Seite grössere und der anderen kleinere Jahrringsbreiten gebildet werden. Die breitringigen, Rotholz enthaltenden Seiten der Nadelhölzer nennt man Druckseiten oder harte Seiten und die gegenüber liegenden, engringigen Zug- oder weiche Seiten. Im allgemeinen soll daher das Druckholz einen breiteren Spätholzteil und grösseres spezifisches Gewicht als das gegenseitige Weichholz besitzen. Diese Aufgaben, die das Rotholz besonders seine Holzqualität stellt, sind bereits bei verschiedenen Holzarten in Deutschland und Österreich genauer untersucht worden, dagegen besitzen wir noch keine eingehenderen Untersuchungen über Rotholz der Hokkaido-Tannen und -Fichten. Leider kann ich hier auch keine genauen Untersuchung bieten, da ich von vornherein das Probehholz nicht zu diesem Zweck, sondern mit Rücksicht auf verhältnismässig normales Wachstum ausgewählt hatte. Da aber von zahlreichen Probestücken Rotholz enthaltende Probehölzer sich mehr oder weniger vorfanden, so will ich an dieser Stelle die Druckfestigkeit bei Rotholz der Tanne und Fichte aus dem Kitami-Bezirk nur kurz streifen.

Die durchschnittlichen Jahrringsbreiten, spezifischen Gewichte und Druckfestigkeiten der an der Druckseite und Zugseite gelegenen Probestücke der Tanne und Fichte sind in der nachstehenden Tabelle (35) zusammengestellt, wobei die rotholzigen Teile in Probestücken von über 20% im Querschnitt vorlagen.

TABELLE 35

Holzart	Absoluter Wert oder Verhältniszahl	Druckseite				Zugseite				Zahl der Probekörper
		Jahrringsbreite	Spezifisches Trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Jahrringsbreite	Spezifisches Trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	
		cm	100-fach	kg/cm ²		cm	100-fach	kg/cm ²		
Tanne	Absoluter Wert	0.231	38.6	651	16.86	0.214	36.6	642	17.55	13
	Verhältniszahl	108.0	105.5	101.4	96.1	100.0	100.0	100.0	100.0	13
Fichte	Absoluter Wert	0.227	39.3	654	16.62	0.214	35.0	685	17.53	14
	Verhältniszahl	106.1	100.8	95.5	94.8	100.0	100.0	100.0	100.0	14

Nach dieser Tabelle sind die Verhältniszahlen für die Jahrringsbreite der Druckseite gegenüber der Zugseite zwischen dem Tannen- und Fichtenholze fast ähnlich, dagegen für die spezifischen Trockengewichte und Druckfestigkeiten differenziert. Das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit bei der Druckseite war um 5.5% und um 1.4% grösser als bei der Zugseite des Tannenholzes, während beim Fichtenholze die Druckfestigkeit an der Druckseite um 4.5% geringer als an der Zugseite war, trotz einer Zunahme des spezifischen Trockengewichts von 0.8% bei der Druckseite gegenüber der Zugseite. Dennoch betrug der Qualitätsquotient an der Druckseite schliesslich 3.9% weniger beim Tannenholze und 5.2% weniger beim Fichtenholze als an der Zugseite jeder einzelnen Holzart.

Damit darf allgemein als angenommen gelten, dass die durchschnittliche Jahrringsbreite und das spezifische Gewicht bei Rotholz enthaltenden Holzteilen grösser als beim gegenüberliegenden weichen Holzteile ist, aber die Druckfestigkeit des Holzes sich nicht immer so verhält, diese vielmehr nicht im gleichen Grade wie das spezifische Gewicht an der Druckseite zunimmt. Nach Betrachtung der in der Anhangstabelle I eingeschalteten Bemerkungen bezüglich des Rotholzes, ist das Rotholz hauptsächlich an einigen Probekörpern von dem nach

Süd und Ost exponierten Stammholzteile bei der Tanne in beträchtlicherem Masse entstanden. Es wird daher wohl durch den Einfluss des Hauptwinds in diesem Bestand, d. h. nördlichen oder westlichen Winds verursacht worden sein. Es mag von Interesse sein zu bemerken, dass die Anzahl der Probeplatten beider Holzarten etwa gleich war. Daher mag es wahrscheinlich sein, dass das Rotholz von Tannen- und Fichtenprobestämmen, welche aus gemischtem Wald von demselben Standort und unter gleichen Auswahlbedingungen entnommen worden waren, fast ähnlich war, jedoch scheint das Rotholz bei der Tanne in stärkerem Grade als bei der Fichte aufzutreten, da die Zunahme der Jahrringsbreite und des spezifischen Gewichts an der Druckseite beim Tannenholze etwas grösser als beim Fichtenholze war.

IX. Druckelastizität

1. Versuchsanordnung und Berechnung der Koeffizienten für die Druckelastizität

Die Ermittlung der Druckelastizität des Tannen- und Fichtenholzes wurde durchweg an Prismen von quadratischen Querschnitten und 50 cm Länge vorgenommen, wobei die Beobachtungslänge (Schneidendistanz des Martenschen Spiegelapparats) 200 mm betrug.

Die Steigerung der Last beim Elastizitätsversuche erfolgt in einer Proportion von je 1000 kg in je 1 Minute, wobei sich die wachsende Verkürzung in je 1 t durch das Fernrohr des Spiegelapparats beobachten lässt. Man kann nun die Beziehungen zwischen Belastung und Verkürzung durch Benutzung von Diagrammen bezeichnen, in welcher die fortschreitenden Belastungen die Ordinaten, die jeweils hierbei beobachteten Verkürzungen die Abszissen darstellen. Diese so entstehende Linie hat eine gerade Richtung innerhalb der Elastizitätsgrenze eingehalten, ist aber nach ihrer Überschreitung im allgemeinen nach unten zu konkav und erreicht die Fließgrenze, wenn das Holz infolge der Druckwirkung an irgend einer Stelle zerstört und eine weitere Beobachtung der Deformationsgrößen im Spiegelapparate unmöglich wird. Nun ist nur mehr eine sehr geringe Steigerung der Belastung erforderlich, um den endgültigen Bruch herbeizuführen. Bei derartigen Versuchen über die Druck-Elastizität und -Festigkeit des Holzes erreichte ich es, die Elastizitätsgrenze, Fließgrenze und Bruchgrenze aller Probeprismen zu beurteilen.

Die Elastizitätsgrenze kann zwar auch schon aus den zahlen-

mässigen Ausschreibungen der Versuchsdurchführung entnommen werden, sobald die Differenzen der Verkürzungen zweier aufeinander folgender, gleicher Laststufen zu wachsen beginnen. Zur Beurteilung der Fliessgrenze wurden auch die Protokolle der Versuchsdurchführung benutzt, aber sie ist hier überhaupt nicht scharf ausgeprägt und es wird oft schwierig sein, sie danach allein zu beurteilen; denn die Differenz zwischen den Verkürzungen zweier Laststufen ist durch Feinmessung der Drehung beider Spiegel allerdings nicht immer schnell zu vergrössern. Während bis zur Fliessgrenze bei fortschreitender Belastung des Probeprismas die Drehung beider Spiegel sich annähernd gleichmässig vergrössert und bei unbewegtem Belastungszustande beide Spiegel zur Ruhe kommen, tritt bei Eintritt des Fliessens der Fall ein, dass

- (1) beide Spiegel sich rückwärts drehen beziehungsweise
- (2) der eine Spiegel eine Rückwärtsdrehung und der andere eine Vorwärtsdrehung erfährt oder
- (3) beide Spiegel sich gleichmässig in ihrer Bewegungsrichtung weiterbewegen.

Im ersten Falle findet das Fliessen des Holzes ausserhalb der Messlänge des Probeprismas statt, im zweiten liegt es auf der eine Seite des Prismas innerhalb der Messlänge und auf der anderen Seite ausserhalb derselben, der dritte Fall ist der normale, in welchem das Fliessen innerhalb der Meßstrecke stattfindet. Weiter lässt sich die Bruchgrenze während der Versuchsdurchführung leicht ermitteln, wobei die maximale Last zum Bruch des Holzes beansprucht und auf der äusseren Seite des Probeprismas eine deutlich sichtbare Bruchstelle ausgedrückt wird.

Nun ermittelte ich alle ursprünglichen Belastungen und entsprechenden Verkürzungsgrössen innerhalb dieser Grenze und berechnete daher die verschiedenen Koeffizienten für Druck-Elastizität und -Festigkeit nach folgenden Formeln:

- (1) Elastische Verkürzung pro 1 t:

$$\lambda = \frac{f}{p} \text{ cm,}$$

wobei p die Belastung in Tonnen und f die Verkürzung in Centimetern an der Elastizitätsgrenze bedeutet.

- (2) Elastizitätsmodul:

$$\epsilon = \frac{pl}{fbh} \text{ t/cm}^2,$$

wobei l die Messlänge, auf welche sich die Beobachtungen

beziehen (200 mm), und $b h$ die Querschnittsabmessungen des Probeprismas bedeutet.

- (3) Grenzmodul :

$$\gamma = \frac{P}{b h} \text{ t/cm}^2$$

- (4) Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze :

$$\alpha = \frac{1/2 P f}{l b h} = \frac{P f}{40 b h} \text{ t. cm/cm}^3$$

- (5) Verkürzung pro 1 t an der Fließgrenze :

$$\lambda_1 = \frac{f_1}{P_1} \text{ cm,}$$

wobei f_1 die absolute Verkürzung an der Fließgrenze, P_1 die diese Verkürzung hervorrufende Last ist.

- (6) Fließmodul :

$$\gamma_1 = \frac{P_1}{b h} \text{ t/cm}^2$$

- (7) Spezifische Arbeit an der Fließgrenze :

$$\alpha_1 = \frac{1/2 P_1 f_1}{l b h} = \frac{P_1 f_1}{40 b h} \text{ t. cm/cm}^3$$

- (8) Druckfestigkeit :

$$\beta = \frac{P}{b h} \text{ t/cm}^2,$$

wobei mit P die Bruchbelastung bezeichnet wird.

Die nach diesen Formeln berechneten Untersuchungsergebnisse aller Druckprismen der einzelnen Probestämme sind in der Anhangstabelle (II) enthalten.

Da die Querschnitte aller Probeprismen, die von der Art und Weise ihrer Entnahme aus den Stammquerschnitten abhängen, etwas grössere oder kleinere Abweichungen als 10×10 cm Querschnitt besitzen mussten, wurden alle ursprünglichen Belastungen und entsprechenden Verkürzungen auf ein Normalprisma von 10×10 cm Querschnitt und 50 cm Höhe reduziert, weil sich dadurch ein Anhaltspunkt für eine unmittelbare Vergleichung der Elastizitätsverhältnisse sowohl der vier Teilprismen eines Stammes als auch einzelner Stämme und zwischen beiden Holzarten finden lässt.

Diese Reduktion der Druckelastizitätseigenschaften auf einen einheitlichen Probequerschnitt von 10×10 cm geschieht in folgender Weise:

Von der selbstverständlichen Annahme ausgehend, dass die Grenz-

moduli des Probep Prismas und des Normalprobekörpers einander gleich sein müssen, dass also $\gamma = \gamma'$ ist, ist auch

$$\frac{p}{b h} = \frac{p'}{b' h'} = \frac{p'}{10 \times 10},$$

wobei p die Belastung an der Elastizitätsgrenze, b und h die beiden Querschnittsdimensionen des Probep Prismas sind, während p' , b' und h' dieselben des Normalprismas bedeuten und $b' = h' = 10$ cm ist.

Aus dieser Gleichung folgt:

$$p' = \frac{100 p}{b h},$$

d. h. die Belastung in Tonnen an der Elastizitätsgrenze ist für das Normalprisma von 10×10 cm Querschnitt gleich dem 100-fachen Werte des in t/cm^2 ausgedrückten Grenzmoduls des Probep Prismas.

Ferner ist unter der gleichen Voraussetzung der Gleichheit der Elastizitätsmoduli der beiden in Vergleich zu setzenden Prismen auch:

$$\frac{p l}{f b h} = \frac{p' l'}{f' b' h'},$$

worin $l = l'$ die konstante Messlänge 200 mm, f die Verkürzung an der Elastizitätsgrenze beim Probep Prisma, f' dieselbe am Normalprisma von 10×10 cm Querschnitt bedeuten.

Aus dieser Gleichung folgt:

$$f' = \frac{p' f \times b h}{p \times b' h'} = p' f \frac{b h}{p \times 100} = p' f \frac{1}{p} = f,$$

d. h. die Verkürzung am Normalprisma ist die gleiche wie am Probekörper.

In ähnlicher Weise lässt sich auch die Reduktion der an einem Probep Prisma von beliebigem Querschnitte beobachteten Fließgrenze auf den Querschnitt von 10×10 cm des Normalprismas vornehmen.

2. Versuchsergebnisse

Vergleicht man die Elastizitätseigenschaften der vier aus einem und demselben Stamme erzeugten Prismen untereinander, welche in ihrer Jahrringsbreite, ihrem spezifischen Gewicht beim lufttrockenen Zustande und in ihren Astverhältnissen etwas grosse Unterschiede aufweisen müssen, so findet man, dass dieselben oft erheblich von einander abweichen. In der nachstehenden Tabelle (36) sind diese Abweichungen in den elastischen und Festigkeitseigenschaften in ihren Extremwerten bei einzelnen Stämmen und summarisch für jede Holzart sowohl in absolutem Masse als in Prozenten des aus den vier Probep Prismen berechneten Mittelwertes angegeben.

TABELLE 36

Holzart	Stamm-Nummer	Spezifisches Trockengewicht (s_0)			Elastische Verkürzung pro 1 t (λ)			Elastizitätsmodul (ϵ)			Grenzmodul (γ)						
		Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen	Mittelwert der 4 Teilprismen eines Stammes	Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes		Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen	Mittelwert der 4 Teilprismen eines Stammes	Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes		Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen	Mittelwert der 4 Teilprismen eines Stammes	Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes					
				in absoluter Grösse	in Prozenten des Mittelwertes			in absoluter Grösse	in Prozenten des Mittelwertes			in absoluter Grösse	in Prozenten des Mittelwertes				
			100-fach		in		cm	t/cm ²			t/cm ²						
Tanne	31	c a	35.9	1.0	2.8	c a	0.00169	0.00021	12.4	b d	108.4	26.1	24.1	a d	0.187	0.084	44.9
	32	b c	35.9	1.0	2.8	c d	0.00206	0.00133	64.6	d b	118.3	7.7	6.5	c b	0.191	0.118	61.8
	33	b d	35.9	0.7	1.9	b d	0.00172	0.00047	27.3	a b	110.2	7.1	6.4	a b	0.168	0.033	19.6
	34	a d	31.1	2.3	7.4	c d	0.00206	0.00016	7.8	c d	92.6	8.7	9.4	a c	0.165	0.008	4.8
	35	c a	38.9	4.1	10.5	d b	0.00215	0.00099	46.0	b c	102.7	43.9	42.7	b a	0.158	0.049	31.0
	36	c a	35.3	3.8	10.8	c a	0.00174	0.00045	25.9	b d	106.3	24.1	22.7	a d	0.174	0.046	26.4
	37	b d	35.9	2.7	7.5	c b	0.00192	0.00050	26.0	b c	105.6	24.7	23.4	d c	0.147	0.071	48.3
	38	a b	34.4	2.2	6.4	d a	0.00176	0.00061	34.7	a b	105.2	26.9	25.6	d c	0.186	0.039	21.0
	39	a d	30.2	0.4	1.3	c a	0.00225	0.00028	12.4	a d	91.8	8.9	9.7	c d	0.152	0.050	32.9
	40	b a	32.1	2.3	7.2	c d	0.00198	0.00086	43.4	a c	84.9	4.4	5.2	c a	0.144	0.039	27.1
	Mittel		34.6	2.1	5.9		0.00193	0.00059	30.1		102.6	18.3	17.6		0.167	0.054	31.8
Fichte	41	d b	45.5	2.5	5.5	b d	0.00140	0.00040	28.6	c d	140.9	27.1	19.2	a d	0.231	0.104	45.0
	42	a c	37.0	1.9	5.1	b d	0.00200	0.00118	59.0	c b	98.8	30.5	30.9	d c	0.148	0.113	76.4
	43	a c	35.0	0.8	2.3	c d	0.00200	0.00113	56.5	a c	98.7	25.9	26.2	a b	0.137	0.049	35.8
	44	d b	39.0	1.7	4.4	b d	0.00164	0.00097	59.1	c b	117.9	37.5	31.8	a b	0.180	0.059	32.8
	45	a d	36.5	2.1	5.8	c b	0.00202	0.00040	19.8	b a	106.4	8.4	7.9	a b	0.137	0.073	53.3
	46	a b	32.4	0.2	0.6	a d	0.00214	0.00077	36.0	b a	90.1	10.8	12.0	d a	0.111	0.015	13.5
	48	c d	40.5	1.4	3.5	a d	0.00160	0.00101	63.1	d a	123.7	47.3	38.2	b c	0.154	0.044	28.6
	49	a c	35.8	0.8	2.2	c a	0.00177	0.00027	15.3	a d	112.3	29.8	26.5	b d	0.169	0.051	30.2
	50	c d	36.3	1.4	3.9	b d	0.00178	0.00076	42.7	d b	113.6	32.9	29.0	a b	0.198	0.089	44.9
		Mittel		37.6	1.4	3.7		0.00182	0.00077	42.2		111.4	27.8	24.6		0.163	0.066

TABELLE 36 (Fortsetzung)

Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze (α)				Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t (λ_1)			Fließmodul (γ_1)			Druckfestigkeit in lufttrockenem Zustande (β_f)			Stamm-Nummer	Holzart				
Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen		Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes		Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen		Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes		Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilprismen		Maximalabweichung unter den 4 Teilprismen eines Stammes		Stamm-Nummer			Holzart			
		in absoluter Grösse	in Prozenten der Mittelwertes			in absoluter Grösse	in Prozenten der Mittelwertes			in absoluter Grösse	in Prozenten der Mittelwertes							
cm. t/cm ³				cm				t/cm ²		t/cm ²								
a d	0.000164	0.000145	88.4	d a	0.00185	0.00039	21.1	b d	0.289	0.068	23.5	b d	0.307	0.090	29.3	31	Tanne	
a b	0.000161	0.000193	119.9	c d	0.00225	0.00131	58.2	c d	0.289	0.096	33.2	c d	0.302	0.110	36.4	32		
c b	0.000125	0.000041	32.8	b d	0.00179	0.00065	36.3	b a	0.290	0.077	26.6	c a	0.335	0.068	20.3	33		
a c	0.000147	0.000015	10.2	c d	0.00219	0.00035	16.0	c d	0.255	0.054	21.2	c d	0.272	0.063	23.2	34		
c a	0.000128	0.000114	89.1	d b	0.00222	0.00097	43.7	a d	0.273	0.139	50.9	a d	0.300	0.100	33.3	35		
a b	0.000145	0.000070	48.3	c a	0.00183	0.00056	30.6	b d	0.269	0.117	43.5	c d	0.291	0.146	50.2	36		
d a	0.000100	0.000096	90.6	c b	0.00221	0.00069	31.2	b c	0.298	0.058	19.5	b d	0.318	0.053	16.7	37		
d a	0.000168	0.000085	50.6	d a	0.00187	0.00061	32.6	b d	0.293	0.044	15.0	b d	0.300	0.039	13.0	38		
c d	0.000128	0.000080	62.5	c a	0.00238	0.00027	11.3	b d	0.263	0.052	19.8	c d	0.276	0.045	16.3	39		
c a	0.000124	0.000073	58.9	c d	0.00218	0.00081	37.2	c a	0.238	0.032	13.4	c d	0.255	0.048	18.8	40		
	0.000140	0.000091	65.1		0.00208	0.00066	31.8		0.276	0.074	26.7		0.296	0.076	25.8	Mittel		
a d	0.000196	0.000185	94.4	b d	0.00151	0.00069	45.7	a d	0.357	0.024	6.7	a d	0.390	0.098	25.1	41		Fichte
d c	0.000121	0.000153	126.4	b d	0.00222	0.00125	56.3	a b	0.265	0.122	46.0	a b	0.287	0.083	28.9	42		
a b	0.000096	0.000063	65.6	c d	0.00224	0.00132	58.9	a b	0.245	0.119	48.6	a b	0.265	0.089	33.6	43		
a b	0.000151	0.000056	37.1	b d	0.00177	0.00130	73.4	a c	0.291	0.129	44.3	a c	0.334	0.084	25.1	44		
c b	0.000110	0.000104	94.5	a d	0.00233	0.00062	26.6	a d	0.265	0.113	42.6	a d	0.283	0.076	26.9	45		
d a	0.000068	0.000011	16.2	a d	0.00233	0.00105	45.1	a c	0.191	0.073	38.2	a b	0.225	0.035	15.6	46		
a c	0.000101	0.000073	72.3	a d	0.00191	0.00083	43.5	a d	0.304	0.045	15.0	c d	0.325	0.022	6.8	48		
c d	0.000128	0.000055	43.0	d a	0.00186	0.00018	9.7	c d	0.282	0.103	36.5	c d	0.292	0.104	35.6	49		
a d	0.000179	0.000156	87.2	b d	0.00184	0.00074	40.2	c d	0.293	0.082	28.0	c d	0.311	0.087	28.0	50		
	0.000128	0.000095	70.7		0.00200	0.00089	44.4		0.277	0.090	34.0		0.301	0.075	25.1	Mittel		

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenholzer 105

Nach Betrachtung dieser Tabelle betragen die maximalen Abweichungen in Prozenten des Mittelwertes bei den vier Teilprismen:

für das Tannenholz in

dem spezifischen Trockengewicht	10.8% (Stamm Nr. 36)
dem Elastizitätsmodul	42.7% („ „ 35)
der elastischen Verkürzung pro I t	46.0% („ „ 35)
dem Grenzmodul	48.3% („ „ 37)
der spezifischen Arbeit an der Elastizitätsgrenze	119.9% („ „ 32)
dem Fließmodul	50.9% („ „ 35)
der Verkürzung an der Fließgrenze pro I t	58.2% („ „ 32)
der Druckfestigkeit	50.2% („ „ 36)

für das Fichtenholz in

dem spezifischen Trockengewicht	5.8% (Stamm Nr. 45)
dem Elastizitätsmodul	38.2% („ „ 48)
der elastischen Verkürzung pro I t	63.1% („ „ 48)
dem Grenzmodul	76.4% („ „ 42)
der spezifischen Arbeit an der Elastizitätsgrenze	126.4% („ „ 42)
dem Fließmodul	48.6% („ „ 43)
der Verkürzung an der Fließgrenze pro I t	73.4% („ „ 44)
der Druckfestigkeit	35.6% („ „ 49)

Die grösste Abweichung zeigt vor allem die spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze und die kleinste das spezifische Trockengewicht. Wenn man die wichtigen Koeffizienten der Druck-Elastizität und -Festigkeit nach Extremwerten und zwar für einzelne Druckprismen und für den Durchschnitt ganzer Stämme zusammenstellt, so ergibt sich die nachstehende Tabelle (37):

TABELLE 37

Holzart	Extremwert und Mittelwert	Spezifisches Trockengewicht		Elastizitätsmodul		Grenzmodul		Fließmodul		Druckfestigkeit	
		in absoluter Größe	Bezeichnung der Probekörper	in absoluter Größe	Bezeichnung der Probekörper	in absoluter Größe	Bezeichnung der Probekörper	in absoluter Größe	Bezeichnung der Probekörper	in absoluter Größe	Bezeichnung der Probekörper
		100-fach		t/cm ²		t/cm ²		t/cm ²		t/cm ²	
Tanne	Maximum	41.2	35c	123.1	31b	0.228	31a	0.340	33b	0.368	33c
	Minimum	29.9	34d	77.9	35c	0.121	39d	0.185	35d	0.207	36d
	Durchschnitt	34.6	—	102.6	—	0.167	—	0.276	—	0.296	—
Fichte	Maximum	47.1	41d	150.0	41c,d	0.293	41a	0.394	41a	0.431	41a
	Minimum	32.3	46b,c	78.4	42b	0.091	42c	0.161	46c	0.213	46a
	Durchschnitt	37.6	—	111.4	—	0.163	—	0.277	—	0.301	—

Die Differenz zwischen zwei Extremwerten sowohl in absoluter Grösse als in Prozenten des Mittelwertes ist in der folgenden Tabelle (38) dargestellt:

TABELLE 38

Holzart	Differenz zwischen zwei Extremwerten									
	des spezifischen Trockengewichts		des Elastizitätsmoduls		des Grenzmoduls		des Fließmoduls		der Druckfestigkeit	
	in absoluter Größe	in Prozenten	in absoluter Größe	in Prozenten	in absoluter Größe	in Prozenten	in absoluter Größe	in Prozenten	in absoluter Größe	in Prozenten
	100-fach	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%
Tanne	11.3	32.7	45.2	41.1	0.107	64.1	0.155	46.2	0.161	54.4
Fichte	14.8	39.4	71.6	64.3	0.202	123.9	0.233	84.1	0.218	72.4

Ebensö haben wir die Extremwerte der wichtigen Koeffizienten für einzelne Stämme beider Holzarten ausgewählt und die Differenz zwischen diesen zwei Extremwerten sowohl in absoluter Grösse als in Prozenten des Mittelwertes berechnet. Das ist in nachstehenden Tabellen (39 u. 40) dargestellt:

TABELLE 39

Holzart	Extremwert und Mittelwert	Spezifisches Trocken- gewicht		Elastizitäts- modul		Grenzmodul		Fließmodul		Druckfestig- keit	
		in absoluter Größe	Bezeichnung des Probestammes	in absoluter Größe	Bezeichnung des Probestammes	in absoluter Größe	Bezeichnung des Probestammes	in absoluter Größe	Bezeichnung des Probestammes	in absoluter Größe	Bezeichnung des Probestammes
		100- fach		t/cm ²		t/cm ²		t/cm ²		t/cm ²	
Tanne	Maximum	38.9	35	118.3	32	0.191	32	0.298	37	0.335	33
	Minimum	30.2	39	84.9	40	0.144	40	0.238	40	0.255	40
	Durchschnitt	34.6	—	102.6	—	0.167	—	0.276	—	0.296	—
Fichte	Maximum	45.5	41	140.9	41	0.231	41	0.357	41	0.390	41
	Minimum	32.4	46	90.1	46	0.111	46	0.191	46	0.225	46
	Durchschnitt	37.6	—	111.4	—	0.163	—	0.277	—	0.301	—

TABELLE 40

Holzart	Differenz zwischen zwei Extremwerten									
	des spezifischen Trockengewichts		des Elastizitäts- moduls		des Grenz- moduls		des Fließ- moduls		der Druck- festigkeit	
	in absoluter Größe	in Pro- zenten	in absoluter Größe	in Pro- zenten	in abso- lu- ter Größe	in Pro- zenten	in abso- lu- ter Größe	in Pro- zenten	in abso- lu- ter Größe	in Pro- zenten
	100-fach	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%	t/cm ²	%
Tanne	8.7	25.1	33.4	32.6	0.047	28.1	0.060	21.7	0.080	27.0
Fichte	13.1	34.8	50.8	45.6	0.120	73.6	0.166	59.9	0.165	54.8

Nach Betrachtung der oben eingeschalteten Tabellen zeigen sich grosse Abweichungen der Druck-Elastizität und -Festigkeit zwischen einzelnen Probepismen und ebenso zwischen einzelnen Probestämmen beider Holzarten. Der Grund dieser Abweichungen muss hauptsächlich darin liegen, dass alle Probekörper dabei verschiedene Holzbeschaffenheit, insbesondere verschiedenes spezifisches Trockengewicht und verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt während der Probe besitzen. Es ist

schon bekannt, dass das spezifische Trockengewicht, das zur Beurteilung der Holzqualität am einfachsten erscheint, wegen bedeutender Unhomogenität der Holzsubstanz, und wegen—was noch wahrscheinlicher ist—innerer Holzfehler bei grösseren Stücken, mit grosser Abweichung sogar in scheinbar gleichartigen Hölzern schwankt. Trotzdem sämtliche Versuche auch hier in lufttrockenem Zustande vorgenommen wurden, war der Feuchtigkeitsgehalt während der Proben je nach der Aufbewahrungsweise der Probepismen voneinander ziemlich verschieden. Wenn man daher die wichtigen Eigenschaften der Druck-Elastizität und -Festigkeit für einzelne Probepismen, einzelne Probestämme oder für jede Holzart richtig und genau vergleichen will, so muss man die weiteren Untersuchungen über diese Eigenschaften mit Rücksicht auf das spezifische Trockengewicht des Probekörpers und seinen Feuchtigkeitsgehalt während der Probe durchführen. Bezüglich des Feuchtigkeitsgehalts gibt es dabei eine Abweichung von 15.8–12.9% beim Tannenholze, und von 16.0–13.6% beim Fichtenholze. Nun zeigen sich also die durchschnittlichen Eigenschaften in drei Feuchtigkeitsstufen von 13–14%, 14–15% und 15–16% bei beiden Holzarten in nachstehender Tabelle (41):

TABELLE 41

Holzart	Stufe des Feuchtigkeitsprozent	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten	Spezifisches Trockengewicht	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Fließmodul	Druckfestigkeit	Zahl der Probekörper
		%	100-fach	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	
Absolute Werte								
Tanne	13–14	13.6	34.9	104.1	0.167	0.292	0.314	15
	14–15	14.6	35.7	103.2	0.168	0.270	0.293	13
	15–16	15.6	33.3	101.3	0.166	0.259	0.274	10
Fichte	13–14	13.8	37.5	115.7	0.159	0.283	0.311	5
	14–15	14.6	37.8	111.8	0.167	0.287	0.310	22
	15–16	15.5	37.0	107.9	0.154	0.248	0.273	9
Verhältniszahlen (Koeffizient der Feuchtigkeitsstufen von 14–15% = 100)								
Tanne	13–14	93.2	97.8	100.9	99.4	108.1	107.2	15
	14–15	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	13
	15–16	106.8	93.3	98.2	98.8	95.9	93.5	10
Fichte	13–14	94.5	99.2	103.5	95.2	98.6	100.3	5
	14–15	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	22
	15–16	106.2	97.9	96.5	92.2	86.4	88.0	9

Der Unterschied des Feuchtigkeitsprozents von 1% hat deutlichen Einfluss auf den Elastizitätsmodul und die Druckfestigkeit ausgeübt, und diese Eigenschaften nahmen hierbei infolge des zunehmenden Feuchtigkeitsprozents klärlich ab, aber diese Beziehung ist für Fließ- und Grenzmodul besonders beim Fichtenholze mehr oder weniger unterbrochen worden, vermutlich wegen ihrer durch sonstige Ursachen hervorgerufenen Abweichung und der ungleichen Anzahl der Probekörper bei den zugehörigen Stufen.

Wenn man zunächst erkennen will, welche Veränderung der Koeffizienten für die Druck-Elastizität und -Festigkeit durch die Abweichung des spezifischen Trockengewichts eigentlich hervorgerufen wurde, so soll dazu nachstehende Tabelle (42) dienen, worin die Koeffizienten aller Probestämme in drei Klassen des spezifischen Trockengewichts von $s_0=30-35$, $s_0=35-40$ und $s_0=40-45$ zusammengefasst werden.

TABELLE 42

Holzart	Klasse des spezifischen Trockengewichts	Spezifisches Trockengewicht	Feuchtigkeitsprozent	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Fließmodul	Druckfestigkeit	Zahl der Probestämme
	100-fach	100-fach	%	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	
Absolute Werte								
Tanne	30-35	32.0	14.5	93.6	0.162	0.262	0.276	4
	35-40	36.3	14.4	108.6	0.171	0.284	0.309	6
Fichte	30-35	33.7	14.8	94.4	0.124	0.218	0.245	2
	35-40	36.9	14.7	109.8	0.166	0.279	0.301	5
	40-45	43.0	14.6	132.3	0.193	0.331	0.358	2
Verhältniszahlen (Koeffizient der spezifischen Trockengewichtsstufen von 35-40=100)								
Tanne	30-35	88.2	100.7	86.2	94.7	92.3	89.3	4
	35-40	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6
Fichte	30-35	91.3	100.7	86.0	74.7	78.1	81.4	2
	35-40	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5
	40-45	116.5	99.3	120.5	116.3	118.6	118.9	2

Nach dieser Tabelle waren die Koeffizienten mit Veränderung des spezifischen Trockengewichts des Holzes fast proportional ab- oder zunehmend, wenn der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt des Holzes als ungefähr gleich vorausgesetzt wurde, und zwar wurden sie durch gleichmässige Abweichung des spezifischen Trockengewichts beim Fichtenholze verhältnismässig stärker als beim Tannenholze beeinflusst.

Im allgemeinen enthält das Tannen- und Fichtenholz, je grössere Dimensionen es hat, umso mehr Holzfehler, z. B. Astknoten, Harzgallen und Rotholz. Davon ist der Ast ein unvermeidlicher, wichtiger Holzfehler. Wenn auch Holzfehler bei Bearbeitung der Probekörper mit möglichster Aufmerksamkeit aufgenommen worden waren, so mussten doch noch Äste innerhalb des Probeholzes sitzen bleiben; denn der Maßstab der Ausformung der Probepismen zu meiner Untersuchung entsprach einer Dimension von $10 \times 10 \times 50$ cm, so dass Äste vom Probeholz nicht vollkommen ausgenommen werden konnten. Vorstehende Ergebnisse der Druck-Elastizität und -Festigkeit wurden hauptsächlich unter Voraussetzung, dass gleichmässige Holzfehler vorhanden waren, zusammengefasst, dennoch will ich hier weiterhin die Eigenschaften für Druck-Elastizität und -Festigkeit mit Rücksicht auf die Astigkeit bei den Probepismen untersuchen. Direkte Prüfungsergebnisse der Astigkeit bei einzelnen Probekörpern zeigen sich in der Anhangstabelle (II).

Dann hat man die Koeffizienten für Druck-Elastizität und -Festigkeit der einzelnen Probekörper in drei Astigkeitsstufen zusammengefasst, welche entweder keinen Ast an der gesamtten Oberfläche, oder innerhalb der Messlänge keinen beziehungsweise einen oder mehr innerhalb ihrer aufweisen. Das zeigt sich in folgender Tabelle (43):

TABELLE 43

Holzart	Ast- verhältnisse	Durch- schnittliche Zahl der Äste		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)	Elastizitätsmodul (t/cm ²)	Grenzmodul (t/cm ²)	Fließmodul (t/cm ²)	Druckfestigkeit (t/cm ²)	Zahl der Probekörper
		große	kleine							
Absolute Werte										
Tanne	Keine in ge- samter Ober- fläche	—	—	14.2	33.5	104.8	0.194	0.293	0.308	7
	Keiner inner- halb der Mess- länge	0.67	0.78	14.3	36.3	104.0	0.166	0.271	0.303	9
	Einer oder mehrere innerhalb der Mess- länge	0.48	2.08	14.5	34.3	101.8	0.159	0.273	0.290	23
Fichte	Keine in ge- samter Ober- fläche	—	—	14.9	37.3	114.4	0.193	0.300	0.319	5
	Keiner inner- halb der Mess- länge	0.60	0.60	15.3	38.2	114.6	0.139	0.233	0.272	5
	Einer oder mehrere inner- halb der Mess- länge	0.88	1.23	14.5	37.6	110.2	0.162	0.281	0.304	26
Verhältniszahlen (Koeffizienten der astfreien Körper=100)										
Tanne	Keine in ge- samter Ober- fläche	—	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	7
	Keiner inner- halb der Mess- länge	0.67	0.78	100.7	108.4	99.3	85.6	92.5	98.4	9
	Einer oder mehrere innerhalb der Mess- länge	0.48	2.08	102.1	102.4	97.1	82.0	93.2	94.2	23
Fichte	Keine in ge- samter Ober- fläche	—	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5
	Keiner inner- halb der Mess- länge	0.60	0.60	102.7	102.4	100.2	72.0	77.7	85.3	5
	Einer oder mehrere inner- halb der Mess- länge	0.88	1.23	97.3	100.8	96.3	83.9	93.7	95.3	26

Nach Betrachtung dieser Tabelle zeigen sich für beide Holzarten die grössten Koeffizienten bei astfreien Probekörpern und bei den innerhalb der Messlänge keine Äste enthaltenden Probepismen für das Tannenholz auch ein grösserer Elastizitätsmodul, Grenzmodul und grössere Druckfestigkeit, mit Ausnahme des Fließmoduls, als bei den innerhalb der Messlänge Äste enthaltenden Probekörpern. Für das Fichtenholz ist aber dabei gegen dieses Verhältnis—der Elastizitätsmodul allerdings ausgenommen—Widerspruch erhoben worden, vermutlich wegen des gegenwirkenden Einflusses der Feuchtigkeitsveränderung auf seine Eigenschaften.

Da die Grösse der Äste bei den Probekörpern je nach ihrem Durchmesser in zwei Arten, nämlich grosse von einer Stärke über 1 cm und kleine von einer Stärke unter 1 cm unterschieden wurden, so sind die durchschnittlichen Koeffizienten zur Druck-Elastizität und -Festigkeit der einzelnen Probekörper, wovon einer nur kleine Äste und der andere zugleich grosse enthielt, in folgender Tabelle (44) zusammengestellt worden :

TABELLE 44

Holzart	Durchschnittliche Zahl der Äste		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten (%)	Spezifisches Trockengewicht (100-fach)	Elastizitätsmodul (t/cm ²)	Grenzmodul (t/cm ²)	Fließmodul (t/cm ²)	Druckfestigkeit (t/cm ²)	Zahl der Probekörper
	große	kleine							
Tanne	—	2.50	14.5	34.6	103.5	0.157	0.279	0.295	18
„	1.21	0.71	14.4	35.3	101.0	0.167	0.264	0.292	14
Fichte	—	1.75	14.7	38.4	116.4	0.184	0.301	0.322	12
„	1.47	0.74	14.6	37.3	107.4	0.141	0.256	0.284	19
Verhältniszahlen (Koeffizienten der klein-astigen Proben=100)									
Tanne	—	2.50	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	18
„	1.21	0.71	99.3	102.0	97.6	106.4	94.6	99.0	14
Fichte	—	1.75	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	12
„	1.47	0.74	99.3	97.1	92.3	76.6	85.0	88.2	19

Bezüglich der Koeffizientsveränderung nach der Grösse des Asts, haben beim Tannen- und Fichtenholz die Probekörper, die nur kleine Äste enthalten hatten, im Durchschnitt grössere Koeffizienten zur Druck-Elastizität und -Festigkeit als grosse Probepismen besessen. Wenn die Zahl der kleinen Äste innerhalb eines Probekörpers aber allmählich zunimmt, so wird dieses Verhältnis zwischen zwei Fällen nicht immer mit dem obigen gleich erhalten. Nach der vorstehenden Tabelle war für das Tannenholz die durchschnittliche Anzahl der Äste bei der ersten Astigkeitsstufe von 2.50 grösser als die Summe von 1.92 bei der letzteren, dagegen war für das Fichtenholz die erstere von 1.75 geringer als die letztere von 2.21. Daher musste der Unterschied der Koeffizienten zwischen den zwei Fällen beim Fichtenholze als verhältnismässig grösser als beim Tannenholze, wie in der Tabelle gezeigt ist, ausgedückt werden.

Ausserdem will ich aber die Qualität des Tannen- und Fichtenholzes nicht allein bezüglich der Druck-Elastizität und -Festigkeit sondern auch der Astigkeit, der Wachstumsverhältnisse und des spezifischen Trockengewichts bei jedem einzelnen Stamme und jeder Holzart beurteilen. Dabei werden die wichtigen Koeffizienten zur Druck-Elastizität und -Festigkeit aller Stämme und die Zahl der Äste bei allen Probekörpern aus der Anhangstabelle wie in folgender Tabelle (45) eingesetzt: hiebei wurde ein grosser Ast als zwei kleine Äste berechnet. Dazu wurden ihre Jahrringsbreite und der Formquotient der Probestämme beigefügt, die für die Beurteilung der Bestandsverhältnisse beziehungsweise Wachstumsverhältnisse als einfacher, günstiger Maßstab angenommen wurden.

TABELLE 45

Holzart	Nummer des Probestammes	Formquotient	Anzahl der kleinen Äste	Jahrringsbreite	Spezifisches Trockengewicht	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Fließmodul	Druckfestigkeit
				cm	100-fach	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²
Tanne	31	0.611	2.00	0.148	35.9	108.4	0.187	0.289	0.307
	32	0.552	2.00	0.207	35.9	118.3	0.191	0.289	0.302
	33	0.538	2.75	0.203	35.9	110.2	0.168	0.290	0.335
	34	0.440	3.00	0.240	31.1	92.6	0.165	0.255	0.272
	35	0.506	2.50	0.240	38.9	102.7	0.158	0.273	0.300
	36	0.440	1.25	0.273	35.3	106.3	0.174	0.269	0.291
	37	0.527	2.00	0.329	35.9	105.6	0.147	0.298	0.318
	38	0.462	2.75	0.284	34.4	105.2	0.186	0.293	0.300
	39	0.543	1.75	0.386	30.2	91.8	0.152	0.263	0.276
	40	0.464	2.75	0.311	32.1	84.9	0.144	0.238	0.255
	Mittel	0.508	2.28	0.262	34.6	102.6	0.167	0.276	0.296
Fichte	41	0.621	2.25	0.117	45.5	140.9	0.231	0.357	0.390
	42	0.541	3.75	0.229	37.0	98.8	0.148	0.265	0.287
	43	0.568	2.00	0.267	35.0	98.7	0.137	0.245	0.265
	44	0.611	1.25	0.182	39.0	117.9	0.180	0.291	0.334
	45	0.486	4.00	0.298	36.5	106.4	0.137	0.265	0.283
	46	0.474	3.00	0.312	32.4	90.1	0.111	0.191	0.225
	48	0.596	2.75	0.229	40.5	123.7	0.154	0.304	0.325
	49	0.515	1.75	0.250	35.8	112.3	0.169	0.282	0.292
	50	0.508	1.25	0.261	36.3	113.6	0.198	0.293	0.311
		Mittel	0.547	2.44	0.238	37.6	111.4	0.163	0.277

Wenn man die durchschnittlichen Zahlenwerte des Tannen- und Fichtenholzes in vorstehender Tabelle vergleicht, so war der Formquotient, die Astigkeit, das spezifische Trockengewicht und der Elastizitäts-, der Fließ- und der Bruchmodul grösser, dagegen nur die Jahrringsbreite kleiner und der Grenzmodul beim Fichtenholze um ein wenig geringer als beim Tannenholze. Trotzdem das Fichtenholz bezüglich seiner Astverhältnisse in schädlicheren Umständen als das Tannenholz gestanden hat, sind dennoch beim Fichtenholze bessere Eigenschaften bezüglich Druck-Elastizität und -Festigkeit als beim

Tannenholze aufgezeigt worden, einmal wegen des grösseren spezifischen Trockengewichts, dann aber auch der schmälere Jahrringsbreite und des als Bestandholz vollkommeneren Wachstums der Fichten halber.

Es werden zunächst die einzelnen Zahlenwerte über die Holzqualität der Probestämme in nachstehender Tabelle (46) dargestellt, wobei die Astigkeit und die Jahrringsbreite von den kleineren Zahlenwerten nach den grösseren zu und die sonstigen in umgekehrter Reihenfolge bezeichnet werden.

TABELLE 46

Reihenfolge (durch römische Ziffern ausgedrückt)										
Holzart	Nummer des Probestammes	Formquotient	Astigkeit	Jahrringsbreite	Spezifisches Trockengewicht	Druck-Elastizität und -Festigkeit				
						Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Fließmodul	Druckfestigkeit	Mittel der vier Eigenschaften
Tanne	31	I	III	I	II	III	II	IV	III	III
	32	II	IV	III	III	I	I	V	IV	I
	33	IV	VII	II	IV	II	V	III	I	II
	34	IX	X	IV	IX	VIII	VI	IX	IX	VIII
	35	VI	VI	V	I	VII	VII	VI	V	VII
	36	X	I	VI	VI	IV	IV	VII	VII	VI
	37	V	V	IX	V	V	IX	I	II	IV
	38	VIII	VIII	VII	VII	VI	III	II	VI	V
	39	III	II	X	X	IX	VIII	VIII	VIII	IX
	40	VII	IX	VIII	VIII	X	X	X	X	X
Fichte	41	I	V	I	I	I	I	I	I	I
	42	V	VIII	III	IV	VII	VI	VI	VI	VI
	43	IV	IV	VII	VIII	VIII	VII	VIII	VIII	VIII
	44	II	I	II	III	III	III	IV	II	II
	45	VIII	IX	VIII	V	VI	VIII	VII	VII	VII
	46	IX	VII	IX	IX	IX	IX	IX	IX	IX
	48	III	VI	IV	II	II	V	II	III	III
	49	VI	III	V	VII	V	IV	V	V	V
	50	VII	II	VI	VI	IV	II	III	IV	IV

Der Holzqualitätsgrad nimmt bezüglich der Astigkeit aller Probestämme in der Reihenfolge von Stamm-Nummer 36, 39, 31, 32, 37, 35, 33, 38, 40 und 34 beim Tannenholze und von Stamm-Nummer 44, 50, 49, 43, 41, 48, 46, 42 und 45 beim Fichtenholze allmählich

ab. Jedoch kann man unter dem Gesichtspunkt des Holzqualitätsgrades bezüglich der Druck-Elastizität und -Festigkeit im Durchschnitt der vier wichtigen Eigenschaften, wie aus vorstehender Tabelle zu ersehen, die Reihenfolge der Stamm-Nummer 32, 33, 31, 37, 38, 36, 35, 34, 39 und 40 beim Tannenholze und der Stamm-Nummer 41, 44, 48, 50, 49, 42, 45, 43 und 46 beim Fichtenholze nicht in Übereinstimmung mit der Reihenfolge in der Astigkeit finden. Nach vergleichender Betrachtung der Reihenfolge bezüglich des Formquotienten, der Jahrringsbreite und der wichtigen Koeffizienten, war der Einfluss des Wachstumsverhältnisses beim Probestamme auf die Eigenschaften der Druck-Elastizität und -Festigkeit nicht immer beträchtlich gross, wenn auch ihre besseren Eigenschaften an als Bestandholz verhältnismässig vollkommen, wenn gleich nicht grösser gewachsenen Probestämmen auftraten. Ausserdem stimmte die Reihenfolge des spezifischen Trockengewichts, das man im allgemeinen als den besseren Maßstab für die Beurteilung der Holzqualität angenommen hat, ebenso wenig mit derjenigen der Druck-Elastizität und -Festigkeit überein. Daher muss man für die genaue Beurteilung der Holzqualität bezüglich der Druck-Elastizität und -Festigkeit als Bauholz auf alle Fälle nicht allein auf das spezifische Trockengewicht, sondern auch auf die Astigkeit und den Jahrring des Holzes beziehungsweise die Wachstumsverhältnisse des Baumes im Walde Rücksicht nehmen.

Nach Überschreitung der Elastizitätsgrenze ist ein durch Druck beanspruchter Holzkörper noch imstande, eine grössere oder kleinere Last zu tragen, ehe seine Zerstörung (an der Fliessgrenze) beginnt, während von diesem Momente an bis zum endgültigen Bruche nur mehr eine sehr geringe Laststeigerung erforderlich ist. In der nachstehenden Tabelle (47) sind diese drei Moduli, der Grenz- (Trag-), Fliess- und Bruchmodul stammweise und nach Holzarten zusammengestellt und die Differenz in der Spannung, welche zwischen diesen drei Momenten zu beobachten war, angegeben.

TABELLE 47

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Trockengewicht	Feuchtigkeitsgehalt bei der Probe	Absolute Größe des			Differenz in der Spannung zwischen			
		100-fach		%	Grenzmoduls (Tragmoduls)	Fließmoduls	Bruchmoduls (Druckfestigkeit)	Trag- und Fließmodul	Fließ- und Bruchmodul	Trag- und Bruchmodul
					kg/cm ²			kg/cm ²		
Tanne	31	35.9	14.1	187	289	307	102	18	120	
	32	35.9	14.3	191	289	302	98	13	111	
	33	35.9	14.3	168	290	335	122	45	167	
	34	31.1	14.8	165	255	272	90	17	107	
	35	38.9	14.5	158	273	300	115	27	142	
	36	35.3	14.7	174	269	291	95	26	117	
	37	35.9	14.4	147	298	318	151	20	171	
	38	34.4	14.5	186	293	300	107	7	114	
	39	30.2	14.1	152	263	276	111	13	124	
	40	32.1	14.5	144	238	255	94	17	111	
		Durchschnitt	34.6	14.4	167	276	296	109	20	129
Fichte	41	45.5	15.1	231	357	390	126	33	159	
	42	37.0	15.0	148	265	287	117	22	139	
	43	35.0	15.0	137	245	265	108	20	128	
	44	39.0	14.8	180	291	334	111	43	154	
	45	36.5	15.1	137	265	283	128	18	146	
	46	32.4	15.1	111	191	225	80	34	114	
	48	40.5	14.7	154	300	319	146	19	165	
	49	35.8	14.8	169	282	292	113	10	123	
	50	36.3	14.8	198	293	311	95	18	113	
		Durchschnitt	37.6	14.9	163	277	301	114	24	138

Danach trägt das Tannenholz nach Überschreitung der Elastizitätsgrenze noch rund 100–170, im Mittel 129 kg/cm², ehe der Bruch eintritt. Ähnliche Abweichungen in der Differenz der Spannung zeigt das Fichtenholz, das zwischen Elastizitäts- und Bruchgrenze im Mittel 138 kg/cm² Laststeigerung noch aushält. Allerdings beruht dieser Unterschied in der Spannungsdifferenz beider Holzarten darauf, dass der Tragmodul beim Fichtenholze niedriger als beim Tannenholze und außerdem der Bruchmodul des Fichtenholzes höher als der des Tannen-

holzes ist. Das bedeutet, dass im allgemeinen das Fichtenholz etwas zäher als das Tannenholz ist. Weiter kann man nach obiger Tabelle die Beobachtung machen, dass die relativ schwersten Hölzer auch gemeinhin die grösste Spannungssteigerung zwischen der Elastizitäts- und Bruchgrenze aufweisen.

X. Biegungs-Elastizität und -Festigkeit

1. Versuchsanordnung und Berechnung der Koeffizienten für die Biegung

Zur Untersuchung der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit wurden Balken von 1.6 m Länge mit quadratischem, verschieden grossem Querschnitte von $12 \times 12 - 8 \times 8$ cm verwendet. Bei der Biegeprobe wurden diese Balken mit der Stützweite von 1.5 m durch eine in der Mitte konzentrierte Belastung auf Biegung beansprucht; hierbei wurden von den vier Biegebalken eines Stammes je zwei mit dem Kern nach oben, je zwei mit dem Kern nach unten gelegt, so dass also im ersten Falle der Splint, im letzteren der Kern in die Zugseite fiel.

Die Steigerung der Belastung erfolgte fortdauernd mit einer Geschwindigkeit von 0.1 t in der Minute. Die Beobachtung der Durchbiegungen wurde in der Balkenmitte durch den Biegunsmesser bei einer Belastungsstufe von 0.1 t vorgenommen. Nachdem die Elastizitätsgrenze erreicht war, was sich aus dem Steigen der bis dahin konstanten Differenzen in den Durchbiegungen der einzelnen Belastungsstufen beurteilen lässt, wurde der Balken entlastet und schliesslich zum Bruch gebracht; hierbei wurde das Biegungsdiagramm mit einem Registrierapparat automatisch eingeschaltet. Dieses automatisch aufgezeichnete Diagramm diente nur als Kontrolle der Ablesungen und zur Ermittlung des Biegungspeils beim Bruche.

Nachdem der Biegebalken gebrochen war, wurden sofort die zwei gesunden Würfel aus einem Balken in der Nähe der Bruchstelle entnommen, und ihr spezifisches Gewicht, Feuchtigkeitsgehalt und Jahrringsverhältniss geprüft. Die durchschnittlichen Prüfungsergebnisse und die durch folgende Formeln berechneten Koeffizienten der Biegung werden zugleich mit denjenigen der Astverhältnisse einzelner Balken in der Anhangstabelle (III) aufgeführt.

(1) Die elastische Durchbiegung pro 0.1 t:

$$\lambda = \frac{f}{10 p} \text{ cm,}$$

wobei p die Belastung, f die Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze bedeutet.

- (2) Der Elastizitätsmodul:

$$\epsilon = \frac{p l^3}{4 f b h^3} \text{ t/cm}^2,$$

wobei l die Stützweite und b und h die Querschnittsabmessungen des Biegebalkens bezeichnen.

- (3) Der Grenzmodul:

$$\gamma = \frac{3 p l}{2 b h^2} \text{ t/cm}^2$$

- (4) Die Biegezugfestigkeit:

$$\beta = \frac{3 P l}{2 b h^2} \text{ t/cm}^2,$$

wobei mit P die Bruchbelastung bezeichnet wird.

- (5) Die Arbeit an der Elastizitätsgrenze:

$$\alpha = \frac{p f}{2} \text{ t.cm}$$

- (6) Die Deformationsarbeit beim Bruch:

Aus dem Biegediagramm wird sie durch bequeme Rechnung als Differenz zwischen der Fläche des umschriebenen Rechtecks $O-P_R-R-f_R$ und der Fläche $O-P_R-R$ bestimmt.

$$A = \text{Rechtecksfläche } O-P_R-R-f_R - \text{Dreiecksfläche } O-P_E-E \\ - \text{Fläche} [(p_2-p_1-I-E) + (p_1-p_2-2-1) + \dots + (p_6-p_7-7-6) \\ + (p_7-p_R-R-7)]$$

Da Dreieck $O-p_2-E = \frac{p f}{2}$, ferner $p_2-p_1 = p_1-p_2 = \dots = p_6-p_7$

$= 0.1 \text{ t}$, $O f_R = F$, $O P_R = P$ und $p_7-p_R = p'$ ist, so ist

$$A \text{ t.cm} = F \times P - \left[\alpha + 0.1 \times \left(-\frac{f_2}{2} + f_1 + f_2 + \dots + f_{n-1} + \frac{f_n}{2} \right) \right. \\ \left. + \frac{P'}{2} (f_n + F) \right]$$

- (7) Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer:

$$\eta = \frac{A}{P F}$$

- (8) Zähigkeitskoeffizient nach Janka:

$$z = \frac{F-f}{P-p}$$

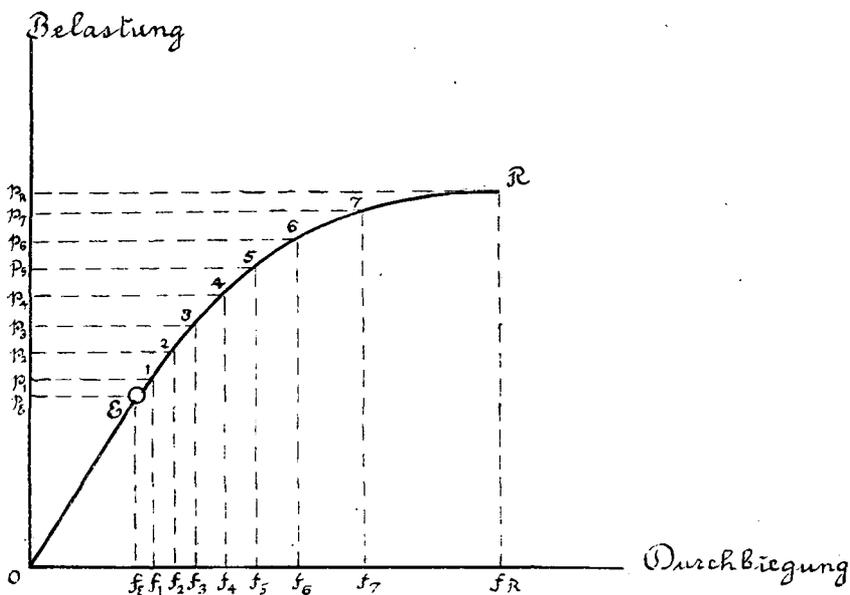


Fig. 11

Da die Faktoren für die Biegungs-Elastizität und -Festigkeit vom Querschnitt $b h$ und von der Stützweite l des Probekbalkens, wie die Formeln für die Koeffizienten dartun, abhängig sind, wurden die Resultate, um sie untereinander vergleichen zu können, auf eine einheitliche Basis zurückgeführt, als welche in Übereinstimmung mit den Beschlüssen der internationalen Konferenz für Baumaterialprüfung der Biegestab von 10×10 cm Querschnitt und von 1.5 m Stützweite gewählt wurde.

Von der selbstverständlichen Voraussetzung ausgehend, dass der Elastizitätsmodul, der Grenzmodul, der Bruchmodul und Völligkeitskoeffizient für Probe und Normalstab gemeinschaftlich sein müssen, berechnen sich die einzelnen Faktoren der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit für den Normalstab, wie folgt:

(1) $\gamma = \gamma'$, auch

$$\frac{3 p l}{2 b h^2} = \frac{3 p' l'}{2 b' h'^2},$$

wobei unter p' die Belastung an der Elastizitätsgrenze, unter l' die Stützweite = 1 (150 cm), unter b' und h' die Querschnittsabmessungen des Normalstabes = 10 cm zu verstehen sind.

Aus obiger Gleichung folgt daher

$$p' = \frac{1000}{b h^2} p$$

(2) $\varepsilon = \varepsilon'$, daher auch

$$\frac{p l^3}{4 f b h^3} = \frac{p' l'^3}{4 f' b' h'^3},$$

wobei f' die Durchbiegung des Normalstabes an der Elastizitätsgrenze bedeutet.

$$f' = \frac{p' f b h^3}{10 \times 1000 p} = \frac{p' f h}{10} \frac{b h^2}{1000 p} = \frac{p' f h}{10 p'} = \frac{h}{10} f$$

(3) $\beta = \beta'$, daher auch

$$\frac{3 P l}{2 b h^2} = \frac{3 P' l'}{2 b' h'^2},$$

wobei P die Bruchbelastung des Normalstabes bedeutet.

$$P' = \frac{1000}{b h^2} P$$

(4) Da A' die Deformationsarbeit beim Bruch des Normalstabes vorstellt, so ist

$$A' = A \frac{b' h'}{b h} = \frac{100 A}{b h}$$

(5) Da α' die spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze des Normalstabes bedeutet, so ist

$$\alpha' = \frac{100}{b h}$$

(6) $\eta = \eta'$, daher auch

$$\frac{P F}{A} = \frac{P' F'}{A'},$$

$$F' = \frac{A' P F}{A P'} = \frac{\frac{100 A}{b h} P}{\frac{1000 P}{b h^2}} F = \frac{h}{10} F$$

Diese Reduktionsfaktoren für die einzelnen Biegestäbe mit den direkten Ergebnissen der Biegungsversuche sind in der Anhangstabelle (III) enthalten.

2. Ergebnisse der Biegeversuche

Sämtliche Biegestäbe wurden in verschieden lufttrockenem Zustande geprüft. Die Feuchtigkeitsprocente bei den einzelnen Proben schwankten zwischen 12–17% des absoluttrockenen Gewichts, auch die Astigkeit, die Jahrringsbreite und die sonstigen Verhältnisse der Balken waren untereinander nicht gleich. Daher finden sich grosse Abweichungen in den Ergebnissen der Biegeversuche. In der nachstehenden Tabelle (48) sind diese Abweichungen in den elastischen und Festigkeits-Eigenschaften, welche an den vier Teilbalken eines und desselben Stammes konstatiert wurden, in den Maximalwerten ihrer absoluten Grösse als auch in Prozenten des aus vier Probestäben berechneten Mittelwertes, zuerst stammweise und sodann für jede Holzart, übersichtlich zusammengestellt.

TABELLE 48

Holzart	Stamm-Nummer	Spezifisches Trockengewicht (ϵ_0)			Elastische Durchbiegung pro 0.1 t (λ)			Elastizitätsmodul (ϵ)			Grenzmodul (γ)						
		Bezeichnung der am meisten voneinander abweichenden Teilbalken		Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes	Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes	Bezeichnung der am meisten voneinander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes	Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes	Bezeichnung der am meisten voneinander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes	Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes	Bezeichnung der am meisten voneinander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes	Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes			
															in absoluter Grösse	in Prozenten des Mittelwertes	in absoluter Grösse
		100-fach		in Prozenten des Mittelwertes		cm			t/cm ²			t/cm ²					
Tanne	31	b d	35.9	1.2	3.3	a c	0.1026	0.0199	15.4	c a	82.6	15.2	18.4	d a	0.287	0.092	32.1
	32	d a	37.8	1.0	2.6	b d	0.1005	0.0102	10.1	d b	84.3	8.7	10.3	d b	0.298	0.033	11.1
	33	a b	37.0	0.9	2.4	a c	0.0976	0.0259	26.5	c a	87.4	24.0	27.4	d a	0.305	0.116	38.0
	34	a b	31.4	1.8	5.7	a c	0.1270	0.0528	41.6	c a	68.1	29.7	43.6	c a	0.251	0.102	40.6
	35	b d	39.5	2.7	6.8	a c	0.1002	0.0226	22.6	c a	85.2	18.5	21.7	c d	0.319	0.032	10.0
	36	c a	35.6	3.6	10.1	a b	0.1173	0.0211	18.0	b a	72.3	14.1	19.5	b a	0.264	0.101	38.3
	37	b c	36.2	2.0	5.5	a d	0.1005	0.0115	11.4	c a	84.1	8.8	10.5	c a	0.277	0.079	28.5
	38	a c	34.1	1.9	5.6	a d	0.1080	0.0146	13.5	c a	78.3	10.2	13.0	c a b	0.275	0.112	40.7
	39	d c	30.7	1.2	3.9	a b	0.1290	0.0339	26.3	b a	66.2	16.5	24.9	b a	0.276	0.094	34.1
	40	c d	32.0	1.2	3.8	a c	0.1323	0.0317	24.0	c a	64.2	13.9	21.7	c d	0.240	0.090	37.5
	Mittel		35.0	1.8	5.0		0.1115	0.0244	21.3		77.3	16.0	21.1		0.279	0.085	31.1
Fichte	41	d b	45.5	3.3	7.3	b a	0.0768	0.0071	9.2	a b	110.1	9.7	8.8	c a	0.359	0.090	25.1
	42	b c	37.0	0.9	2.4	a b	0.0995	0.0097	9.7	b a	85.0	7.8	9.2	c a	0.287	0.146	50.9
	43	b c	35.2	1.2	3.4	b c	0.1106	0.0115	10.4	c b	76.4	8.3	10.9	c a	0.311	0.151	48.5
	44	d a	39.0	1.2	3.1	b a	0.1015	0.0129	12.7	a d	83.5	11.4	13.7	b a	0.328	0.072	21.3
	45	a b	36.8	1.5	4.1	b a	0.1165	0.0121	10.4	a b	72.5	7.1	9.8	b a	0.259	0.068	26.3
	46	d b	32.5	0.5	1.5	c b	0.1333	0.0292	21.9	b c	63.9	14.2	22.2	b c	0.246	0.051	20.7
	48	b a	40.4	1.4	3.5	d b	0.0897	0.0080	8.9	b d	93.9	7.3	7.8	c a	0.313	0.070	22.4
	49	b c	35.7	0.6	1.7	a b	0.0990	0.0131	13.2	b a	85.5	11.8	13.8	c d	0.311	0.155	49.8
	50	c b	36.3	1.9	5.2	b d	0.0936	0.0116	12.4	d b	90.4	11.0	12.2	b a	0.302	0.182	60.3
		Mittel		37.6	1.4	3.6		0.1023	0.0128	12.1		84.6	9.8	12.0		0.302	0.109

TABELLE 48 (Fortsetzung)

Arbeit an der Elastizitätsgrenze (α)				Biegefestigkeit (β_f)			Deformationsarbeit (A)			Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer (η)			Zähigkeitskoeffizient nach Janka (z)						
Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes		Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes in Prozenten des Mittelwertes	Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes		Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes in Prozenten des Mittelwertes	Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes		Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes in Prozenten des Mittelwertes	Bezeichnung der am meisten von einander abweichenden Teilbalken	Mittelwert der 4 Teilbalken eines Stammes		Maximalabweichung der 4 Teilbalken eines Stammes in Prozenten des Mittelwertes				
	in absoluter Grösse	t. cm			in absoluter Grösse	$i/cn.^2$			in absoluter Grösse	t. cm			in absoluter Grösse	in Prozenten des Mittelwertes					
	d a	0.84	0.50		59.5	c a	0.526		0.224	42.6	c a		7.11	4.28	60.2	a b	0.68	0.02	2.9
a b	0.88	0.18	20.5	d b	0.492	0.159	32.3	d b	6.18	5.98	96.8	a d	0.67	0.11	16.4	a c	3.09	1.39	45.0
d a	0.90	0.59	65.6	c a	0.532	0.216	40.6	c a	7.44	4.10	55.1	c b	0.70	0.04	5.7	a b	3.17	1.11	40.8
c b	0.74	0.23	31.1	c a	0.392	0.085	21.7	a c	3.98	1.83	46.0	a c	0.64	0.12	18.8	a c	3.58	2.51	70.1
a d	1.00	0.23	23.0	d a	0.531	0.123	23.2	a c	6.35	3.47	54.6	a c	0.67	0.12	17.9	a c	3.04	3.73	122.7
b a	0.81	0.46	56.7	b a	0.391	0.129	33.0	a c	2.81	2.13	75.8	a c	0.59	0.17	28.8	a c	2.49	3.23	129.7
c a	0.77	0.37	48.1	d a	0.481	0.095	19.8	d c	5.13	2.33	45.4	a b	0.66	0.09	13.6	a b	2.70	1.98	73.3
c b	0.81	0.65	80.2	c a	0.477	0.145	30.4	c a	5.95	0.98	16.5	b a	0.65	0.09	13.8	a d	3.27	2.19	67.0
b a	0.99	0.42	42.4	d a	0.385	0.111	38.8	c b	3.72	2.71	72.8	c b	0.64	0.18	28.1	c b	3.60	5.11	141.9
c d	0.69	0.26	37.7	c a	0.425	0.210	49.4	b a	4.55	3.75	82.4	b d	0.63	0.06	9.5	a c	2.91	1.58	54.3
	0.84	0.39	46.5		0.463	0.150	33.2		5.32	3.16	60.6		0.65	0.10	15.6		3.09	2.43	79.1
c a	0.98	0.52	53.1	c a	0.704	0.165	23.4	c a	11.50	4.98	43.3	c b	0.71	0.06	8.5	a b	2.60	0.98	37.7
c b	0.84	0.90	10.7	c b	0.495	0.200	40.4	c b	4.53	4.52	100.0	a b	0.62	0.08	12.9	a b	2.03	1.14	56.2
c a	1.08	0.95	88.0	c a	0.460	0.046	10.0	d c	4.16	1.77	42.5	d b	0.62	0.08	12.9	d c	2.60	0.74	28.5
b a	1.09	0.61	56.0	b c	0.530	0.149	28.1	b c	6.36	5.35	84.1	a c	0.65	0.18	27.7	a c	2.75	2.52	91.6
b a	0.79	0.49	62.0	b a	0.459	0.109	23.7	b a	4.27	2.83	66.3	b d	0.61	0.04	6.6	b d	2.28	0.76	33.3
b a	0.80	0.17	21.3	d b	0.360	0.073	20.3	d b	2.58	2.16	83.7	d c	0.59	0.06	10.2	d a	2.50	0.77	30.8
c a	0.88	0.38	43.2	b a	0.521	0.175	33.6	d a	4.77	4.69	98.3	d c	0.62	0.10	16.1	d c	1.88	1.14	60.6
c d	0.97	0.87	89.7	c a	0.520	0.146	28.0	d a	4.97	3.17	63.8	d a	0.63	0.04	6.3	a c	2.18	0.29	13.3
b a	0.89	1.10	123.5	d a	0.534	0.157	29.4	d b	5.56	2.61	46.9	a b	0.65	0.14	21.5	a c	2.28	1.18	51.8
	0.92	0.67	60.8		0.509	0.136	26.3		5.41	3.56	69.9		0.63	0.09	13.6		2.34	1.06	44.9

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 125

Die geringsten Maximalabweichungen in den Eigenschaften des Holzes eines und desselben Stammes findet man beim spezifischen Trockengewicht; sie beträgt durchschnittlich 5.0% jenes Mittelwertes beim Tannen- und 3.6% beim Fichtenholze.

Etwas grösser wird die Maximaldifferenz bei der elastischen Durchbiegung pro 0.1 t Belastung dargestellt; mit dieser ist fast gleich die fragliche Differenz beim Elastizitätsmodul, man kann einen mittleren Maximalunterschied dieser Abweichung um etwa 21% des Mittelwertes beim Tannenholze und um etwa 12% beim Fichtenholze errechnen.

Die nächst höheren Unterschiede ergeben sich bei dem Grenzmodul und der Biegezugfestigkeit. Sie betragen bei dem Grenzmodul 31.3% für das Tannen- und 36.1% für das Fichtenholz, und ebenso bei der Biegezugfestigkeit 33.2% beziehungsweise 26.3%.

Eine ziemlich grosse Abweichung zwischen den vier Teilstäben eines und desselben Stammes weisen die Arbeit an der Elastizitätsgrenze, die Deformationsarbeit beim Bruch und der Zähigkeitskoeffizient nach Janka auf; die einzelnen Abweichungen betragen 46.5%, 60.6%, 79.1% beim Tannenholze und 60.8%, 69.9%, 44.9% beim Fichtenholze.

Man ersieht aus diesen Verhältnissen, dass eine Verschiedenheit der Holzqualität bei der Fichte geringer als bei der Tanne vom gleichen Standorte war. Nun will ich die Extremwerte wichtiger Eigenschaften bezüglich der Biegezug-Elastizität und -Festigkeit sowohl für die einzelnen Biegestäbe als für die einzelnen Probestämme aus der Anhangstabelle (III) herausheben und weiter mit dem zugleich für jede Holzart berechneten Mittelwerte dieser Eigenschaften kurz anführen. Dies geschieht in nachstehender Tabelle (49):

TABELLE 49

Holzart		Durchschnittliche Feuchtigkeit (%)		Extrem- und Mittelwert der Eigenschaften der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit															
				Spezifisches Trockengewicht (100-fach)		Elastizitätsmodul (t/cm ²)		Grenzmodul (t/cm ²)		Arbeit an der Elastizitätsgrenze (t. cm)		Biegungs-festigkeit (t/cm ²)		Deforma-tionsarbeit (t. cm)		Völligkeits-koeffizient nach Tetmajer		Zähigkeits-koeffizient nach Janka	
				Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum	Maxi-mum	Mini-mum
(Bezeichnung der Biegestäbe und Stämme) Ziffernmäßige Größe der Eigenschaften																			
A. Extremwerte einzelner Stäbe																			
Tanne	14.6	(35b)	(39c)	(33c)	(40a)	(38c)	(40d)	(38c)	(40d)	(33c)	(40a)	(33c)	(36c)	(35a)	(39b)	(39c)	(36c)		
		40.6	30.1	102.0	55.3	0.347	0.206	1.23	0.52	0.607	0.314	8.98	1.90	0.73	0.55	6.94	1.56		
Fichte	14.9	(41d)	(46b)	(41a)	(46c)	(41c)	(50a)	(43c)	(50a)	(41c)	(46b)	(41c)	(42b)	(44a)	(42b)	(44a)	(42b)		
		47.1	32.2	114.1	58.1	0.410	0.205	1.64	0.38	0.763	0.334	14.35	1.82	0.74	0.56	4.14	1.32		
B. Extremwerte einzelner Stämme																			
Tanne	14.6	(35)	(39)	(33)	(40)	(35)	(40)	(35)	(40)	(33)	(39)	(33)	(36)	(33)	(36)	(39)	(37)		
		39.5	30.7	87.4	64.2	0.319	0.240	1.00	0.69	0.532	0.385	7.44	2.81	0.70	0.59	3.60	2.70		
Fichte	14.9	(41)	(46)	(41)	(46)	(41)	(46)	(44)	(45)	(41)	(46)	(41)	(46)	(41)	(46)	(44)	(48)		
		45.5	32.5	110.1	63.9	0.359	0.246	1.09	0.79	0.704	0.360	11.50	2.58	0.71	0.59	2.75	1.88		
C. Mittelwerte aus allen Stämmen der einzelnen Holzarten																			
Tanne	14.6	35.0		77.3		0.279		0.84		0.463		5.32		0.65		3.09			
Fichte	14.9	37.6		84.6		0.302		0.92		0.509		5.41		0.63		2.34			

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 127

Es zeigt sich aus dieser Tabelle, dass Stamm 33 und 41 von jeder Holzart verhältnismässig mehrere Maxima, jedoch Stamm 40 und 46 verhältnismässig mehrere Minima der elastischen und Festigkeits-Eigenschaften enthalten, wenn auch in den Stämmen Nr. 35, 39, 36 beziehungsweise 45 ein oder mehrere Extremwerte der Biegunskoeffizienten auffallen. Die Ergebnisse zeigen also, dass die Maxima beziehungsweise Minima der angegebenen Stämme nicht immer dem Zähigkeitskoeffizient nach Janka entsprechen, der nach ihm die Sprödigkeit oder Biogsamkeit des Materials ausdrücken soll.

Vergleicht man die Eigenschaften der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit des Tannen- und Fichtenholzes vom gleichen Standorte miteinander, so ist bei den in der obigen Tabelle angeführten Eigenschaften der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit durchweg zwischen Tannen- und Fichtenholz eine Abnahme der Mittelwerte zu konstatieren, während jedoch der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt des Holzes während der Prüfung bei beiden Holzarten fast gleich ist. Daraus geht hervor, dass Fichtenholz im allgemeinen eine bessere Holzqualität bezüglich der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit als Tannenholz besitzt, wenn auch das durchschnittliche spezifische Gewicht allerdings beim Fichtenholze höher als beim Tannenholze vom gleichen Standorte war.

Wenn man die regelmässigen Veränderungen der Biegungeigenschaften, welche durch verschiedene Feuchtigkeitsgehalte der Hölzer hervorgerufen werden, zunächst untersuchen will, so muss man die Koeffizienten der Biegung nach den zwei Feuchtigkeitsstufen, über oder unter 15%, getrennt von einander zusammenfassen. Das ist in der nachstehenden Tabelle (50) ausgeführt:

TABELLE 50

Holzart	Feuchtigkeits- gehalt in Prozenten	Spezifisches Trockengewicht	Biegungseigenschaften							Anzahl der Probebalken
			Elastizitäts- modul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitäts- grenze	Biegungs- festigkeit	Deforma- tionsarbeit	Koeffizient nach Tetmajer	Zähigkeits- koeffizient nach Janka	
	%	100-fach	t/cm ²	t/cm ²	t. cm	t/cm ²	t. cm			
A. Absolute Werte										
Tanne	13.5	35.3	81.9	0.304	0.93	0.501	5.49	0.64	2.67	20
„	15.8	34.5	72.0	0.252	0.75	0.421	5.10	0.66	3.54	19
Fichte	13.6	37.9	86.6	0.338	1.12	0.536	5.35	0.61	2.07	15
„	15.8	37.5	83.7	0.277	0.79	0.492	5.51	0.65	2.55	20
B. Verhältniszahlen (Geringe Feuchtigkeit=100)										
Tanne	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20
„	117.0	97.7	87.9	82.9	80.6	84.0	92.9	103.1	132.6	19
Fichte	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	15
„	116.2	98.9	96.7	82.0	70.5	91.8	103.0	106.6	123.2	20

Aus dieser Tabelle wird klar, dass der Einfluss des Feuchtigkeitsgrades auf die Biegungseigenschaften ziemlich gross ist, trotzdem der Unterschied der Feuchtigkeitsprozente nur etwa 2% in lufttrockenem Zustande beträgt. In diesen Unterschieden des lufttrockenen Zustandes sind die Eigenschaften der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit bei beiden Holzarten infolge des zunehmenden Feuchtigkeitsgrades um 5-30% der einzelnen Koeffizienten geringer, dagegen ist der Zähigkeitskoeffizient nur um etwa 30% grösser. Jedoch sind die Veränderungsgrössen der Koeffizienten beim Fichtenholze geringer als beim Tannenholze. Der Grund liegt wohl darin, dass bei den durchschnittlichen spezifischen Trockengewichten der Biegeproben die einzelnen Feuchtigkeitsstufen beim Fichtenholze eine geringere Differenz als beim Tannenholze ausdrückten.

Bezüglich der Lage der Biegebalken bei den Biegeversuchen muss hervorgehoben werden, dass die Stäbe teils mit dem Kern oben, wobei also die gespannten Fasern dem äusseren Holze angehörten, teils mit dem Kern unten geprüft wurden. Um die Eigenschaftsveränderungen durch die Lage des Kerns erkennen zu können, wurden die Biegungseigenschaften aller entsprechender Stäbe beim Tannen- und Fichten-

holze zusammengefasst, mit Ausnahme der einen beträchtlich höheren Feuchtigkeitsgehalt als 16% enthaltenden Balken, weil der Feuchtigkeitsgehalt der Probe, wie oben erwähnt, einen starken Einfluss auf die Eigenschaften ausübt. Die nachstehende Tabelle (51) zeigt diesen Vergleich für die wichtigen Biegunskoeffizienten beim lufttrockenen Holze.

TABELLE 51

Holzart	Lage des Kerns	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten	Spezifisches Trockengewicht	Biegungeigenschaften							Anzahl der Probek balken
				Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchmodul	Deformationsarbeit	Koeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	
A. Absolute Werte											
Tanne	oben	14.6	35.1	77.7	0.282	0.85	0.488	6.07	0.66	3.00	20
„	unten	14.6	34.7	76.4	0.274	0.83	0.435	4.49	0.64	3.18	19
Fichte	oben	15.1	37.7	86.2	0.295	0.88	0.525	5.90	0.65	2.47	13
„	unten	14.1	37.8	86.4	0.322	1.03	0.510	5.14	0.62	2.21	16
B. Verhältniszahlen (Splint in der Zugseite=100)											
Tanne	oben	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	20
„	unten	100.0	98.9	98.3	97.2	97.6	89.1	74.0	97.0	106.0	19
Fichte	oben	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	13
„	unten	93.4	100.3	100.2	109.2	117.0	97.1	87.1	95.4	89.5	16

Es geht aus dieser Tabelle hervor, dass die Biegungeigenschaften der einen Splint in der Zugseite enthaltenden Proben beim Tannenholze immer durchaus grösser sind, als im gegenteiligen Falle, während sie beim Elastizitätsmodul, Grenzmodul und der Arbeit an der Elastizitätsgrenze für das Fichtenholz sich entgegengesetzt verhalten, und nur der Bruchmodul, die Deformationsarbeit und der Koeffizient nach Tetmajer bei derselben Holzart gleiche Erscheinungen wie beim Tannenholze aufweisen. Der Grund, dass die zuerst genannten drei Koeffizienten bei einem den Splint in der Zugseite enthaltenden Balken geringer sind, als bei denjenigen mit einem Kern in der Zugseite, mag wohl darin liegen, dass der Unterschied des durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalts der Biegeproben dieser zwei Fälle für das Fichtenholz über 1% des Trockengewichts beträgt. Wenn der durchschnittliche

Feuchtigkeitsgehalt aller Probestäbe dabei demjenigen beim Tannenholze gleich bliebe, so würde allerdings die Differenz der Biegekoeffizienten nicht so beträchtlich verschieden sein, und es mögen sich dann auch gemeinschaftliche Ergebnisse in beiden Holzarten ergeben haben. Bei Betrachtung des Bruchmoduls, der Deformationsarbeit u. s. w. für beide Holzarten kann man aber als gewiss erweisen, dass ein Balken, der so verlegt wird, dass der Kern nicht in die Zugseite zu liegen kommt, bezüglich seiner Festigkeit und seiner Arbeitsleistung bedeutend günstiger sich verhält, als im gegenteiligen Falle.

G. JANKA¹⁾ hat die Bruchformen des Fichtenholzes an Biegungsuntersuchungen geprüft und tatsächlich eine gewisse Beziehung zwischen den Formen des Biegebruches und der mit den Biegungseigenschaften zusammenhängenden Holzqualität des Fichtenholzes gefunden. Dabei hat er festgestellt, dass ein glatter Bruch eine schlechte, ein zackiger Bruch eine mittlere und ein splittriger eine gute Qualität des Fichtenholzes anzeigt.

Ich habe mich bei den Biegungsversuchen bemüht, die Bruchformen der Balken nach obigen Formen zu beurteilen, konnte aber keine gesetzmässigen Biegungseigenschaften nach drei typischen Bruchformen finden; denn ein Bruch war an nicht wenigen Balken unter starker Beeinflussung von Ästen in der Nähe der Balkenmitte entstanden, so dass man in diesem Falle die Bruchformarten nicht bestimmen konnte, und ausserdem war die Anzahl der den einzelnen Bruchformen entsprechenden Probek balken auf die im folgenden angeführten Bruchformstufen nicht gleichmässig verteilt, wobei bemerkt werden möge, dass glatten Bruchformen zugehörige Probek balken sich sehr wenig fanden.

Holzart	Bruchform	Anzahl der entsprechenden Proben
Tanne	{ glatt	5
	{ zackig	17
	{ splittrig	13
	{ undeutlich	4
Fichte	{ glatt	5
	{ zackig	10
	{ splittrig	17
	{ undeutlich	3

1) G. JANKA, Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Heft XXXV, 1909.

Nach Betrachtung obiger Tabelle kann man erkennen, dass Fichtenholz, an welchem splitttrige Bruchformen verhältnismässig mehr als am Tannenholze zur Erscheinung kamen, auch in Bezug auf die Bruchformen gewiss bessere Biegungsqualitäten besitzt als Tannenholz.

Bei den Biegeversuchen brachen viele Probek balken durch Äste, da besonders die Astigkeit an der Zugseite der Balken mehr oder weniger starken Einfluss ausübt; denn massgebend für die Biegefestigkeit eines Holzes ist immer nur die Zugfestigkeit des an der konvex gebogenen Seite des Holzes liegenden Teiles, die ja bedeutend grösser ist als die Druckfestigkeit, was schon daraus erhellt, dass bei den Biegeproben sich Erscheinungen des Druckbruches an der konkaven Seite bedeutend früher bemerkbar machen, als beim Zugbruch, wobei durch Zerreißen der Holzfasern an der konvexen Seite die Zerstörung des Biegebalkens eintritt. Im folgenden soll untersucht werden, inwiefern Astigkeit an der Zugseite Einfluss auf die Biegeeigenschaften ausübt. Die wichtigen Eigenschaften der Probestäbe wurden nach den drei Fällen hinsichtlich ihrer Astigkeit in folgender Tabelle (52) zusammengefasst, wobei im ersten Falle kein Ast an der Zugseite, im zweiten kleine und grosse Äste an der Zugseite nur in einer Mindestentfernung von 15 cm von der Balkenmitte und im dritten Falle ebensolche Äste innerhalb dieser Grenze zur Erscheinung kamen.

TABELLE 52

Holzart	Astigkeit*	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten	Spezifisches Trockengewicht	Biegungseigenschaften								Anzahl der Probek balken
				Elastische Durchbiegung pro o. 1 t	Elastizitäts- modul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitäts- grenze	Bruchmodul	Deformations- arbeit beim Bruch	Koeffizient nach Tetmajer	Zähigkeits koeffi- zient nach Janka	
		%	100-fach	cm	t/cm ²	t/cm ²	t. cm	t/cm ²	t. cm			
A. Absolute Werte												
Tanne	a	14.2	34.6	0.1092	78.6	0.295	0.90	0.501	6.46	0.67	3.36	14
	b	15.7	33.9	0.1201	71.8	0.255	0.76	0.416	4.73	0.65	3.55	10
	c	14.2	35.6	0.1097	78.4	0.283	0.86	0.462	4.71	0.64	2.56	14
Fichte	a	15.8	39.6	0.0908	93.8	0.294	0.78	0.592	7.34	0.66	2.18	6
	b	15.1	38.2	0.1055	83.1	0.322	1.07	0.537	6.88	0.66	2.93	7
	c	14.6	36.9	0.1037	83.1	0.299	0.92	0.480	4.47	0.61	2.21	22
B. Verhältniszahlen												
Tanne	a	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	14
	b	110.6	98.0	110.0	91.3	86.4	84.4	83.0	73.2	97.0	105.7	10
	c	100.0	102.9	100.5	99.7	95.9	95.6	92.2	72.9	95.5	76.2	14
Fichte	a	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6
	b	95.6	96.5	116.2	88.6	109.5	137.2	90.7	93.7	100.0	134.4	7
	c	92.4	93.2	114.2	88.6	101.7	117.9	81.1	60.9	92.4	101.4	22

* Bemerkungen:

- a) Kein Ast in der ganzen Zugseite.
- b) Große bzw. kleine Äste an der Zugseite außerhalb einer Mindestentfernung von 15 cm von der Balkenmitte.
- c) Große bzw. kleine Äste an der Zugseite innerhalb einer Mindestentfernung von 15 cm von der Balkenmitte.

Nach dieser Tabelle sind die Biegekoeffizienten für beide Holzarten bei astigen Balken meistens kleiner als bei astfreien, besonders bei keinen Ast an der Zugseite enthaltenden Balken, dagegen werden sie beim Fichtenholze für den Grenzmodul und die Arbeit an der Elastizitätsgrenze grösser, ebenso erhöht sich der Zähigkeitskoeffizient bei beiden Holzarten. Diese unregelmässigen Erscheinungen werden wohl darauf zurückzuführen sein, dass der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt und das spezifische Trockengewicht bei den einzelnen Stufen der Astigkeit wegen ungleichmässiger Verteilung der Zahl der Probek balken nicht gleich war. Man konnte aber sichtbar einen schlechten Einfluss der Astigkeit an der Zugseite des Balkens auf den Elastizitätsmodell und den Koeffizienten der Festigkeit konstatieren. Und je näher der Balkenmitte die Äste an der Zugseite lagen, desto früher kam der Bruch.

Bezüglich der Astigkeit des Tannen- und Fichtenholzes wurden auch die durchschnittliche Anzahl, Grösse und Lage der Äste bei den Balken für jede Holzart aus der Anhangstabelle ausgezogen und in der nachstehenden Tabelle (53) zusammengefasst:

TABELLE 53

Astigkeit Holzart	Zugseite				Druckseite			
	Anzahl der großen Äste		Anzahl der kleinen Äste		Anzahl der großen Äste		Anzahl der kleinen Äste	
	innerhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	ausserhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	innerhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	ausserhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	innerhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	ausserhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	innerhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte	ausserhalb 15 cm Entfernung von der Balken- mitte
Tanne.	0.24	0.43	0.27	0.31	0.43	0.69	0.26	0.03
Fichte	0.39	0.76	0.64	0.37	0.67	0.84	0.29	0.64

Trotzdem die Astigkeit des Tannenholzes in besserer Beschaffenheit als die des Fichtenholzes aus gleichem Standorte war, war jedoch im allgemeinen die Biegequalität des Tannenholzes, wie oben erwähnt, geringer als diejenige des Fichtenholzes.

3. Beziehungen zwischen Druck- und Biege-Elastizität und -Festigkeit

Da die Probekörper für die Druck- und Biegeversuche aus demselben Probekblock von 2,5 m Länge entnommen worden sind und jeder

durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt in lufttrockenem Zustande der Proben fast gleich ist, so kann man das Verhältnis zwischen Druck- und Biegungseigenschaften, nämlich den Elastizitätsmodul, Grenzmodul beziehungsweise Bruchmodul bezüglich Druck und Biegung bei allen Stämmen beziehungsweise Holzarten, feststellen. Die nachstehende Tabelle (54) zeigt diese Beziehungen :

TABELLE 54

Holzart	Nummer des Stammes	Elastizitätsmodul			Grenzmodul			Bruchmodul		
		für Druck	für Biegung	Verhältnis der Biegung zum Druck	für Druck	für Biegung	Verhältnis der Biegung zum Druck	für Druck	für Biegung	Verhältnis der Biegung zum Druck
		t/cm ²			t/cm ²			t/cm ²		
Tanne	31	108.4	82.6	0.76	0.187	0.287	1.53	0.307	0.526	1.71
	32	118.3	84.3	0.71	0.191	0.298	1.56	0.302	0.492	1.63
	33	110.2	87.4	0.79	0.168	0.305	1.82	0.335	0.532	1.59
	34	92.6	68.1	0.74	0.165	0.251	1.52	0.272	0.392	1.44
	35	102.7	85.2	0.83	0.158	0.319	2.02	0.300	0.531	1.77
	36	106.3	72.3	0.68	0.174	0.264	1.51	0.291	0.391	1.34
	37	105.6	84.1	0.80	0.147	0.277	1.88	0.318	0.481	1.51
	38	105.2	78.3	0.74	0.186	0.275	1.48	0.300	0.477	1.59
	39	91.8	66.2	0.72	0.152	0.276	1.82	0.276	0.385	1.39
	40	84.9	64.2	0.76	0.144	0.240	1.67	0.255	0.425	1.67
	Mittel	102.6	77.3	0.75	0.167	0.279	1.68	0.296	0.463	1.56
Fichte	41	140.9	110.1	0.78	0.231	0.359	1.55	0.390	0.704	1.81
	42	98.8	85.0	0.86	0.148	0.287	1.94	0.287	0.495	1.72
	43	98.7	76.4	0.77	0.137	0.311	2.27	0.265	0.460	1.74
	44	117.9	83.5	0.71	0.180	0.328	1.82	0.334	0.530	1.59
	45	106.4	72.5	0.68	0.137	0.259	1.89	0.283	0.459	1.62
	46	90.1	63.9	0.71	0.111	0.246	2.22	0.225	0.360	1.60
	48	123.7	93.9	0.76	0.154	0.313	2.03	0.325	0.521	1.60
	49	112.3	85.5	0.76	0.169	0.311	1.84	0.292	0.520	1.78
	50	113.6	90.4	0.80	0.198	0.302	1.53	0.311	0.534	1.72
		Mittel	111.4	84.6	0.76	0.163	0.302	1.90	0.301	0.509

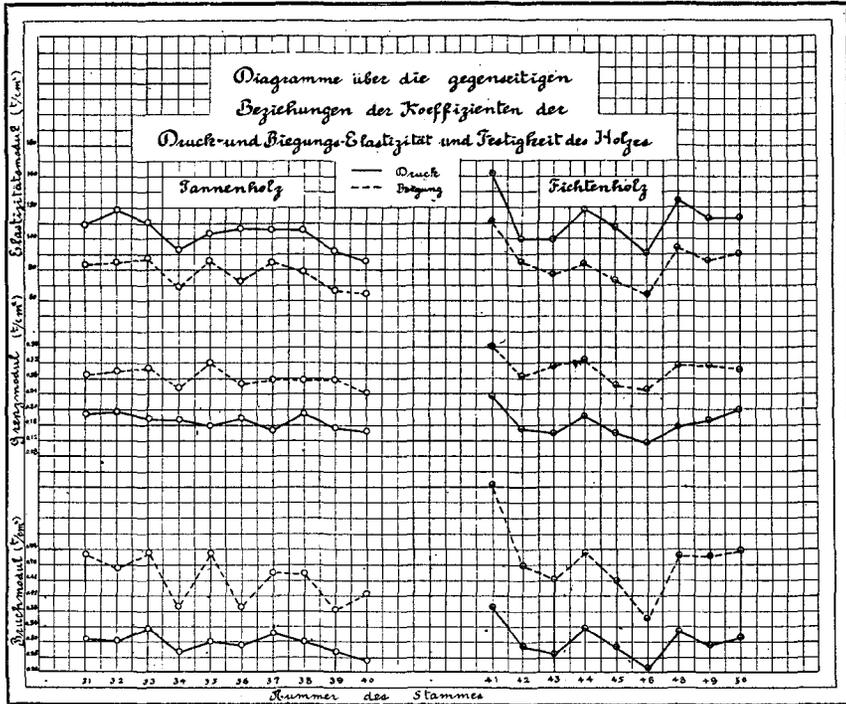


Fig. 12

Wenn man die Diagramme der drei Eigenschaften für Druck- und Biegungs-Elastizität und -Festigkeit in Fig. 12 betrachtet, so springt sofort der ungefähr parallele Verlauf der Linie des Elastizitätsmoduls, Grenzmoduls und Bruchmoduls in die Augen. Die entsprechenden Koeffizienten aller Stämme zeigen fast gleichmässige Zu- beziehungsweise Abnahme sowohl bei Druck als auch bei Biegung. Damit erscheint der Beweis erbracht, dass eine ziemlich regelmässige Abhängigkeit zwischen Druck und Biegung vorhanden ist. Nach vorstehender Tabelle betragen die Quotienten aus Druck- und Biegungskoeffizienten für den Elastizitätsmodul

beim Tannenholze 0.75 beziehungsweise beim Fichtenholze 0.76,
für den Grenzmodul

beim Tannenholze 1.68 beziehungsweise beim Fichtenholze 1.90,
und für den Bruchmodul

beim Tannenholze 1.56 beziehungsweise beim Fichtenholze 1.69,
auch erscheinen sie beim Tannenholze kleiner als beim Fichtenholze.

Das bedeutet, dass beim Fichtenholze die Biegunqsqualität verglichen mit der des Drucks vorteilhafter sich verhält als beim Tannenholze. Nach Benutzung der Quotienten kann man durch einseitige Versuche für Druck oder Biegung ohne weiteres noch andere wichtige Eigenschaften ausfindig machen.

XI. Über grundlegende Unterschiede zwischen den Holzqualitäten

Die hauptsächlichsten Gründe, wodurch eine Differenz zwischen den Zahlenwerten gleichartiger Eigenschaften wie Elastizität und Festigkeit bei Tannen- und Fichtenhölzern entsteht, sind ihr Feuchtigkeitsgehalt, ihr spezifisches Gewicht, ihre Jahrringsverhältnisse und ihre Holzfehler wie Äste, Rotholz u. s. w. Man konnte zuerst eine regelmässige Beziehung des Feuchtigkeitsgehalts zur Druckfestigkeit feststellen, die nach genauen Untersuchungen mit verschiedenen empirischen Formeln für die einzelnen Holzarten ausgedrückt worden ist. Es lässt sich im allgemeinen als die Ursache solcher Druckfestigkeitsänderungen des Holzes infolge verschiedenen Feuchtigkeitsgehalts leicht annehmen, dass je mehr Wasser in der Zellwand der Holzsubstanz vorhanden ist, desto weicher sie allmählich und desto geringer folglich ihre Widerstandsfähigkeit gegen äussere Kraft wird. Ebenso konnte eine regelmässige Beziehung zwischen dem spezifischen Gewicht und der Druckfestigkeit erwiesen werden. Es ist aber noch nicht genügend erklärt worden, warum ein grösseres spezifisches Gewicht des Holzes, das im allgemeinen eine grössere Masse Holzsubstanz in einem einheitlichen Volumen bedeutet, in gleichen Holzarten in Erscheinung tritt. Folglich kann man die grundlegende Ursache der Druckfestigkeitsabweichungen oder -differenzen zwischen den verschiedenen spezifisches Gewicht besitzenden Hölzern, wobei unter dem ersteren Begriff die nur bei gleichen Holzarten und unter dem letzteren die bei verschiedenen Holzarten wie Tanne und Fichte vorliegenden Unterschiede verstanden sein sollen, noch nicht vollkommen erklären, wenn auch sicher steht, dass die Druckfestigkeit durch die Jahrringsverhältnisse, Holzfehler und die an sich ursprüngliche Verschiedenheit der Holzart ziemlich stark beeinflusst wird.

Die grundlegenden Unterschiede zwischen verschiedenen Holzqualitäten, insbesondere dem spezifischen Raumgewicht der Hölzer sind im allgemeinen auf die Eigenschaften und Quantitäten der Substanz;

die das Holz selbst aufgebaut hat, mit anderen Worten auf chemische Bestandteile und anatomische Konstruktionen der Holzsubstanz zurückzuführen. Da es bereits bekannt ist, dass diese chemischen und anatomischen Eigenschaften nicht nur nicht allein in verschiedenen Holzarten, sondern auch in einzelnen Stämmen und in verschiedenen Holzteilen sogar bei gleicher Holzart verändert auftreten, so haben manche Forscher die Beziehungen zwischen obigen Eigenschaften und der Holzqualität besonders dem spezifischen Gewicht oder der Festigkeit des Holzes untersucht.

Nach R. HARTIG,¹⁾ J. BAUSCHINGER,²⁾ A. CIESLAR³⁾ und A. W. SCHORGER⁴⁾ steht die Zellulose beziehungsweise der Ligninstoff, welche den wichtigsten chemischen Bestandteil der Holzsubstanz ausmacht, mit den mechanischen Eigenschaften in grösserer oder geringerer Abhängigkeit. Auch hat Y. TSUJI⁵⁾ nach seinen letzten Untersuchungen über die chemischen Bestände mannigfacher japanischer Hölzer klar gemacht, dass die Biegefestigkeit der Hölzer meistens proportional mit der in einem einheitlichen Volumen enthaltenen Zellulosemenge ab beziehungsweise zuzunehmen scheint, und zwar gestalteten sich dabei die Verhältnisse bei gleichen Holzarten und gleichen Gattungen allmählich regelmässiger. Dagegen hat man durch viele Untersuchungen über Holzfasern an Papiermaterial erkannt, dass das unbrechbare, kräftige Papier aus Fasern mit im Verhältnis zu ihrer Breite grösserer Länge bestanden hat. Ebenso hat Y. TSUJI weiterhin in seinen Untersuchungen berichtet, dass bei verschiedenen Holzarten die Hölzer, die aus derartigen Fasern konstruiert waren, grössere Durchbiegung gezeigt haben, dass aber die Fasergestalt zu ihrer Festigkeit nicht immer in näherer Beziehung gestanden hat. Ausserdem wurde in Untersuchungen über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes von A. CIESLAR und G. JANKA⁶⁾ berichtet, dass solche Fichten ein spezifisch leichtes Holz

1) R. HARTIG, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen.

2) J. BAUSCHINGER, Mitteilungen aus dem mechanisch-technologischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule in München, 1883.

3) A. CIESLAR, Über den Ligningehalt einiger Nadelhölzer: Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXIII.

4) A. W. SCHORGER, Chemistry of Cellulose and Wood, 1926.

5) Y. TSUJI, The Bulletin of the Forest Experiment Station, No. 27 & No. 28, Tokyo, 1927 & 1928.

6) A. CIESLAR und G. JANKA, Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes: Centralblatt für das gesamte Forstwesen, XXVIII. 8. u. 9., Wien 1902.

haben, geringe Druckfestigkeit besitzen und das geringe Gewicht in erster Linie mit der Weite ihrer Tracheiden sich erklärte.

Eine Differenz der anatomischen Konstruktionen zwischen verschiedenen Hölzern bedeutet im allgemeinen eine Verschiedenheit mikroskopischer Eigenschaften der das Holz konstruierenden Zellen und Gewebe, die auf Grund der Verschiedenheit der Holzarten und mancherlei innerer oder äusserer Bedingungen beim Wachstum des Baumes in Erscheinung treten. Der anatomische Bau des Holzes zeigt sich bei von Grund aus verschiedenen Arten und Gattungen umso verschiedener, während die Differenz bei gleichen oder einander nahe stehenden Holzarten lediglich dadurch zum Ausdruck kommt, dass die Zellen und Gewebe des Holzes in ihren Formen und Grössen, ihrer Quantität und Anordnung mehr oder minder schwankt.

Es lässt sich daher annehmen, dass wegen solcher Unterschiede im anatomischen Bau, die Holzqualität, besonders die technisch-mechanischen Eigenschaften der einzelnen Holzteile von gleichen oder verschiedenen Holzarten von einander differenzieren. Die Frage über die Beziehungen zwischen den technisch-mechanischen Eigenschaften und der anatomischen Konstruktion der Hölzer ist aber trotzdem noch nicht genügend erklärt.

Ich habe bereits in meinen früheren Untersuchungen¹⁾ über die Verhältnisse zwischen der anatomischen Konstruktion und den technisch-mechanischen Eigenschaften des Tannenholzes aus dem Teshio-Bezirk berichtet, dass in Bezug auf die durchschnittliche Grösse der Tracheiden, die einen sehr grossen Anteil der Holzsubstanz ausmachen, ziemlich weite Abweichungen in einzelnen Stämmen derselben Holzart vorkamen, und zwar hinsichtlich ihrer Länge um 17%, ihrer Radialbreite um 17%, ihrer Tangentialbreite um 19%, und ihrer Wanddicke um 29%, und weiterhin dass je grösser der Anteil an der gesamten Zellwandfläche war, desto grösser meistens auch das spezifische Gewicht und der Druckelastizitätsmodul war. Ich will im folgenden nach genauen Untersuchungen der anatomischen Konstruktion die grundlegenden Ursachen der Differenz zwischen den Holzqualitäten, insbesondere ihren technisch-mechanischen Eigenschaften für gleiche Holzarten und für verschiedene wie Tanne beziehungsweise Fichte aus dem Kitami-Bezirk klarer herausstellen, dabei aber ihre Abhängigkeit

1) Über das Verhältnis der anatomischen Konstruktion zur Festigkeit des Holzes: *The Journal of the Society of Forestry*, Vol. IX. No. 6., Tokyo 1927.

von den verschiedenen chemischen Beständen der Holzsubstanz unberücksichtigt lassen.

Zum Zweck dieser anatomischen Untersuchung wurde ein kleines Holzstück mit quadratischem Querschnitt von etwa 1 cm² aus den einzelnen Scheibenvierteln IID aller Probestämme entnommen, das nach Betrachtung seiner Lage in einem Stamme ein geeigneter Probeh Holzteil zu sein schien, und dann weiterhin daraus als Präparate dienende Quer-, Radial- und Tangentialschnitte von 20-40 μ Dicke mit Hilfe des Mikrotoms abgeschnitten. Die Altersgrenze aller Holzteile, welche zur Herstellung der Präparate dienten, sind in der folgenden Tabelle angegeben; nach der diesem Stadium entsprechenden durchschnittlichen Jahrringsbreite war die Möglichkeit geboten, festzustellen, ob der einzelne Baum während seinen Altersstufen verhältnismässig normal gewachsen war.

TABELLE 55

Holzart	Nummer des Probestammes	Altersstufe, woraus das Präparat entnommen wurde	Der Altersstufe entsprechende, durchschnittliche Jahrringsbreite (cm)
Tanne	31	80- 90	0.085
	32	90-100	0.170
	33	90-100	0.188
	34	100-110	0.238
	35	70- 80	0.210
	36	50- 60	0.240
	37	70- 80	0.238
	38	70- 80	0.272
	39	50- 60	0.352
	40	50- 60	0.345
Fichte	41	80- 90	0.125
	42	110-120	0.255
	43	100-110	0.245
	44	120-130	0.185
	45	60- 70	0.260
	46	90-100	0.315
	47	130-140	0.175
	48	70- 80	0.260
	49	50- 60	0.250
	50	50- 60	0.280

Man unterscheidet beim Tannenholze je nach der Anordnung der wichtigen Zellen zwei Arten von Holzgewebe, wovon eines eine Ansammlung von langgestreckten, spindelförmigen Tracheiden ist, die der Wasserzuführung und Festigung dienen, und deren anderes Markstrahlen sind, deren Parenchymzellen die Aufspeicherung und Umwandlung von Reservestoffen besorgen und wahrscheinlich auch an der Wasserbewegung beteiligt sind. Der Querschnitt der einzelnen Tracheiden hat meistens rechteckig ausgesehen, und ihre Radialbreite nimmt von innen nach aussen, beziehungsweise vom Frühholzteil zum Spätholzteil bei einer Jahrringszone allmählich ab, dagegen sind sie in der Richtung ihrer Wandung vergrößert. Die Markstrahlen bestehen nur aus sogenannten einfachen Markstrahlen, die zwischen Tracheiden eingesetzt als eine Reihe von Zellen in den Tangentialschnitten erscheinen, wobei einzelne einen fast ellipsoidischen oder kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Beim Fichtenholze haben die Tracheiden fast ebenso wie beim Tannenholze ausgesehen, dagegen sind zwei Arten von Markstrahlen zu unterscheiden, wovon eine einfache Markstrahlen darstellen, deren einzelne Zellen im Querschnitt nicht immer gleich wie bei der Tanne, sondern deren untere und obere etwas verkleinert sind, und die andere spindelförmige Markstrahlen zeigen, die in der Mitte einen horizontal verlaufenden Harzgang mit reichlichen Zellen umringen. Ausserdem sind beim Fichtenholze vertikal verlaufende Harzgänge in die Reihen der Tracheiden eingedrungen, die jeweils entlang der Jahrringszone einzeln oder zu zweien beziehungsweise dreien verbunden sind. Aber sie treten im Tannenholze nur selten auf; infolge von Wunden kommen sie nur in abgegrenzten Teilen vor.

Genau mikroskopische Messungen über Tracheiden, Markstrahlen und Harzgänge an den einzelnen Präparaten aller Probestämme sind in nachstehender Tabelle (56) zusammengestellt:

TABELLE 56

Holzart	Nummer des Probestammes	Tracheiden								Markstrahlen			
		Länge (mm)	Tangentialbreite (μ)	Radialbreite (μ)			Querfläche (μ^2)	Wanddicke (μ)			Einfache Markstrahlen		Spindelförmige Markstrahlen
				im Frühholz	im Spätholz	Mittel		im Frühholz	im Spätholz	Mittel	Zahl in der Tangentialfläche von 1 mm ²	Zellenzahl in einem Markstrahl	
Tanne	Absolute Werte												
	31	3.45	30.5	44.1	19.6	38.2	1165	2.2	5.2	3.7	23.9	10	—
	32	3.67	30.5	37.1	17.5	33.2	1013	2.2	4.5	3.4	22.3	12	—
	33	3.79	31.2	40.7	19.4	33.5	1045	2.1	5.5	3.8	24.0	10	—
	34	3.93	30.0	41.3	20.5	40.4	1212	2.2	4.2	3.2	22.9	11	—
	35	3.50	28.0	38.1	18.5	34.6	969	2.4	5.7	4.1	27.0	11	—
	36	3.38	29.1	34.7	18.5	32.8	954	1.8	4.1	3.0	23.5	10	—
	37	3.48	30.5	44.2	17.3	37.1	1132	1.9	5.0	3.5	23.5	10	—
	38	3.53	30.9	38.0	18.1	34.2	1057	2.4	4.7	3.6	23.3	11	—
	39	3.57	30.0	41.1	19.8	39.6	1188	1.9	3.8	2.9	23.3	11	—
	40	3.29	29.8	45.9	19.1	37.6	1120	1.9	4.3	3.1	23.1	11	—
	Mittel	3.56	30.1	40.5	18.8	36.1	1086	2.1	4.7	3.4	23.7	11	—
	Abweichungsgrößen aller Stämme in Prozenten des Mittelwerts (%)												
Mittel	18.0	10.6	27.7	17.0	21.1	23.8	28.6	40.4	35.3	19.8	18.2	—	
Fichte	Absolute Werte												
	41	3.98	31.4	38.2	19.3	30.3	951	3.0	4.6	3.8	33.1	8	0.69
	42	3.65	28.3	37.5	18.2	30.6	866	2.0	4.0	3.0	29.6	9	0.64
	43	3.81	30.8	45.9	17.5	33.1	1019	2.0	3.8	2.9	33.5	8	0.64
	44	3.43	29.4	41.3	17.9	33.7	991	2.1	3.9	3.0	29.8	7	0.62
	45	3.48	29.1	42.0	19.3	32.9	957	2.3	4.2	3.3	28.6	8	0.66
	46	3.20	28.3	41.7	18.2	34.6	979	2.1	4.7	3.4	32.5	8	0.45
	47	3.83	31.6	44.1	18.0	33.2	1049	2.5	4.6	3.6	29.0	9	0.55
	48	3.67	32.9	41.6	17.0	31.5	1036	2.8	5.0	3.9	29.0	9	0.68
	49	3.64	28.6	41.4	17.9	32.9	941	2.3	4.0	3.2	32.3	7	0.52
	50	3.53	29.1	39.9	17.6	32.0	931	2.0	4.3	3.2	28.6	8	0.68
	Mittel	3.62	30.0	41.4	18.1	32.5	972	2.3	4.3	3.3	30.6	8	0.61
	Abweichungsgrößen aller Stämme in Prozenten des Mittelwerts (%)												
Mittel	21.5	15.3	20.3	12.7	12.3	18.8	43.5	27.9	30.3	16.0	25.0	39.3	

In dieser Tabelle ist die Radialbreite und Wanddicke des Früh- und Spätholzes und die durchschnittliche Grösse der radial angeordneten zehn Tracheiden in der Nähe der Jahrringsgrenze für je fünf Früh- und Spätholzteile angezeigt, wobei sie in fünf verschiedenen Querschnitten an einem Jahrringe gemessen wurden. Auch wurde die Tangentialbreite der Tracheiden in gleichen Jahrringszonen mit Hilfe der Distanz zwischen zwei einander angenäherten Markstrahlen und der Anzahl der zwischen denselben liegenden Tracheiden im gleichen Querschnitt berechnet, wobei 50 Abmessungen vorgenommen wurden. Auch wurde die durchschnittliche Radialbreite der Tracheiden berechnet, und zwar so dass der Zahlenwert für eine Jahrringsbreite mit der Gesamtzahl der Tracheiden in den zugehörigen Jahrringen durch 5 Jahrringe dividiert wurde. Die Länge der Tracheiden ist im Durchschnitt von 50 verschiedenen Abmessungen im Tangentialschnitt ausgedrückt. Die in einer einheitlichen Tangentialfläche von 1 mm^2 vorkommende Anzahl einfacher Markstrahlen, die aus der im 120-fachen Gesichtsfelde beobachteten Anzahl von fünf verschiedenen Abmessungen im Durchschnitt gewonnen wurde, wurde ebenso wie die durchschnittliche Zahl der in einem Markstrahl enthaltenen Zellen in obiger Tabelle ausgedrückt. Ebenso ist die in einer einheitlichen Tangentialfläche von 1 mm^2 enthaltene Anzahl spindelförmiger Markstrahlen, die aus ihrer in einem 40-fachen Gesichtsfelde vorkommenden Anzahl von zehn verschiedenen Beobachtungsergebnissen im Durchschnitt erhalten wurde, oben angezeigt. Die Harzgänge beim Fichtenholze, mit $50\text{--}100\mu$ Durchmesser, treten in einer Distanz von $0.5\text{--}3.5 \text{ mm}$ von einander entfernt, entlang der Jahrringszone einzeln beziehungsweise zu zweien oder dreien verbunden auf.

Um Untersuchungen über die Beziehungen zwischen anatomischer Konstruktion und technisch-mechanischen Eigenschaften des Holzes dienen zu können, sind die wichtigen Koeffizienten der Druck-Elastizität und -Festigkeit bei den Probestämmen, die bereits als zu diesem Zweck geeignet besprochen wurden, in folgender Tabelle (57) aufgestellt:

TABELLE 57

Holzart	Nummer des Probestammes	Spezifisches Lufttrocken- gewicht (100-fach)	Elastizitäts- modul (t/cm ²)	Grenzmodul (t/cm ²)	Bruchmodul (t/cm ²)
Tanne	Absolute Werte				
	31	38.3	108.4	0.187	0.307
	32	38.6	118.3	0.191	0.302
	33	38.7	110.2	0.168	0.335
	34	34.9	92.6	0.165	0.272
	35	41.6	102.7	0.158	0.300
	36	38.1	106.3	0.174	0.291
	37	38.5	105.6	0.147	0.318
	38	37.0	105.2	0.186	0.300
	39	32.8	91.8	0.152	0.276
	40	34.5	84.9	0.144	0.255
	Mittel	37.3	102.6	0.167	0.296
	Abweichungsgröße aller Stämme in Prozenten des Mittelwerts (%)				
Mittel	23.6	32.6	28.1	27.0	
Fichte	Absolute Werte				
	41	49.0	140.9	0.231	0.390
	42	40.0	98.8	0.148	0.287
	43	38.0	98.7	0.137	0.265
	44	41.9	117.9	0.180	0.334
	45	39.4	106.4	0.137	0.283
	46	35.3	90.1	0.111	0.225
	48	43.1	123.7	0.154	0.325
	49	38.3	112.3	0.169	0.292
	50	38.9	113.6	0.198	0.311
	Mittel	40.4	111.4	0.163	0.301
	Abweichungsgröße aller Stämme in Prozenten des Mittelwerts (%)				
	Mittel	33.9	45.6	73.6	54.8

Ich will zuerst untersuchen, welchen Einfluss die Verschiedenheit der anatomischen Konstruktion auf das spezifische Gewicht ausübt. Nach Betrachtung obiger Tabelle zeigen sich ziemlich grosse Abweichungen in den Eigenschaften bezüglich der anatomischen Konstruktion in gleichen Holzarten. Insbesondere sind sie an den Querflächen der Tracheiden und der Wanddicke zu beobachten, die wahrscheinlich eine wichtige Rolle in der Bestimmung des spezifischen Gewichts spielen. Die Abweichung in der Querfläche der Tracheiden beträgt beim Tannenholze 23,8%, beim Fichtenholze 18,8%, die der Wanddicke 35,3% beim Tannenholze beziehungsweise 30,3% beim Fichtenholze. Andererseits beträgt die Abweichung des spezifischen Lufttrockengewichts in den entsprechenden Probestämmen 23,6% beim Tannenholze beziehungsweise 33,9% beim Fichtenholze.

Wenn man die anatomische Konstruktion und die spezifischen Gewichte aller einzelnen Stämme vergliche, könnte man nicht immer einen deutlichen Einfluss der anatomischen Konstruktion auf das spezifische Gewicht erweisen, vielmehr sind die Beziehungen zwischen diesen zwei Eigenschaften sehr verwickelt, denn die Grösse der bei der Ermittlung der anatomischen Konstruktion und Bestimmung des spezifischen Gewichts gebrauchten Probeholztheile war auffallend verschieden. Dieser Vergleich wurde aber dadurch leicht erreicht, dass die einzelnen Ergebnisse bezüglich der anatomischen Konstruktion aller Stämme nach drei Klassen des spezifischen Lufttrockengewichts—desjenigen über 40, 40–35 und unter 35 beim Tannenholze beziehungsweise desjenigen über 45, 45–40 und unter 40 beim Fichtenholze—zusammengefasst wurden, wobei der ersten Klasse der Stamm Nr. 35, der zweiten die Stämme Nr. 31, 32, 33, 36, 37 und 38 und der dritten die Stämme Nr. 34, 39 und 40 beim Tannenholze beziehungsweise beim Fichtenholze der ersten der Stamm Nr. 41, der zweiten die Stämme Nr. 42, 44, 47 und 48 und der dritten die Stämme Nr. 43, 45, 46, 49 und 50 zugehören. Die durchschnittlichen Ergebnisse der anatomischen Eigenschaften aller einzelnen Klassen des spezifischen Gewichts sind in der nachstehenden Tabelle (58) dargestellt:

TABELLE 58

Holzart	Klasse des spezifischen Luftrockengewichts	Durchschnittliches spezifisches Luftrockengewicht	Tracheiden									Markstrahlen			Nummer der entsprechenden Probestämme
			Länge	Tangentialbreite	Radialbreite			Querfläche	Wanddicke			Einfache Markstrahlen		Spindel-förmige Markstrahlen	
					im Frühholz	im Spätholz	Mittel		im Frühholz	im Spätholz	Mittel	Zahl in der Tangentialfläche von 1 mm ²	Zellenzahl in einem Markstrahl	Zahl in der Tangentialfläche von 1 mm ²	
Tanne	über 40	41.6	3.50	28.0	38.1	18.5	34.6	969	2.4	5.7	4.1	27.0	11	—	35 31, 32, 33
	40-35	38.2	3.55	30.4	39.8	18.4	34.8	1061	2.1	4.8	3.5	23.4	11	—	36, 37, 38
	unter 35	34.1	3.60	29.9	42.8	19.8	39.2	1173	2.0	4.1	3.1	23.1	11	—	34, 39, 40
Fichte	über 45	49.0	3.98	31.4	38.2	19.3	30.3	951	3.0	4.6	3.8	33.1	8	0.69	41
	45-40	41.7	3.65	30.6	41.1	17.8	32.5	986	2.4	4.4	3.4	29.4	9	0.62	42, 44, 47, 48 43, 45, 46
	unter 40	38.0	3.53	29.2	42.2	18.1	33.1	965	2.1	4.2	3.2	31.1	8	0.56	49, 50

Die Wanddicke der Tracheiden bei beiden Holzarten nimmt je nach dem kleineren oder grösseren spezifischen Gewicht allmählich ab. Dagegen ist fernerhin die Grösse der Tracheiden bei Abnahme des spezifischen Gewichts beim Tannenholze umso grösser, wenn auch ihre Tangential- und Radialbreite am Frühholzteil sich etwas unregelmässig verändert. Beim Fichtenholze stimmt die Querflächenabnahme der Tracheiden mit der Abnahme des spezifischen Gewichts nicht so vollkommen wie beim Tannenholze überein, da die Dimensionen der Tracheiden im Frühholz, Spätholz und in ihrem Durchschnitt infolge des kleineren spezifischen Gewichts unregelmässig entweder beziehungsweise zunehmen. Jedoch darf man bei genauerem Nachdenken über ihre Veränderung sich die Sachlage doch so vorstellen, dass die Querfläche der Tracheiden mit Abnahme des spezifischen Gewichts zunimmt. Ausserdem nimmt die Zahl der einfachen Markstrahlen in einem einheitlichen Tangentialschnitt beim Tannenholze mit kleinerem spezifischen Gewicht ab, dagegen beim Fichtenholze ist diese Abnahme zwar undeutlich, jedoch ist soviel klar, dass dabei die Zahl der spindelförmigen Markstrahlen in einem einheitlichen Tangentialschnitt deutlich abnimmt. Der Grund liegt darin, dass die einzelnen Zellen der Markstrahlen im allgemeinen sehr klein sind und jeweils Reservestoffe in sich enthalten, folglich ihr Festgehalt in einem einheitlichen Volumen grösser als derjenige der Tracheiden sein muss, mit anderen Worten ihr Vorkommen mit der Zahl der Tracheiden in einem gewissen Verhältnis steht, wobei die Zahl der Markstrahlen in einem einheitlichen Tangentialschnitt je nach grösseren oder kleineren Tracheiden weniger oder mehr werden. Aus obigem erklärt sich im allgemeinen, dass die anatomischen Eigenschaften der Tracheiden und der Markstrahlen von den das Holz konstruierenden Zellen und Geweben von dem spezifischen Gewicht des betreffenden Holzes abhängig sind. Vor allem hat eine grössere Wanddicke der Tracheiden den grössten, und bei abnehmender Grösse der Tracheiden insbesondere eine kleinere Querfläche der Tracheiden am Frühholzteil einen ziemlich grossen Einfluss auf die Zunahme des spezifischen Gewichts. Diese Einwirkung ist beim Tannenholze umso beträchtlicher als beim Fichtenholze, als der anatomische Bau des ersteren verhältnismässig einfacher ist.

Da die Koeffizienten für die Druck-Elastizität und -Festigkeit in deutlicher, regelmässiger Beziehung zum spezifischen Gewicht des Holzes stehen, wie im vorherigen Kapitel erwähnt, so lässt es sich als zweifellos annehmen, dass die Differenzen der anatomischen Konstruktion, nämlich

die Abweichungen der Wanddicke, der Grösse der Tracheiden und der Quantität der Markstrahlen zwischen verschiedenen Stammhölzern gleicher Holzart wie Tanne oder Fichte auch gewiß ihre grossen Abweichungen im Gefolge haben.

Nach den vorherigen Untersuchungsergebnissen über die Druckbeziehungsweise Biegungs-Elastizität und -Festigkeit sind diese zwei Holzeigenschaften bei der Fichte im allgemeinen besser als bei der Tanne, wegen des grösseren spezifischen Gewichts der ersteren. Ein solcher Vergleich der Holzqualität zwischen dem Tannen- und Fichtenholz mag aber nicht immer von grossem Wert sein, wenn man als Maßstab für die Beurteilung der Holzqualität des Bauholzes annimmt, dass die Koeffizienten der Druckbeziehungsweise Biegungs-Elastizität und -Festigkeit in einem gewissen Verhältnisse zu seinem spezifischen Gewicht stehen. Dividiert man hier die durchschnittlichen Zahlenwerte für die wichtigen Koeffizienten der Druckbeziehungsweise Biegungs-Elastizität und -Festigkeit beider Holzarten mit denjenigen für ihr spezifisches Gewicht, so ergibt sich folgende Tabelle (59):

TABELLE 59

Holzart	Spezifisches Luftrocken- gewicht	Elastizitätsmodul		Grenzmodul		Bruchmodul	
		Absolute Werte	Quotient	Absolute Werte	Quotient	Absolute Werte	Quotient
		100-fach t/cm ²		t/cm ²		t/cm ²	
für die Druck-Elastizität und -Festigkeit							
Tanne	37.3	102.6	2.75	0.167	0.00449	0.296	0.00793
Fichte	40.4	111.4	2.75	0.163	0.00400	0.301	0.00742
für die Biegungs-Elastizität und -Festigkeit							
Tanne	37.5	77.3	2.06	0.279	0.00744	0.463	0.01235
Fichte	40.5	84.6	2.09	0.302	0.00746	0.509	0.01257

Diese Quotienten ergeben die Zahlenwerte für den Grad technisch-mechanischer Veränderungen bei beiden Holzarten, die mit der Ab- oder Zunahme des spezifischen Gewichts auftreten, wobei vorausgesetzt

wurde, dass sie in ihrer Beziehung zum spezifischen Gewicht eine Gerade vorstellen.

Wenn man nun diese Quotienten bei beiden Holzarten miteinander vergleicht, so sind sie beim Tannenholze im allgemeinen für die Druck-Elastizität und -Festigkeit grösser, dagegen für die Biegungs-Elastizität und -Festigkeit kleiner als beim Fichtenholze, wenn auch der Quotient des Druckelastizitätsmoduls bei beiden Holzarten gleich ist.

Nach Vergleichung der durchschnittlichen Zahlenwerte der anatomischen Eigenschaften beider Holzarten ist der Unterschied in der Wanddicke der Tracheiden, die den grössten Einfluss auf das spezifische Gewicht ausüben, sehr gering, dagegen der in der Grösse der Tracheiden etwas deutlicher, wobei ihre Radialbreite und folglich auch ihre Querfläche beim Tannenholze grösser als beim Fichtenholze ist, weiterhin ist auch die Anordnung der Markstrahlen und ihre Zahl in einer einheitlichen Tangentialfläche untereinander verschieden, d. h. die einfachen Markstrahlen betragen 23.7 in 1 mm² Tangentialschnittfläche beim Tannenholze und 30.6 in 1 mm² beim Fichtenholze, die spindelförmigen Markstrahlen dagegen, die ebenso wie die Harzgänge nur beim Fichtenholze vorkommen, 61 in 1 cm².

Man kann daher annehmen, dass der Unterschied im spezifischen Gewicht zwischen dem Tannen- und Fichtenholz in keiner Beziehung zur Wanddicke der Tracheiden steht, vielmehr durch die Differenz in der Grösse der Tracheiden und der Quantität der Markstrahlen verursacht ist.

Da die Tracheiden jeweils von radial und horizontal verlaufenden Markstrahlen durchdrungen werden, werden ihre Teile in der Nähe der Markstrahlen mehr oder weniger verbogen und wegen ihrer spindelförmigen, langgestreckten Form an ihren beiden Enden ein wenig schräg zur Lastrichtung verbunden, so dass bei Druckversuchen die Faserrichtung des Holzes, d. h. hauptsächlich die Längsachse der Tracheiden im allgemeinen mit der Lastrichtung nicht vollständig parallel liegt, und die zu ihr parallel verlaufende Faserrichtung je nach mehr oder weniger verwickelter Anordnung der Holz-Zellen und -Gewebe beträchtlich gestört ist. Je schräger die Faserrichtung der zur Festigung dienenden Tracheiden zur Lastrichtung verläuft, desto schwächer wird die Widerstandsfähigkeit zur äusseren Kraft, wie bereits bei den Untersuchungen über den Einfluss der Astverhältnisse auf die Druckfestigkeit erwähnt worden ist. Aus diesem Grunde erklärt es sich leicht, dass beim Tannenholze mit verhältnismässig einfacher anatomischer Kon-

struktion und weniger gestörter Faserrichtung die Druck-Elastizität und -Festigkeit besser ist als beim Fichtenholze mit sichtbar verwickelter Konstruktion, wobei dieser Vergleich allerdings zur Voraussetzung hat, dass der Grad der Veränderungen der Eigenschaften in einem bestimmten Verhältnisse zum spezifischen Gewicht steht.

Dagegen ist im Falle der Biegung die durch Belastung auf den Probekörper hervorgerufene Widerstandsfähigkeit je nach den einzelnen Teilen nicht so gleichartig und einfach wie bei den Druckversuchen und ihre Erklärung hat mechanische Gründe. Es ist dabei nicht nötig, diesen Gesichtspunkt genauer auszuführen und es kann genügen, darauf hinzuweisen, dass das Holz folglich im allgemeinen im Vergleich zu seiner grösseren Biegezugfestigkeit in seinen unteren Teilen eine grössere Zugfestigkeit zu besitzen wünscht. Da es bereits bekannt ist, dass bei Fasern mit grösserer Länge im Verhältnis zur Breite oder Quersfläche grössere Zugfestigkeit sich zeigt, so ist die Ursache der Differenz zwischen der Biegezug-Elastizität und -Festigkeit beim Tannen- und Fichtenholze mit Hilfe des Quotienten zwischen der Länge und Quersfläche der Tracheiden verhältnismässig einfach zu erklären. Der Quotient von 3.278 beim Tannenholz ist kleiner als der von 3.724 beim Fichtenholze. Daher kann man allgemein annehmen, dass das Fichtenholz eine bessere Biegezug-Elastizität und -Festigkeit als das Tannenholz aufweist, wegen der grösseren Tracheidenlänge im Verhältnis zu ihrer Quersfläche beim zuerst genannten, wobei dieser Vergleich allerdings ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Grad dieser Eigenschaften und dem spezifischen Gewicht voraussetzt.

XII. Schlusswort

Ich fasse hier die aus den vorstehenden Untersuchungen sich ergebenden hauptsächlichsten Ergebnisse bezüglich der technisch-mechanischen Eigenschaften an Tannen und Fichten von gleichen Standorten, die mit einem Brusthöhendurchmesser von 43 cm im Durchschnitt als Bestandholz unserer Wälder die Hiebsreife bereits oder wenigstens fast erlangt haben, wie folgend zusammen:

1. Die Splintbreite im Querschnitt war beim Fichtenholze um 1.8 mal grösser als beim Tannenholze. Dagegen war der Feuchtigkeitsgehalt bei ersterem kleiner als bei letzterem. Ausserdem war bei der Fichte das spezifische Trockengewicht des Splintholzes höher als dasjenige des Kernholzes, dagegen bei der Tanne dieses Verhältnis umgekehrt.

2. Das spezifische Trockengewicht schwankte zwischen 29-49 beim Tannenhölze, beziehungsweise 32-48 beim Fichtenholze, und betrug im Gesamtdurchschnitt 36.0 bei ersterem beziehungsweise 38.6 bei letzterem. Daher ist Tannenholz im allgemeinen leichter als Fichtenholz. Die Beziehung zwischen dem spezifischen Absoluttrockengewicht (s_0) und dem Normallufttrockengewicht (s_{15}) war mit folgender Formel dargestellt:

$$\begin{aligned} \text{beim Tannenhölze} & \quad s_{15} = 1.209795 + 1.035745 s_0 \\ \text{,, Fichtenholze} & \quad s_{15} = 2.072010 + 1.029745 s_0 \end{aligned}$$

Damit wurde das spezifische Normallufttrockengewicht für den vorstehenden Gesamtdurchschnitt des spezifischen Absoluttrockengewichts berechnet. Es betrug 38.5 beim Tannenhölze und 41.8 beim Fichtenholze.

3. Die Beziehung zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt (f) und der Druckfestigkeit (β_f) wurde mit der nachstehenden Formel ausgedrückt:

$$\begin{aligned} \text{beim Tannenhölze} & \quad \beta_f = 628.04 \times 10^{-0.0116298 f^{1.2}} \\ \text{,, Fichtenholze} & \quad \beta_f = 678.92 \times 10^{-0.0116579 f^{1.2}} \end{aligned}$$

Danach war der Einfluss der Feuchtigkeitsgehaltsveränderung auf die Druckfestigkeit beim Fichtenholze etwas grösser als beim Tannenhölze. Ferner waren die Beziehungen zwischen dem spezifischen Gewicht (s) und der Druckfestigkeit (β) folgende:

$$\begin{aligned} \text{beim Tannenhölze in absoluttrockenem Zustande} & \quad \beta_0 = 7.523 s_0^{1.23178} \\ \text{,, Fichtenholze ,, ,, ,,} & \quad \beta_0 = 5.412 s_0^{1.31835} \\ \text{,, Tannenhölze ,, normallufttrockenem ,,} & \quad \beta_{15} = 12.761 s_{15}^{0.88674} \\ \text{,, Fichtenholze ,, ,, ,,} & \quad \beta_{15} = 6.971 s_{15}^{1.04977} \end{aligned}$$

Dadurch war der Einfluss der Veränderung des spezifischen Gewichts unter gleichem Feuchtigkeitszustande auf die Druckfestigkeit beim Fichtenholz etwas grösser als beim Tannenhölze. Die Druckfestigkeit für das durchschnittliche spezifische Normallufttrockengewicht betrug 325 kg/cm² beim Tannenhölze und 351 kg/cm² beim Fichtenholze. Der Qualitätsquotient wurde beim Tannenhölze im allgemeinen auf der Stufe eines niedrigen beziehungsweise nicht allzu hohen spezifischen Absoluttrockengewichts grösser, dagegen auf einer hohen Gewichtsstufe kleiner als beim Fichtenholze, wahrscheinlich wegen des grösseren Einflusses des Rotholzes beim Tannenhölze. Ausser dem Feuchtigkeitsgehalt und spezifischen Gewicht waren wichtige Faktoren der Druckfestigkeitsveränderung Astigkeit, Jahrringsverhältnisse, Rotholz,

die Höhe der Stammteile über dem Boden und die Lage der Querschnitte zur Himmelsrichtung.

4. Beim Tannenholze war die prozentuale Radialschwindungsgrösse kleiner, dagegen die prozentuale Tangentialschwindungsgrösse grösser als beim Fichtenholze. Daher arbeitete das Tannenholz infolge des ab- oder zunehmenden Feuchtigkeitsgehalts stärker als das Fichtenholz.

5. Die Koeffizienten der Druck-Elastizität und -Festigkeit wurden im allgemeinen infolge des grösseren spezifischen Gewichts beim Fichtenholze etwas grösser gefunden, jedoch waren die Quotienten zwischen diesen Eigenschaften und dem spezifischen Gewicht etwas kleiner oder fast gleich wie beim Tannenholze.

6. Viele Koeffizienten der Biegungs-Elastizität und -Festigkeit waren im allgemeinen infolge des grösseren spezifischen Gewichts beim Fichtenholze ziemlich grösser als beim Tannenholze, ebenso auch die Quotienten dieser Eigenschaften und des spezifischen Gewichts. Letzteres war aber auf jeden Fall zäher als das Fichtenholz.

7. Nach der Untersuchung der anatomischen Konstruktion des Holzes, lag eine auffällige Eigentümlichkeit in dem starken Vorkommen von spindelförmigen Markstrahlen und Harzgängen beim Fichtenholze, dagegen fand sich wenig Verschiedenheit in Bezug auf Grösse, Formen, Wanddicke, Quantität und Anordnung der Zellen und Gewebe, weiterhin stellte es sich heraus, dass die Verschiedenheit in den technisch-mechanischen Eigenschaften bei gleichen Holzarten auf die Wanddicke, den Flächeninhalt der Tracheiden und die Quantität der Markstrahlen in einem einheitlichen Volumen zurückzuführen sind, wobei die Wanddicke vor allem den grössten Einfluss auf sie ausübt, während die Verschiedenheit zwischen verschiedenen Holzarten mehr in der Grösse der Tracheiden und der Anordnung der Zellen und Gewebe als in der Wanddicke liegen.

Der Unterschied zwischen Tannen- und Fichtenholz als Bauholz schwankte empfindlich unter verschiedenen Bedingungen und Umständen, so dass er selbst unter Berücksichtigung der oben erwähnten Ergebnisse nur äusserst schwierig zu beurteilen war. Es ist aber allgemein bekannt, dass Säulen oder Balken, welche als Baumaterial am meisten verwendet werden, auf verhältnismässig bessere Biegungseigenschaften Anspruch machen. Wenn man daher aus diesem Betracht die beiden Holzarten miteinander vergleicht, so kann man annehmen, dass Fichtenholz etwas bessere Qualität als Tannenholz besitzt. Ferner fand man

im Fichtenholze eine Holzqualität, die sich als Werkholz besser eignete, nämlich geringeres Schwinden und Arbeiten als beim Tannenholze. Ausserdem entspricht das gesunde Fichtenholz aus Gründen grösserer Schönheit der Oberfläche und unserem Geschmack ansprechenderer Färbung den Forderungen eines Hochbauholzes, wenn auch seine Qualität durch Vorkommen von Harzgallen mehr oder weniger geschädigt wird. Auch ist leider zu beachten, dass seine Dauerhaftigkeit unter der starken Feuchtigkeit mehr als beim Tannenholze leidet.

Da der Unterschied der technisch-mechanischen Eigenschaften zwischen dem Tannen- und Fichtenholze allerdings nicht allzu beträchtlich ist und das Angebot selbstverständlich begrenzt ist, so müssen noch jetzt beide Hölzer als Bauholz auf verschiedene Weise verwandt werden. Je mehr das Hochbauholz in Zukunft jedoch hauptsächlich auf grössere Dimensionen, Schönheit und bessere technisch-mechanische Eigenschaften Anspruch macht, desto grösser wird das Bedürfnis nach Fichtenholz. Man muss deshalb unter dem Gesichtspunkt der Holzverwertung die jetzt noch schwierig zu verjüngende Fichte als eine wichtige Holzart betrachten und von nun an sich bemühen, mit Hilfe genauerer Untersuchungen über waldbauliche Eigenschaften ihre Aufforstung zugleich mit derjenigen der verhältnismässig leicht verjüngbaren Tanne möglichst vollkommen durchzuführen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAUSCHINGER, J.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit von Fichten- und Kiefern-Bauhölzern: Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der königl. techn. Hochschule in München, 9., 1883.
- BAUSCHINGER, J.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit verschiedener Nadelhölzer: Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der königl. techn. Hochschule in München, 16., 1887.
- BERTO, H.: Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weisstanne und Fichte: Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, IV., München 1895, S. 97-112 u. 177-216.
- BETTS, H. S.: Timber: its strength, seasoning and grading, N.Y. 1919.
- CIESLAR, A.: Über den Ligningehalt einiger Nadelhölzer: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXIII., Wien 1897.
- CIESLAR, A. und JANKA, G.: Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes: Centralblatt für das gesamte Forstwesen, XXVIII., Wien 1902, S. 237-403.
- ENNER, W. F.: Studien über das Rotbuchenholz, Wien 1875.
- FUJIOKA, M.: Studien über den anatomischen Bau des Holzes der japanischen Nadelbäume: Journal of the College of Agriculture, Imperial University of Tokyo, IV. 4., Tokyo 1913.
- HAEDEK, A. u. JANKA, G.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer, I. Fichten Südtirols: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXV., Wien 1900.
- HARTIG, R.: Das Holz der deutschen Nadelbäume, Berlin 1885.
- HARTIG, R.: Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Berlin 1891.
- HARTIG, R.: Holzuntersuchungen, Berlin 1901.
- JANKA, G.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXVIII. (1904), XXXV. (1909), XXXVII. (1913) u. XL. (1918).
- JEFFREY, E. C.: The anatomy of woody plants, 1917.
- KANEHIRA, R.: Anatomical character and identification of the important woods of the Japanese Empire, Taihoku 1926.
- KOEHLER, A.: The properties and uses of wood, N. Y. 1924.
- MIKOLASCHEK, K.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, II. Band, 1. Heft, Wien 1879.
- MIYABE, K. and KUDO, Y.: Icones of the essential forest trees of Hokkaido, Vol. I., 1920-1923.
- MIVAI, K. and OHSAWA, M.: Experiments in the bending strength of frozen wood: Research Bulletins of the College Experimental Forests, College of Agriculture, Hokkaido Imperial University, Sapporo, Japan, Vol. II. No. 1., 1923, p. 30-54.
- MIVAI, K. u. OHSAWA, M.: Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der Bauhölzer Hokkaidos, I. Tanne (*Abies sachalinensis* Fr. Schm.) aus Teshio: Research Bulletins of the College Experimental Forests, College

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 155

- of Agriculture, Hokkaido Imperial University, Sapporo, Japan, Vol. III. No. 1., 1925.
- NÖRDLINGER, H.: Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860.
- NÖRDLINGER, H.: Die gewerblichen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1890.
- OHSAWA, M.: Über das Verhältnis der anatomischen Konstruktion zur Festigkeit des Holzes: The Journal of the Society of Forestry, IX. 6., Tokyo 1927. S. 14-19.
- OHSAWA, M.: Das Verhältnis zwischen Wassergehalt der Hölzer und Feuchtigkeit der Umgebung: Journal of the Society of Agriculture and Forestry Sapporo, Japan, XIX. 89., 1928, p. 605-615.
- PENHALLOW, D. P.: North American Gymnosperms, Boston 1907.
- RECORD, S. J.: The mechanical properties of wood, N.Y. 1914.
- RUDELOFF, M.: Bericht über die im Auftrage des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten ausgeführten Holzuntersuchungen, Berlin 1889.
- RUNNING, T. R.: Empirical formulas, N. Y. 1917.
- SCHORGER, A. W.: Chemistry of cellulose and wood, N. Y. 1926.
- SCHWAPPACH, A.: Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume, I., Berlin 1897 & II., 1898.
- TAKAHASHI, H.: Untersuchungen über die Festigkeit des Holzes von Hokkaido und Sachalin: The Bulletin of the Forestry Experiment Station, Japan, No. 10., Tokyo 1913, p. 21-60.
- TSUJI, Y.: Verhältnis zwischen den chemischen Bestandteilen des Holzes sowie der Form und Stärke der Holzfasern: The Bulletin of the Forestry Experiment Station, Japan, No. 27., Tokyo 1927, p. 83-115; No. 28., Tokyo 1928, p. 95-126.
- WAWRZINIÖK, O.: Handbuch des Materialprüfungswesens für Maschinen- und Bauingenieure, Berlin 1923.
- YAMABAYASHI, N.: Identification of Corean woods (Ginkgoales & Coniferae), Keijo 1928.
-

ANHANGS

Versuchsergebnisse über

Tannenholz

Fichtenholz

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels		Der Jahrringe				Würfel I						
			Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entspre- chenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe		Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²	
			in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut trockenem Zustande	in feuchtem Zustande während der Probe	des spezifi- schen Gewichts	der Druck- festigkeit						
$\frac{31}{I}$	a	87	IV-VIII	5.79	0.161	25	13.5	42.6	40.2	40.4	42.8	358	
	b	93	IV-VIII	6.34	0.159	22	14.5	41.4	39.2	365	41.8	350	
	c	102	III-VIII	7.73	0.138	24	13.1	43.3	41.6	42.1	44.3	356	
	d	86	IV-VIII	5.43	0.188	19	14.3	42.9	40.8	35.1	43.5	327	
	Mittel	—	IV-VIII	6.32	0.162	—	—	—	40.5	—	43.1	348	
$\frac{31}{II}$	a	107	III-VIII	5.69	0.157	23	14.7	39.2	36.9	36.4	39.4	356	
	b	113	III-VIII	7.08	0.153	22	15.6	38.9	36.4	36.8	38.9	383	
	c	102	III-VIII	7.24	0.145	25	14.3	38.4	36.6	35.6	39.1	338	
	d	109	III-VIII	6.59	0.139	21	15.0	38.7	36.6	31.9	39.1	319	
	Mittel	—	III-VIII	6.65	0.149	—	—	—	36.6	—	39.1	349	
$\frac{31}{IV}$	a	110	III-VIII	6.84	0.161	22	13.2	38.8	37.7	38.3	40.3	335	
	b	114	III-VIII	7.34	0.142	25	15.2	39.3	35.9	33.2	38.4	337	
	c	115	III-VIII	7.59	0.135	25	13.5	38.2	35.9	38.8	38.4	352	
	d	110	III-VIII	7.30	0.140	22	15.6	38.5	36.2	32.3	38.7	338	
	Mittel	—	III-VIII	7.27	0.145	—	—	—	36.4	—	39.0	341	
$\frac{31}{V}$	a	100	III-VIII	6.01	0.141	24	13.8	39.4	35.9	37.4	38.4	345	
	b	106	III-VIII	6.14	0.140	22	15.0	39.8	36.7	35.0	39.2	350	
	c	102	III-VIII	7.82	0.127	24	14.0	38.2	35.6	37.5	38.1	351	
	d	101	III-VIII	7.72	0.132	23	14.8	38.6	35.8	32.1	38.3	309	
	Mittel	—	III-VIII	7.15	0.135	—	—	—	36.0	—	38.5	339	
$\frac{31}{VI}$	a	92	IV-VIII	8.30	0.123	25	13.8	40.6	37.4	39.7	39.9	366	
	b	97	III-VIII	8.07	0.134	17	15.1	40.9	37.7	36.1	40.3	364	
	c	98	IV-VIII	8.08	0.129	17	14.0	39.0	36.3	38.1	38.8	357	
	d	99	IV-VIII	8.67	0.121	24	14.7*	39.1*	—	32.5*	—	—	
	Mittel	—	IV-VIII	8.28	0.127	—	—	—	37.1	—	39.7	362	
$\frac{31}{VII}$	a	77	IV-VIII	9.90	0.117	18	13.6	43.4	40.1	37.7	42.7	333	
	b	83	IV-VIII	8.40	0.118	18	15.1	39.2	36.5	33.8	39.0	341	
	c	69	V-VIII	7.89	0.137	22	13.3*	39.0*	—	36.3*	—	—	
	d	71	V-VIII	8.01	0.135	24	14.7*	40.0*	—	35.3*	—	—	
	Mittel	—	V-VIII	8.55	0.127	—	—	—	38.3	—	40.9	337	
Gesamtmittel	—	—	7.37	0.141	—	—	—	—	37.5	—	40.1	346	

*) Diese Zahlenwerte, welche sich auf astige Proben beziehen, sind bei der

†) Der Zahlenwert bezüglich des Asts zeigt seinen Durchmesser in Centimeter an ersichtlich.

TABELLE I

die Druckfestigkeit

Nr. 31—40

Nr. 41—50

Bemerkungen†	Platte 2			Bemerkungen†	Platte 3						Bemerkungen†
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwinn-dungs-grösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangen-tialrichtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
	39.5	707	17.90		4.2	40.2	39.5	594	0.7	1.4	
	38.7	691	17.86		10.1	40.3	38.3	483	1.4	3.4	
	40.9	746	18.24		17.2	43.5	40.4	312	2.5	6.1	
	40.0	719	17.98		26.4	44.4	38.9	189	2.5	7.7	
	39.8	716	18.00		—	—	39.3	—	—	—	
	36.6	633	17.30		4.5	37.4	36.5	526	0.6	1.6	
	36.4	640	17.58		11.4	42.1	39.8	380	1.6	3.4	
	36.6	635	17.35		17.9	40.3	37.0	286	2.2	6.3	
	36.7	674	18.37		38.5	44.6	36.3	160	2.9	9.5	
	36.6	646	17.65		—	—	37.4	—	—	—	
	35.4	622	17.57		—	—	—	—	—	—	
	35.6	639	17.95		13.2	37.6	35.1	376	1.7	4.1	
	35.6	639	17.95		18.2	38.6	35.4	272	2.2	5.9	
	35.8	657	18.35		66.0	52.8	35.7	107	3.0	8.8	
	35.6	639	17.96		—	—	35.4	—	—	—	
	35.3	644	18.24		4.8	36.4	35.4	538	0.5	1.3	
	35.4	640	18.08		14.5	39.1	36.1	353	1.7	3.8	
	35.6	651	18.29		18.3	38.4	35.2	262	2.3	6.0	
	34.9	635	18.19		—	—	—	—	—	—	
	35.3	643	18.20		—	—	35.6	—	—	—	
Rotholz: $\frac{2}{10}$	37.8	643	17.01	Rotholz: $\frac{2}{10}$	4.8*	39.2*	38.0*	566*	0.5*	1.0*	A 1: 0.3
Rotholz: $\frac{5}{10}$	38.3	644	16.81	Rotholz: $\frac{2}{10}$	15.5	41.4	38.1	335	1.7	4.5	Rotholz: $\frac{2}{10}$
	35.8	632	17.65		17.8	39.6	36.0	286	2.3	5.1	Rotholz: $\frac{5}{10}$
Ast: 0.4	35.8	635	17.74		54.5	49.4	35.4	134	3.0	7.1	
	36.9	639	17.30		—	—	36.5	—	—	—	
Rotholz: $\frac{5}{10}$	—	—	—		5.1	41.5	40.1	538	0.4	1.0	Rotholz: $\frac{2}{10}$
Ast: 0.5	35.4	584	16.50		16.2	39.3	35.8	301	2.1	4.6	
	36.0	607	16.86		—	—	—	—	—	—	
Ast: 0.5	37.4	616	16.47		—	—	—	—	—	—	
	36.3	602	16.61		—	—	38.0	—	—	—	
	36.8	648	17.62		—	—	37.0	—	—	—	

Errechnung des Mittelwertes ausgenommen, und der des Rothholzes ist in seinem Flächenanteil in der Gesamtquersfläche des Probestücks

Nummer des Probestammes und der Probestammescheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15 %	
				cm	%			100-fach	kg/cm ²		100-fach	kg/cm ²
$\frac{32}{I}$	a	60	V-VIII	4.63	0.213	18	13.7	43.6	41.8	431	44.5	386
	b	64	V-VIII	5.04	0.198	16	14.5	42.1	40.9	358	43.6	341
	c	58	V-VIII	4.26	0.218	16	14.0	43.1	40.6	402	43.3	369
	d	43	VI-VIII	4.30	0.215	17	14.5	41.2	39.3	355	41.9	340
	Mittel	—	V-VIII	4.56	0.211	—	—	—	40.7	—	43.3	359
$\frac{32}{II}$	a	70	V-VIII	4.91	0.191	17	14.4	39.9	37.7	364	40.3	347
	b	67	V-VIII	4.88	0.200	17	15.3	38.0	35.6	312	38.1	320
	c	75	V-VIII	5.23	0.197	18	13.8	39.4	36.8	374	39.3	343
	d	76	V-VIII	5.45	0.168	16	14.9	39.6	37.0	329	39.5	326
	Mittel	—	V-VIII	5.12	0.189	—	—	—	36.8	—	39.3	334
$\frac{32}{IV}$	a	52	VI-VIII	4.52	0.217	17	14.6	39.5	37.8	375	40.4	364
	b	63	V-VIII	4.36	0.225	17	15.4	38.2	36.0	312	38.5	322
	c	50	VI-VIII	4.32	0.254	18	14.4	41.3	38.4	369	41.0	352
	d	57	V-VIII	4.31	0.198	17	14.9	38.3	36.2	312	38.7	309
	Mittel	—	VI-VIII	4.38	0.224	—	—	—	37.1	—	39.7	337
$\frac{32}{V}$	a	56	V-VIII	4.31	0.231	17	14.0*	39.6*	—	359*	—	—
	b	38	VI-VIII	4.02	0.257	17	15.4	39.8	36.6	341	39.1	352
	c	54	VI-VIII	4.39	0.235	16	14.5	39.4	36.4	358	38.9	346
	d	58	V-VIII	4.36	0.247	17	15.1	39.1	36.4	309	38.9	312
	Mittel	—	VI-VIII	4.27	0.243	—	—	—	36.5	—	39.0	337
$\frac{32}{VI}$	a	38	VI-VIII	4.29	0.234	17	13.5	38.7	36.6	364	39.1	326
	b	43	VI-VIII	4.17	0.245	16	14.7*	41.4*	—	313*	—	—
	c	47	VI-VIII	4.34	0.241	16	13.8	39.3	36.4	368	38.9	339
	d	49	VI-VIII	4.70	0.215	15	14.2	38.5	35.8	344	38.3	324
	Mittel	—	VI-VIII	4.38	0.234	—	—	—	36.3	—	38.8	330
$\frac{32}{VII}$	a	36	VI-VIII	4.34	0.216	15	14.3	38.7	36.6	343	39.1	325
	b	28	VII-VIII	3.66	0.261	11	14.4	41.8	38.5	353	41.1	335
	c	32	VII-VIII	4.24	0.220	13	14.1	41.8	38.6	360	41.2	333
	d	30	VII-VIII	4.42	0.216	14	13.4	40.8	38.2	334	40.8	291
	Mittel	—	VII-VIII	4.17	0.228	—	—	—	38.0	—	40.6	321
Gesamtmittel	—	—	4.48	0.222	—	—	—	37.6	—	40.1	336	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2				Platte 3							Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht			Schwinnungsgrösse			
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande	Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung		
											100-fach	
100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%					
Rotholz: $\frac{2}{10}$	40.7 39.9 39.0 40.0	741 710 671 726	18.21 17.79 17.21 18.15		5.8 10.2 10.8 27.4	41.5 41.5 41.4 42.7	40.7 39.7 39.4 37.8	583 484 431 179	1.0 1.3 — 2.2	2.3 4.0 — 8.7	Rotholz: $\frac{2}{10}$	
	39.9	712	17.84		—	—	39.4	—	—	—		
Rotholz: $\frac{2}{10}$	37.0 35.0 36.3 36.3	671 625 607 664	18.14 17.86 16.72 18.29	Rotholz: $\frac{2}{10}$	6.9 12.1 10.5 33.6	37.9 37.2 38.8 43.0	36.7 34.9 36.7 35.9	534 377 415 147	1.1 1.6 — 2.9	2.4 3.9 — 9.1	Rotholz: $\frac{2}{10}$	
	36.2	642	17.75		—	—	36.1	—	—	—		
Rotholz: $\frac{5}{10}$	37.2 35.4 39.4 35.9	649 615 658 618	17.40 17.45 16.70 17.21	Rotholz: $\frac{5}{10}$	6.2 — 11.2 73.1	38.6 — 40.3 55.1	37.3 — 37.0 35.8	529 — 416 134	0.9 — — 2.8	2.2 — — 9.2	Rotholz: $\frac{5}{10}$	
	37.0	635	17.19		—	—	37.0	—	—	—		
Ast: 0.4	35.8 37.7	639 629	17.85 16.68		6.4 13.4	37.5 39.0	36.1 36.5	530 348	0.9 1.6	1.8 4.5		
Rotholz: $\frac{4}{10}$	36.2 35.4	625 652	17.27 18.42	Rotholz: $\frac{4}{10}$	10.9* 58.6	40.4* 50.4	38.2* 35.0	397* 143	— 2.6	— 7.0	Ast: 0.3 Rotholz: $\frac{4}{10}$	
	36.3	636	17.56		—	—	35.9	—	—	—		
Ast: 0.6	36.6 36.1 36.5 37.1	647 657 633 605	17.68 18.20 17.34 16.31		6.9 14.8 9.1 52.5	37.5 38.7 37.9 48.9	36.0 36.0 36.0 35.1	515 330 446 133	0.8 1.9 — 2.6	1.9 4.5 — 7.6		
	36.6	636	17.38		—	—	35.8	—	—	—		
	36.4 38.7	619 645	17.01 16.67		5.4 15.2	37.3 42.0	36.1 38.7	495 321	0.9 1.7	1.5 4.1		
	37.4	614	16.42		36.8	46.3	36.8	130	2.7	5.8		
	37.5	626	16.70		—	—	37.2	—	—	—		
	37.3	648	17.41		—	—	36.9	—	—	—		

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewichts		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
				cm				in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
							%	100-fach	kg/cm ²	kg/cm ²		
$\frac{33}{I}$	a	79	IV-VIII	6.20	0.161	17	13.4	41.9	40.0	407	42.6	358
	b	43	V-VII	4.14	0.228	19	14.9	41.0	38.7	384	41.3	381
	c	70	IV-VIII	5.35	0.181	18	13.3	44.6	40.8	433	44.5	378
	d	71	IV-VII	4.71	0.202	19	14.8	40.5	38.1	353	40.7	347
	Mittel	—	IV-VIII	5.10	0.193	—	—	—	39.4	—	42.3	366
$\frac{33}{II}$	a	75	IV-VIII	6.05	0.159	20	13.8	39.3	36.5	371	39.0	340
	b	71	IV-VIII	4.81	0.198	18	15.1	39.6	36.8	348	39.3	351
	c	70	IV-VIII	5.48	0.178	19	14.7	41.5	39.2	410	41.8	401
	d	73	IV-VIII	5.50	0.169	18	15.1	45.2	42.5	346	45.2	350
	Mittel	—	IV-VIII	5.46	0.176	—	—	—	38.8	—	41.3	361
$\frac{33}{IV}$	a	62	V-VIII	6.09	0.169	20	13.6	40.1	38.2	369	40.8	331
	b	75	IV-VIII	5.77	0.159	20	15.2	39.8	37.6	335	40.2	341
	c	63	V-VIII	5.32	0.180	18	14.1	39.8	37.1	390	39.6	367
	d	67	IV-VIII	4.62	0.216	17	15.2	39.4	37.0	343	39.5	348
	Mittel	—	V-VIII	5.45	0.181	—	—	—	37.5	—	40.0	347
$\frac{33}{V}$	a	78	IV-VIII	5.89	0.180	18	14.8	39.3	37.2	353	39.7	348
	b	82	IV-VIII	5.43	0.190	19	15.1	40.7	38.5	356	41.1	359
	c	67	IV-VIII	6.03	0.167	20	14.4	41.1	37.4	359	39.9	343
	d	77	IV-VIII	5.06	0.193	18	15.2	38.6	35.9	337	38.4	342
	Mittel	—	IV-VIII	5.60	0.183	—	—	—	37.3	—	39.8	348
$\frac{33}{VI}$	a	56	V-VIII	5.79	0.176	17	12.7	39.9	37.7	411	40.3	350
	b	68	IV-VIII	6.01	0.170	19	14.7*	42.6*	—	357*	—	—
	c	66	IV-VIII	6.40	0.159	18	13.0*	42.0*	—	419*	—	—
	d	65	IV-VIII	6.15	0.179	20	14.4	40.2	38.2	353	40.8	336
	Mittel	—	IV-VIII	6.09	0.171	—	—	—	38.0	—	40.6	343
$\frac{33}{VII}$	a	58	V-VIII	7.09	0.153	15	13.2	41.5	39.0	442	41.6	390
	b	57	V-VIII	5.95	0.174	18	15.1*	43.1*	—	359*	—	—
	c	61	V-VIII	6.84	0.160	17	13.5	42.7	40.4	392	43.1	346
	d	56	V-VIII	6.90	0.150	19	14.2	42.2	39.8	380	42.4	355
	Mittel	—	V-VIII	6.70	0.159	—	—	—	39.7	—	42.4	364
Gesamtmittel	—	—	—	5.73	0.177	—	—	—	38.5	—	41.1	355

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 161

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu-ungs-grösse		
						in feuchtem Zu-stande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung	
	100-fach	kg/cm ²	%		100-fach	kg/cm ²	%				
	40.7 38.6 39.8 37.5	711 724 732 691	17.47 18.76 18.39 18.43		4.1 10.3 20.5 26.7	40.0 42.2 44.3 41.9	39.2 40.5 40.9 36.9	600 495 235 188	0.7 1.7 2.8 1.5	1.6 4.1 8.3 8.6	
	39.2	715	18.26		—	—	39.4	—	—	—	
	36.1 38.4 40.0 38.3	665 653 733 685	18.42 17.01 18.33 17.89		— 11.4 20.7 33.8	— 40.2 43.5 45.1	— 38.2 40.0 38.0	— 400 230 172	— 1.7 2.9 2.9	— 4.1 7.8 9.5	
	38.2	684	17.91		—	—	38.7	—	—	—	
	39.5 37.4 37.4 38.4	695 663 682 652	17.59 17.73 18.23 16.98		— — 20.6 —	— — 41.0 —	— — 37.4 —	— — 224 —	— — 2.8 —	— — 7.4 —	
	38.2	673	17.63		—	—	37.4	—	—	—	
	36.5 41.2* 35.9 36.5	663 687* 648 651	18.16 16.67* 18.05 17.84	Ast: 0.7	4.8 14.4 20.5 52.7	37.0 39.3 41.3 48.9	35.9 36.5 37.5 35.4	567 337 214 156	0.7 1.8 2.7 2.7	1.5 4.2 6.7 7.2	
	36.3	654	18.02		—	—	36.3	—	—	—	
Ast: 0.4 Ast: 0.3	36.9 37.6 38.0 37.6	675 682 679 678	18.29 18.14 17.87 18.03		4.5 14.9 20.3 44.9	38.6 40.6 41.7 47.9	37.6 37.5 38.0 36.4	564 348 224 139	0.4 1.8 2.6 2.9	1.2 4.5 6.5 7.2	
	37.5	679	18.08		—	—	37.4	—	—	—	
Ast: 0.3	38.8 38.6 39.7 38.8	687 692 672 697	17.71 17.93 16.93 17.96		5.1 16.1 21.3 34.4	39.0 41.6 43.3 46.7	37.6 38.3 38.9 38.4	595 352 221 149	0.5 2.1 3.1 2.8	1.3 4.5 6.0 7.0	
	39.0	687	17.63		—	—	38.3	—	—	—	
	38.1	682	17.92		—	—	37.9	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe				Würfel 1							
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%		
				cm	cm			%	100-fach		kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²
$\frac{34}{I}$	a	59	IV-VII	4.26	0.232	8	14.4	37.7	36.3	324	38.8	309	
	b	51	V-VII	4.95	0.193	13	14.6	37.4	35.9	308	38.3	298	
	c	66	IV-VII	4.18	0.212	12	14.2	36.1	34.1	327	36.5	310	
	d	45	V-VII	4.49	0.228	6	14.3	37.2	34.9	322	37.4	306	
	Mittel	—	V-VII	4.47	0.216	—	—	—	35.3	—	—	—	306
$\frac{34}{II}$	a	80	III-VII	4.51	0.220	8	13.5*	34.4*	—	305*	—	—	
	b	78	III-VII	4.58	0.237	12	14.8*	35.4*	—	299*	—	—	
	c	66	IV-VII	4.05	0.224	12	14.6	33.4	31.7	309	34.0	301	
	d	65	IV-VII	4.49	0.226	9	15.1	33.8	31.7	272	34.0	274	
	Mittel	—	IV-VII	4.41	0.227	—	—	—	31.7	—	34.0	—	288
$\frac{34}{IV}$	a	54	IV-VII	4.26	0.246	11	14.4	33.8	31.4	318	33.7	307	
	b	64	IV-VII	4.33	0.231	9	15.1	35.5	32.9	292	35.3	294	
	c	54	IV-VII	3.64	0.274	11	12.8	32.5	30.4	331	32.7	298	
	d	51	V-VII	3.68	0.271	8	15.0	34.5	32.0	286	34.4	286	
	Mittel	—	IV-VII	3.98	0.256	—	—	—	31.7	—	34.0	—	296
$\frac{34}{V}$	a	34	V-VII	3.43	0.288	10	13.7	35.1	32.9	328	35.3	302	
	b	41	V-VII	3.51	0.270	12	14.1	34.5	32.3	281	34.7	264	
	c	36	V-VII	3.56	0.272	11	13.3	34.2	32.3	316	34.7	285	
	d	43	V-VII	4.08	0.241	8	13.9	35.8	33.2	286	35.6	264	
	Mittel	—	V-VII	3.65	0.268	—	—	—	32.7	—	35.1	—	279
$\frac{34}{VI}$	a	44	V-VII	3.72	0.254	8	13.4	35.0	32.1	332	34.5	303	
	b	31	VI-VII	4.02	0.241	10	13.7	34.9	33.2	303	35.6	277	
	c	40	V-VII	4.13	0.228	8	13.2	34.1	31.8	333	34.1	300	
	d	37	V-VII	4.04	0.264	8	14.8	36.9	34.4	310	36.8	306	
	Mittel	—	V-VII	3.98	0.247	—	—	—	32.9	—	35.3	—	297
$\frac{34}{VII}$	a	30	VI-VII	4.38	0.216	9	14.1	34.7	32.5	321	34.9	303	
	b	28	VI-VII	3.85	0.229	8	14.5	35.8	33.1	290	35.5	280	
	c	26	VI-VII	3.79	0.260	9	13.0	34.5	32.3	343	34.7	307	
	d	29	VI-VII	3.48	0.281	8	14.4	36.3	33.5	304	35.9	291	
	Mittel	—	VI-VII	3.88	0.247	—	—	—	32.9	—	35.3	—	295
Gesamtmittel		—	—	4.06	0.244	—	—	—	32.9	—	35.3	294	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
100-fach	kg/cm ²		%	100-fach	kg/cm ²	%					
	35.8 36.0 33.1 34.8	607 586 562 586	16.96 16.28 16.98 16.84		21.7 10.1 — 26.4	38.3 36.5 — 40.8	34.6 35.2 — 35.9	192 398 — 149	2.2 1.4 — 2.6	8.0 4.6 — 9.1	
	34.9	585	16.77		—	—	35.2	—	—	—	
Ast: 0.3, 0.3 Ast: 0.3	33.1 32.4 31.9 32.8	523 492 514 528	15.80 15.19 16.11 16.10		22.5 11.7 20.5 —	35.6 34.3 33.5 —	31.7 32.2 30.7 —	175 330 195 —	— 1.3 2.8 —	— 4.0 7.5 —	
	32.6	514	15.80		—	—	31.5	—	—	—	
	30.9 33.0 30.6 33.4	507 536 497 530	16.41 16.24 16.24 15.87		21.4 13.3 20.5* 77.8	34.8 34.8 35.5* 51.4	31.0 32.6 33.0* 32.2	184 319 195* 129	2.1 1.6 2.3* 2.3	6.3 4.5 6.6* 7.8	Ast: 0.2
	32.0	518	16.19		—	—	31.9	—	—	—	
	33.6 32.4 32.4 33.4	537 536 518 544	15.98 16.54 15.99 16.29		21.2 12.3 21.0 62.8	35.9 34.2 36.0 49.1	32.2 32.2 32.6 33.5	175 310 198 123	2.1 1.5 2.2 2.0	6.8 4.5 7.3 8.5	
	33.0	534	16.20		—	—	32.6	—	—	—	
	32.5 32.5 33.9 32.2	511 527 564 535	15.72 16.22 16.64 16.61		— 12.9 20.2 53.8	— 34.5 37.0 47.3	— 32.4 33.4 33.8	— 288 213 123	— 1.5 2.2 2.2	— 4.5 6.4 7.3	
	32.8	534	16.30		—	—	33.2	—	—	—	
	31.9 — 32.4 33.1	535 — 507 569	16.77 — 15.65 17.19		21.2 16.3 20.4 42.6	36.7 34.9 36.0 42.7	32.8 31.8 32.3 32.5	151 266 196 116	2.2 1.9 2.1 2.1	6.7 4.6 5.5 5.9	
	32.5	537	16.54		—	—	32.4	—	—	—	
	33.0	537	16.30		—	—	32.8	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe				Würfel I						
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- in trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
				cm	%							
$\frac{35}{I}$	a	68	III-VI	4.43	0.217	21	12.6	45.7	44.4	467	47.2	377
	b	76	II-VI	4.44	0.204	18	13.9	43.5	40.6	386	43.3	349
	c	75	II-VI	4.08	0.227	17	13.1*	43.6*	—	388*	—	—
	d	59	III-VI	4.15	0.233	20	14.1	46.4	43.8	400	46.6	365
	Mittel	—	III-VI	4.28	0.220	—	—	—	42.9	—	45.7	364
$\frac{35}{II}$	a	67	III-VI	4.31	0.232	21	13.1	42.2	39.7	409	42.3	351
	b	63	III-VI	4.74	0.216	21	14.8	41.9	38.4	355	41.0	349
	c	52	IV-VI	3.42	0.270	17	14.2	43.6	40.3	382	43.0	357
	d	57	III-VI	4.08	0.235	20	15.1	41.6	38.4	335	41.0	338
	Mittel	—	III-VI	4.14	0.238	—	—	—	39.2	—	41.8	349
$\frac{35}{IV}$	a	68	III-VI	4.20	0.235	18	12.9	40.7	38.7	380	41.3	320
	b	66	III-VI	3.99	0.212	20	15.1	40.8	38.4	361	41.0	364
	c	69	III-VI	4.71	0.215	20	13.7	41.5	39.1	390	41.7	352
	d	59	III-VI	4.07	0.238	19	14.8	42.5	39.4	352	42.0	346
	Mittel	—	III-VI	4.24	0.225	—	—	—	38.9	—	41.5	346
$\frac{35}{V}$	a	56	III-VI	4.71	0.218	17	12.9	44.2	41.9	455	44.6	384
	b	55	III-VI	5.40	0.185	16	14.8*	45.6*	—	374*	—	—
	c	57	III-VI	4.91	0.222	16	13.8	46.8	43.4	423	46.2	379
	d	55	III-VI	4.49	0.231	17	14.6	45.9	43.0	406	45.7	391
	Mittel	—	III-VI	4.88	0.214	—	—	—	42.8	—	45.5	385
$\frac{35}{VI}$	a	49	IV-VI	6.00	0.173	16	13.2	41.7	39.3	438	41.9	386
	b	51	IV-VI	5.76	0.179	14	15.0	43.8	40.7	397	43.4	397
	c	46	IV-VI	4.72	0.221	14	13.1	50.0	46.2	403	49.1	384
	d	46	IV-VI	4.76	0.215	16	14.4	47.7	44.4	413	47.2	389
	Mittel	—	IV-VI	5.31	0.197	—	—	—	42.7	—	45.4	389
Gesamtmittel		—	—	4.57	0.219	—	—	—	41.3	—	44.0	367

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 165

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwindungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung	
100-fach	kg/cm ²		%	100-fach	kg/cm ²	%					
Ast: 1.8	41.9	768	18.33		15.3	44.9	42.0	350	2.0	6.2	
	41.3	730	17.68		9.4	42.4	40.7	441	1.2	3.7	
	41.6	797	19.16		24.0	46.6	41.8	202	1.9	6.0	
	42.0	741	17.64		24.7	48.5	42.9	210	2.3	8.2	
	41.7	759	18.20		—	—	41.9	—	—		
Rothholz: $\frac{3}{10}$	42.7*	659*	15.43*	Ast: 0.2	16.3	42.6	39.5	307	1.9	6.2	Rothholz: $\frac{3}{10}$
	38.9	676	17.38		—	—	—	—	—	—	
	—	—	—		25.5	47.4	41.6	189	2.2	7.5	
	39.0	677	17.36		34.1	47.8	39.3	158	2.6	8.6	
	39.0	677	17.37		—	—	40.1	—	—		
	38.8	701	18.07		16.7	41.5	38.2	312	2.1	5.4	
	37.3	666	17.86		12.9	39.3	36.9	388	1.6	4.1	
	38.7	691	17.85		25.0	43.3	38.1	206	2.5	7.1	
	36.2	677	18.70		60.9	54.9	37.7	158	2.6	7.5	
	37.8	684	18.12		—	—	37.7	—	—	—	
Ast: 0.3 Rothholz: $\frac{3}{10}$	40.8	752	18.43	Ast: 0.3 Rothholz: $\frac{5}{10}$	17.0	44.9	41.5	335	2.2	5.6	Rothholz: $\frac{3}{10}$
	40.1*	713	17.78		—	—	—	—	—	—	
	42.4	724*	17.08*		24.5	48.6	42.5	218	2.2	6.7	
	41.6	755	18.15		46.6	55.4	41.5	177	2.6	6.9	
	40.8	740	18.12		—	—	41.8	—	—		
Rothholz: $\frac{3}{10}$	39.1	670	17.14	Rothholz: $\frac{10}{10}$ Ast: 0.8	18.2	42.0	38.5	311	2.1	5.4	Rothholz: $\frac{3}{10}$
	40.1	701	17.48		15.2	42.5	39.2	370	1.9	4.1	
	46.0	768	16.70		24.1	52.0	44.6	217	1.9	4.7	
	48.3*	780*	16.15*		42.6	55.9	42.8	159	2.5	6.6	
	41.7	713	17.11		—	—	41.3	—	—		
	40.2	715	17.78		—	—	40.6	—	—		

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht			Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande	Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
				cm	%							
$\frac{36}{I}$	a	56	III-V	3.83	0.265	14	14.6	35.6	33.4	327	35.8	319
	b	50	III-V	3.74	0.282	15	14.9*	38.7*	—	331*	—	—
	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d	51	III-V	3.75	0.276	15	14.8*	37.2*	—	303*	—	—
	Mittel	—	III-V	3.77	0.274	—	—	—	33.4	—	35.8	319
$\frac{36}{II}$	a	44	III-V	3.51	0.271	15	13.1	38.7	37.1	360	39.6	312
	b	44	III-V	3.67	0.289	13	14.6	37.5	35.4	317	37.9	308
	c	46	III-V	3.37	0.305	13	14.3	41.3	37.8	349	40.4	329
	d	38	III-V	3.57	0.275	17	14.4	38.5	35.9	313	38.4	298
	Mittel	—	III-V	3.53	0.285	—	—	—	36.6	—	39.1	312
$\frac{36}{IV}$	a	58	II-V	3.89	0.267	14	14.1	37.1	36.0	349	38.5	327
	b	58	II-V	3.66	0.281	13	14.9	37.1	34.7	328	37.2	326
	c	56	II-V	4.00	0.264	14	13.6*	43.4*	—	358*	—	—
	d	57	III-V	4.41	0.245	15	14.9	38.5	36.2	333	38.7	330
	Mittel	—	II-V	3.99	0.264	—	—	—	35.6	—	38.1	328
$\frac{36}{V}$	a	54	III-V	4.57	0.241	14	13.8	37.4	36.1	361	38.6	332
	b	48	III-V	3.70	0.292	13	14.8*	38.2*	—	310*	—	—
	c	48	III-V	4.23	0.249	14	13.8	39.9	37.0	367	39.5	336
	d	52	III-V	4.60	0.234	14	14.2	38.8	37.5	344	40.1	322
	Mittel	—	III-V	4.28	0.254	—	—	—	36.9	—	39.4	330
$\frac{36}{VI}$	a	42	III-V	4.84	0.233	13	13.1	37.7	35.8	372	38.3	327
	b	42	III-V	4.02	0.268	12	14.7	40.5	37.6	346	40.2	337
	c	45	III-V	4.63	0.218	13	13.8	40.4	37.7	368	40.3	335
	d	45	III-V	4.97	0.217	13	14.1	39.5	36.9	355	39.4	332
	Mittel	—	III-V	4.62	0.234	—	—	—	37.0	—	39.6	333
$\frac{36}{VII}$	a	29	IV-V	4.29	0.243	12	14.1	42.7	39.1	358	41.7	331
	b	29	IV-V	3.60	0.277	12	14.7	44.2	41.2	360	43.9	350
	c	29	IV-V	3.82	0.242	12	13.5	41.2	38.7	348	41.3	304
	d	21	IV-V	4.42	0.226	13	16.4	40.5	38.7	328	41.3	373
	Mittel	—	IV-V	4.03	0.247	—	—	—	39.4	—	42.1	340
Gesamtmittel	—	—	4.04	0.260	—	—	—	36.5	—	39.0	327	

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 167

Bemerkungen	Platte 2			Platte 3							
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwinnungsgrösse		Bemerkungen
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung	
	100-fach	kg/cm ²		%	100-fach	kg/cm ²	%				
Ast: 0.3	33.4	572	17.13		16.5	35.8	33.0	264	1.7	6.1	
	35.0	619	17.69		17.3	37.9	35.3	276	2.3	6.9	
Ast: 0.3	33.8	600	17.75		40.7	43.4	33.6	143	2.1	8.5	
	34.1	597	17.52		—	—	34.0	—	—	—	
Rotholz: $\frac{3}{10}$	36.9	582	15.77		17.2	41.4	38.1	270	2.0	5.9	
	35.2	572	16.25		14.4	38.2	35.7	321	1.7	5.0	
	39.3	594	15.11	Rotholz: $\frac{10}{10}$	23.2*	49.0*	43.2*	199*	2.0*	5.9*	Ast: 0.7
	35.0	589	16.83		44.9	46.0	34.6	138	1.9	7.4	Rotholz: $\frac{10}{10}$
	36.6	584	15.99		—	—	36.1	—	—	—	
Rotholz: $\frac{3}{10}$ Ast: 0.5	34.3	590	17.20		18.1	37.1	34.1	262	2.0	5.9	
	34.2	606	17.72		13.5	37.5	35.1	315	1.5	4.8	
	37.9	647	17.07	Rotholz: $\frac{6}{10}$	23.4	43.6	38.3	211	1.8	6.5	Rotholz: $\frac{8}{10}$
	35.8	632	17.65		51.2	49.2	35.9	150	2.4	7.9	
	35.6	619	17.41		—	—	35.9	—	—	—	
Ast: 0.3 Rotholz: $\frac{3}{10}$	34.5	623	18.06		16.9	37.3	35.2	281	2.0	5.8	
	35.5	629	17.72		12.9	37.3	35.1	353	1.5	4.2	
	35.7	628	17.59	Rotholz: $\frac{3}{10}$	24.5	40.2	35.4	186	2.1	7.2	Rotholz: $\frac{3}{10}$
	35.8	656	18.32		—	—	—	—	—	—	
	35.4	634	17.92		—	—	35.2	—	—	—	
Rotholz: $\frac{3}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$	35.3	614	17.39		17.4	38.6	35.3	285	2.2	5.4	
	37.8	667	17.65	Rotholz: $\frac{3}{10}$	11.9	39.9	37.4	405	1.5	3.0	Rotholz: $\frac{3}{10}$
	38.4	629	16.38	Rotholz: $\frac{2}{10}$	25.0	41.7	36.2	175	2.3	6.8	Rotholz: $\frac{2}{10}$
	36.5	647	17.73		31.7	43.4	36.4	138	2.7	7.8	
	37.0	639	17.29		—	—	36.3	—	—	—	
	37.6	593	15.77		16.7	43.0	39.4	257	1.7	4.6	
	46.8*	631*	13.48*	Ast: 0.7	—	—	—	—	—	—	
	38.7	604	15.61		25.1	43.7	38.4	147	2.4	6.9	
	38.0	630	16.58		29.1	42.8	36.9	146	2.1	7.8	
	38.1	609	15.99		—	—	38.2	—	—	—	
	36.1	614	17.02		—	—	36.0	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
		cm	%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²					
$\frac{37}{I}$	a	57	III-V	3.22	0.283	12	13.6	38.6	36.6	362	39.1	326
	b	64	II-V	3.08	0.303	12	14.5	39.7	37.4	356	39.9	343
	c	58	III-V	3.04	0.322	14	13.6	39.0	36.1	370	38.6	336
	d	56	III-V	3.28	0.301	14	14.9	38.2	36.0	313	38.5	310
	Mittel	—	III-V	3.16	0.302	—	—	—	36.5	—	39.0	329
$\frac{37}{II}$	a	45	III-V	2.90	0.311	11	14.3	39.7	37.7	357	40.3	337
	b	42	III-V	2.93	0.335	13	15.1*	39.5*	—	321*	—	—
	c	56	III-V	3.37	0.295	11	12.9	37.8	35.9	381	38.2	332
	d	55	III-V	3.43	0.280	13	15.1	36.8	34.8	294	37.3	296
	Mittel	—	III-V	3.16	0.305	—	—	—	36.1	—	38.7	322
$\frac{37}{IV}$	a	48	III-V	3.45	0.286	15	14.1	38.1	35.8	364	38.3	342
	b	45	III-V	3.03	0.314	12	15.1	39.3	37.2	324	39.7	327
	c	46	III-V	2.92	0.322	12	13.5	39.6	36.5	371	39.0	333
	d	43	III-V	3.49	0.291	10	14.7	39.2	37.0	337	39.5	329
	Mittel	—	III-V	3.22	0.303	—	—	—	36.6	—	39.1	333
$\frac{37}{V}$	a	45	III-V	2.78	0.312	12	13.2	40.3	38.1	399	40.7	351
	b	46	III-V	3.05	0.322	12	14.9	42.7	39.8	354	42.4	351
	c	44	III-V	3.10	0.288	12	13.7	40.0	37.1	361	39.6	328
	d	43	III-V	3.68	0.283	14	14.2	40.0	37.3	346	39.8	325
	Mittel	—	III-V	3.15	0.301	—	—	—	38.1	—	40.6	339
$\frac{37}{VI}$	a	37	IV-V	3.66	0.296	12	13.4	41.4	39.2	385	41.8	339
	b	40	III-V	3.69	0.254	10	15.0	41.4	38.1	357	40.7	350
	c	39	IV-V	3.86	0.253	11	13.3	40.1	38.2	396	40.8	350
	d	34	IV-V	3.75	0.269	13	14.0	41.8	38.0	376	40.6	348
	Mittel	—	IV-V	3.74	0.268	—	—	—	38.4	—	41.0	347
$\frac{37}{VII}$	a	29	IV-V	3.72	0.268	9	13.6	44.2	41.3	358	44.0	312
	b	26	IV-V	3.77	0.285	9	14.8	43.8	40.7	364	43.4	357
	c	26	IV-V	3.65	0.259	9	12.8	43.7	40.1	389	42.7	323
	d	26	IV-V	4.03	0.245	9	14.2	42.8	39.9	369	42.5	344
	Mittel	—	IV-V	3.79	0.264	—	—	—	40.5	—	43.2	334
Gesamtmittel	—	—	3.37	0.291	—	—	—	37.7	—	40.3	334	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2				Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwindungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung	
					100-fach	kg/cm ²	%	100-fach	kg/cm ²	%	
	37.5 36.9 37.4 36.4	651 558 637 628	17.36 15.12 17.03 17.25.		21.1 18.3 20.3 39.3	39.6 40.1 39.4 43.1	36.1 36.6 35.9 35.5	193 269 220 135	2.6 2.1 — 2.5	7.6 5.6 — 9.0	
	37.1	619	16.69		—	—	36.0	—	—	—	
Ast: 0.3	36.5 36.7 35.6 35.1	644 662 617 603	17.64 18.04 17.33 17.18		22.7 14.9 20.5 50.3	40.1 39.4 39.4 45.7	36.4 36.5 35.9 33.8	195 321 215 131	2.8 2.0 2.6 2.4	8.3 5.3 6.9 8.6	
	36.0	632	17.55		—	—	35.7	—	—	—	
	37.4 36.8 36.0 36.9	631 654 636 651	16.87 17.77 17.67 17.64.		21.4 14.0 20.1 56.3	39.4 39.4 39.8 49.8	35.7 37.0 36.1 35.7	191 356 216 143	2.6 1.9 2.6 3.0	7.4 4.9 6.5 8.9	
	36.8	643	17.49		—	—	36.1	—	—	—	
Rothholz: $\frac{5}{10}$	37.4 40.5 37.3 36.6	670 688 676 655	17.91 16.99 18.12 17.90	Rothholz: $\frac{5}{10}$	21.7 13.4 21.3 73.4	41.4 41.6 41.1 55.6	37.4 38.6 37.1 36.0	199 392 211 140	2.6 1.4 2.5 3.1	7.0 3.9 6.7 8.6	Rothholz: $\frac{5}{10}$
	38.0	672	17.73		—	—	37.3	—	—	—	
	38.8 38.1 37.8 38.2	712 701 666 693	18.35 18.40 17.62 18.14		20.6 11.4 20.4 40.0	42.9 39.9 41.4 47.8	39.0 37.8 37.5 37.9	219 409 229 138	2.8 1.5 2.7 2.9	6.7 3.9 6.5 8.4	
	38.2	693	18.13		—	—	38.1	—	—	—	
	39.2 39.7 41.4* 40.9	707 705 681* 670	18.04 17.76 16.45* 16.38	Ast: 0.3	20.7 10.0 20.0 28.2*	43.2 41.3 33.1 52.2*	38.9 39.1 39.0 45.4*	181 441 225 177*	2.9 1.2 2.8 3.2*	5.7 3.0 6.3 7.8*	Ast: 0.4
	39.9	694	17.39		—	—	39.0	—	—	—	
	37.7	659	17.50		—	—	37.0	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm. ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
				%	100-fach							
$\frac{38}{I}$	a	50	IV-VI	3.10	0.323	15	13.5	40.5	38.5	398	41.1	355
	b	57	III-VI	3.69	0.272	14	14.8	39.4	37.3	329	39.8	324
	c	53	III-VI	4.05	0.252	17	13.8	38.2	36.0	349	38.5	320
	d	45	IV-VI	3.09	0.300	13	14.9	39.7	37.3	321	39.8	318
	Mittel	—	IV-VI	3.48	0.287	—	—	—	37.3	—	39.8	329
$\frac{38}{II}$	a	63	III-VI	3.45	0.295	14	13.6	37.5	35.0	369	37.5	337
	b	64	III-VI	3.34	0.290	14	14.8	37.1	34.4	346	36.8	342
	c	63	III-VI	3.86	0.246	14	14.1	36.5	34.6	340	37.0	319
	d	53	III-VI	3.65	0.290	14	14.8	38.7	36.1	311	38.6	306
	Mittel	—	III-VI	3.58	0.280	—	—	—	35.0	—	37.5	326
$\frac{38}{IV}$	a	45	IV-VI	3.83	0.264	14	13.3*	38.4*	—	371*	—	—
	b	56	III-VI	3.54	0.276	14	15.9	37.1	34.9	324	37.4	346
	c	54	III-VI	3.79	0.274	13	13.9	36.9	34.3	354	36.7	330
	d	48	IV-VI	3.33	0.307	13	15.1	39.0	35.8	309	38.3	312
	Mittel	—	IV-VI	3.62	0.280	—	—	—	35.0	—	37.5	329
$\frac{38}{V}$	a	46	IV-VI	3.75	0.277	14	14.0	37.5	35.0	368	37.5	345
	b	47	IV-VI	3.91	0.262	14	14.8	37.2	34.8	329	37.3	324
	c	45	IV-VI	3.41	0.293	14	14.0*	37.8*	—	347*	—	—
	d	48	IV-VI	3.39	0.307	12	15.2*	39.1*	—	301*	—	—
	Mittel	—	IV-VI	3.62	0.285	—	—	—	34.9	—	37.4	335
$\frac{38}{VI}$	a	37	IV-VI	3.80	0.265	12	12.7	39.5	37.1	414	39.6	357
	b	38	IV-VI	4.20	0.240	13	14.7*	40.0*	—	351*	—	—
	c	40	IV-VI	4.08	0.246	13	13.5	38.7	36.4	382	38.9	346
	d	36	IV-VI	3.93	0.253	12	14.5	39.8	37.0	343	39.5	330
	Mittel	—	IV-VI	4.00	0.251	—	—	—	36.8	—	39.3	344
Gesamtmittel	—	—	3.66	0.277	—	—	—	35.8	—	38.3	333	

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 171

Bemerkungen	Platte 2				Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwindungsgrösse		
					in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande	in der Radialrichtung	in der Tangentialrichtung			
									%	100-fach	
100-fach	kg/cm ²										
	37.4 37.5 35.9 35.9	681 688 645 653	18.21 18.35 17.97 18.19		4.4 18.0 20.3 44.8	39.3 39.4 39.8 46.6	38.4 36.4 36.4 35.6	573 289 208 135	0.6 2.5 2.7 2.6	1.6 6.5 7.3 8.2	
	36.7	667	18.18		—	—	36.7	—	—	—	
	35.0 34.2 33.7 35.7	608 516 589 649	17.37 15.09 17.48 18.18		4.8 14.2 20.7 48.5	35.6 37.2 37.1 47.7	34.4 34.6 33.4 35.7	522 319 193 147	0.4 1.8 2.4 2.6	1.4 4.4 6.3 7.9	
	34.7	591	17.03		—	—	34.5	—	—	—	
Ast : 0.5	35.0 34.4 33.8 35.2	621 611 561 588	17.74 17.76 16.60 16.70		4.3 14.4* 21.1 52.7	86.3 39.3* 38.8 48.5	35.5 36.5* 34.6 34.9	535 337* 200 144	0.6 1.8* 2.3 2.2	1.5 4.2* 5.8 7.1	Ast : c.2
	34.6	595	17.20		—	—	35.0	—	—	—	
Ast : 0.5 Ast : 0.3	35.9 36.0 35.0 35.5	616 609 600 626	17.16 16.50 17.14 17.63		4.8 13.3 20.6 —	35.9 36.9 38.5 —	34.9 34.4 34.3 —	519 344 203 —	0.7 1.8 2.2 —	1.2 4.1 5.3 —	
	35.8	613	17.11		—	—	34.5	—	—	—	
Ast : 0.3	37.0 36.9 36.2 39.7*	674 649 643 626*	18.22 17.59 17.76 15.77*	Ast : 0.3	4.7 11.7 20.8 36.2	37.9 38.2 39.9 46.0	36.9 36.0 35.6 36.8	558 350 210 144	0.6 1.6 2.7 2.4	1.3 3.4 5.7 6.2	
	36.7	655	17.86		—	—	36.3	—	—	—	
	35.7	624	17.48		—	—	35.4	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in teuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		100-fach	kg/cm ²
				%	100-fach							
$\frac{39}{I}$	a	44	II-IV	2.86	0.320	8	15.0	33.1	30.0	315	32.3	315
	b	46	II-IV	2.79	0.364	9	14.8	34.3	31.7	295	34.0	291
	c	50	II-IV	3.02	0.334	9	13.9	33.2	31.7	301	34.0	280
	d	47	II-IV	3.07	0.327	8	14.6	33.6	31.6	271	33.9	263
	Mittel	—	II-IV	2.94	0.336	—	—	—	31.3	—	33.6	287
$\frac{39}{II}$	a	33	II-IV	2.67	0.383	9	13.3	32.4	30.3	300	32.6	274
	b	31	II-IV	2.33	0.411	9	14.4	32.6	29.8	270	32.1	265
	c	32	II-IV	2.98	0.369	9	12.9	33.1	31.0	327	33.3	292
	d	34	II-IV	2.72	0.369	9	14.2	34.2	32.0	281	32.5	266
	Mittel	—	II-IV	2.68	0.383	—	—	—	30.8	—	32.6	274
$\frac{39}{IV}$	a	36	II-IV	3.05	0.351	9	13.6	32.6	30.7	295	33.0	271
	b	34	II-IV	2.69	0.413	8	14.8	33.3	30.7	278	33.0	274
	c	33	II-IV	2.59	0.425	10	14.2	33.6	31.2	300	33.5	286
	d	35	II-IV	2.47	0.401	8	14.6	33.7	31.4	276	33.7	269
	Mittel	—	II-IV	2.70	0.398	—	—	—	31.0	—	33.3	275
$\frac{39}{V}$	a	29	III-IV	2.83	0.364	8	14.3	33.6	31.2	300	33.5	288
	b	30	III-IV	2.39	0.422	8	14.7	35.3	32.5	291	34.0	285
	c	29	III-IV	2.22	0.449	8	14.0	36.1	32.5	323	34.9	303
	d	30	III-IV	2.66	0.399	8	14.2	35.3	32.7	306	35.1	290
	Mittel	—	III-IV	2.53	0.409	—	—	—	32.2	—	34.6	292
$\frac{39}{VI}$	a	22	III-IV	3.01	0.326	8	13.8	35.6	33.6	315	36.0	289
	b	22	III-IV	2.74	0.351	8	14.8	37.0	34.3	324	36.7	320
	c	23	III-IV	2.35	0.408	8	13.3*	37.5*	—	321*	—	—
	d	23	III-IV	2.54	0.401	8	14.2*	37.8*	—	318*	—	—
	Mittel	—	III-IV	2.66	0.372	—	—	—	34.0	—	36.4	305
Gesamtmittel	—	—	2.70	0.380	—	—	—	31.9	—	34.1	287	

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 173

Bemerkungen	Platte 2			Platte 3							Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absolut-trockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trocknem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
	100-fach	kg/cm ²		%	100-fach	kg/cm ²	%				
	31.1 31.7 31.5 32.1	524 522 516 504	16.85 16.47 16.38 15.70		4.8 15.2 18.2 47.1	31.9 35.1 33.7 41.3	30.9 32.3 30.6 30.6	442 276 229 129	0.3 1.4 1.6 1.6	1.3 4.7 5.6 7.4	
	31.6	517	16.35		—	—	31.1	—	—	—	
	30.4 29.9 31.2 30.9	494 493 527 533	16.25 16.49 16.89 17.25		4.2 15.3 18.2 51.2	31.0 33.6 33.9 44.3	30.3 30.8 30.7 32.2	436 275 234 114	0.5 1.5 1.9 1.8	1.4 4.4 5.3 7.2	
	30.6	512	16.72		—	—	31.0	—	—	—	
	30.1 30.8 30.9 31.1	503 526 524 528	16.71 17.08 16.96 16.98		4.6 13.9 18.3 57.6	31.0 33.5 33.8 45.7	30.1 31.0 30.5 31.7	444 299 229 125	0.6 1.4 1.7 2.2	1.4 4.1 5.0 6.6	
	30.7	520	16.93		—	—	30.8	—	—	—	
	31.1 32.9 33.0 32.4	539 552 552 553	17.33 16.78 16.73 17.06		5.6 13.0 17.7* 74.3	32.6 35.7 40.4* 52.0	31.3 33.2 36.0* 32.7	466 327 238* 126	0.5 1.4 1.6* 2.4	1.2 3.8 4.4* 7.1	Ast: 0.6
	32.4	549	16.98		—	—	32.4	—	—	—	
Ast: 0.5 Ast: 0.3	33.0 34.3 34.1 33.7	557 574 566 581	16.88 16.73 16.60 17.24		4.4 11.0 18.3 37.3	34.3 37.2 39.2 41.9	33.3 35.3 35.0 33.3	458 339 255 123	0.3 1.4 1.6 2.0	1.0 3.6 3.8 6.8	
	33.8	570	16.86		—	—	34.2	—	—	—	
	31.8	534	16.77		—	—	31.9	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
				cm	%							
$\frac{40}{I}$	a	51	II-V	2.79	0.323	14	13.8	34.9	32.5	315	34.9	291
	b	37	III-V	3.39	0.318	14	14.6	40.5	37.7	331	40.3	320
	c	46	III-V	3.12	0.296	14	14.0	37.8	35.2	346	37.7	323
	d	47	III-V	3.00	0.311	15	15.4	33.5	30.9	270	33.2	277
	Mittel	—	III-V	3.08	0.312	—	—	—	34.1	—	36.5	303
$\frac{40}{II}$	a	55	II-V	3.25	0.295	14	13.9	34.0	31.8	301	34.1	280
	b	57	II-V	2.84	0.335	14	14.9	34.3	32.5	296	34.9	294
	c	58	II-V	2.97	0.343	14	13.6	34.1	31.7	323	34.0	297
	d	51	II-V	3.27	0.303	14	14.9	34.5	33.9	277	36.3	275
	Mittel	—	II-V	3.08	0.319	—	—	—	32.5	—	34.8	287
$\frac{40}{IV}$	a	45	III-V	3.32	0.313	12	13.8	35.5	33.6	326	36.0	300
	b	53	II-V	3.25	0.305	13	14.7*	35.9*	—	294*	—	—
	c	47	III-V	3.16	0.329	12	13.8*	35.2*	—	334*	—	—
	d	49	III-V	3.60	0.273	13	15.0*	35.7*	—	284*	—	—
	Mittel	—	III-V	3.33	0.305	—	—	—	33.6	—	36.0	300
$\frac{40}{V}$	a	35	III-V	3.01	0.338	12	13.5*	37.6*	—	339*	—	—
	b	41	III-V	3.51	0.325	10	14.9	37.2	34.8	308	37.3	306
	c	46	III-V	3.25	0.306	10	14.1*	37.9*	—	325*	—	—
	d	41	III-V	2.95	0.326	12	15.3	38.1	35.1	291	37.6	298
	Mittel	—	III-V	3.18	0.324	—	—	—	35.0	—	37.5	302
$\frac{40}{VI}$	a	37	III-V	3.60	0.281	11	13.2	37.2	35.4	345	37.9	305
	b	37	III-V	3.65	0.285	12	14.6*	38.6*	—	314*	—	—
	c	41	III-V	3.54	0.308	10	13.9*	38.7*	—	341*	—	—
	d	37	III-V	3.33	0.286	11	14.6*	39.6*	—	298*	—	—
	Mittel	—	III-V	3.53	0.290	—	—	—	35.4	—	37.9	305
$\frac{40}{VII}$	a	31	III-V	4.11	0.246	11	13.8	40.1	36.1	324	38.6	295
	b	30	IV-V	3.89	0.254	11	15.2	38.2	35.3	341	37.8	346
	c	31	III-V	3.89	0.263	11	12.7	38.6	36.1	390	38.6	337
	d	29	IV-V	4.05	0.244	11	14.1	40.6	37.0	331	39.5	308
	Mittel	—	IV-V	3.99	0.252	—	—	—	36.1	—	38.6	322
Gesamtmittel	—	—	3.37	0.300	—	—	—	34.5	—	36.9	303	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absolut trockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
	32.4 37.4 36.3 31.3	525 634 586 516	16.20 16.95 16.14 16.49		6.2 15.7 10.4 38.0	34.1 39.6 41.7 38.5	32.9 36.8 39.7 30.6	445 304 398 120	0.7 1.8 — 1.9	1.9 5.4 — 7.1	
	34.4	565	16.45		—	—	35.0	—	—	—	
	31.4 32.7 33.6 31.8	534 522 534 535	17.01 16.00 15.96 16.82		5.9 14.7 10.5 48.9	32.6 34.3 34.1 42.5	31.7 31.8 32.2 31.5	431 274 343 130	0.7 1.6 — 2.2	2.0 4.4 — 7.5	
	32.4	531	16.45		—	—	31.8	—	—	—	
Ast : 0.3	32.7	557	17.03		5.8	33.5	32.5	451	0.8	1.9	
Ast : 0.4	34.6	584	16.88		—	—	—	—	—	—	
Ast : 0.3	32.6	529	16.23		11.2	35.4	33.3	363	—	—	
Ast : 0.3	32.9	573	17.42		55.2	46.6	33.4	137	2.5	8.4	
	33.2	561	16.89		—	—	33.1	—	—	—	
Ast : 0.3	34.9	587	16.82		5.5	35.6	34.6	473	0.8	1.6	
Ast : 0.3	32.6	589	18.07		13.0	37.3	34.7	327	1.5	4.0	
Ast : 0.3	34.9	575	16.48		10.4	37.9	36.0	381	—	—	
Ast : 0.3	35.7	612	17.14		65.6	54.3	36.4	138	2.7	8.5	
	34.5	591	17.13		—	—	35.4	—	—	—	
Ast : 0.5	35.2	603	17.13		5.8	36.2	35.1	475	0.9	1.8	
Ast : 0.3, 0.3	35.4	608	17.18		11.1	36.6	34.5	370	1.3	3.3	
Ast : 0.3	34.4	589	17.12		10.5	36.5	34.6	399	—	—	
Ast : 0.3	34.1	586	17.18		32.2	40.5	33.5	129	2.6	7.0	
	34.8	597	17.15		—	—	34.4	—	—	—	
	36.1 35.3 38.3* 36.5	632 605 631* 622	17.51 17.14 16.48* 17.04	Ast : 0.2	6.5 10.5 10.5 —	37.0 38.1 38.5 —	35.7 35.7 36.5 —	493 406 399 —	0.9 1.1 — —	1.9 2.6 — —	
	36.0	620	17.23		—	—	36.0	—	—	—	
	34.2	578	16.88		—	—	34.3	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I						
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm. ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%		
				cm	cm			%	100-fach		kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²
$\frac{41}{I}$	a	135	III-X	7.84	0.115	24	10.4	45.5	42.7	504	46.0	400	
	b	97	V-X	6.47	0.137	21	15.1	46.7	42.8	334	46.1	337	
	c	90	V-X	5.92	0.156	15	9.8	45.0	43.3	540	46.7	425	
	d	134	III-X	7.73	0.115	29	15.7	46.4	42.8	393	46.1	412	
	Mittel	—	IV-X	6.99	0.131	—	—	—	42.9	—	46.2	394	
$\frac{41}{II}$	a	152	II-X	8.18	0.125	24	10.6	48.2	45.6	507	49.0	406	
	b	146	II-X	7.90	0.119	25	14.0	48.0	45.1	417	48.5	389	
	c	142	III-X	8.03	0.122	32	9.9	48.2	47.1	576	50.6	442	
	d	157	II-X	8.95	0.118	29	15.3*	51.6*	—	435*	—	—	
	Mittel	—	II-X	8.27	0.121	—	—	—	45.9	—	49.4	412	
$\frac{41}{IV}$	a	137	III-X	8.10	0.124	27	10.8	47.8	45.2	506	48.6	401	
	b	135	II-IX	7.72	0.114	33	14.7*	46.7*	—	416*	—	—	
	c	136	II-IX	8.14	0.118	23	8.3	47.8	46.1	604	49.5	446	
	d	134	II-IX	9.14	0.121	24	15.4	48.9	45.7	422	49.1	444	
	Mittel	—	II-IX	8.28	0.119	—	—	—	45.7	—	49.1	430	
$\frac{41}{V}$	a	107	II-IX	8.55	0.115	31	11.0	47.4	45.2	507	48.6	393	
	b	66	VI-IX	6.73	0.149	31	15.3	48.5	44.5	394	47.9	403	
	c	104	V-X	6.01	0.131	25	10.2	46.5	44.8	527	48.2	409	
	d	99	V-X	6.86	0.111	30	16.0	48.9	46.0	413	49.4	444	
	Mittel	—	V-X	7.26	0.127	—	—	—	45.1	—	48.5	412	
$\frac{41}{VI}$	a	77	VI-IX	4.81	0.191	28	10.9	44.2	41.3	453	44.6	367	
	b	8c	V-X	5.93	0.158	24	15.0	45.2	42.1	376	45.4	376	
	c	8c	V-X	6.50	0.149	27	8.7	44.8	43.3	584	46.7	451	
	d	78	VI-IX	5.77	0.163	28	16.1	45.2	42.4	363	45.7	392	
	Mittel	—	VI-X	5.75	0.165	—	—	—	42.3	—	45.6	397	
$\frac{41}{VII}$	a	44	VII-IX	4.53	0.209	24	10.5	45.6	42.3	492	45.6	395	
	b	55	VII-X	4.80	0.192	23	14.7	46.1	42.3	397	45.6	389	
	c	52	VII-IX	5.31	0.181	23	9.0	45.9	43.7	565	47.1	431	
	d	55	VII-X	5.63	0.166	24	15.6*	51.1*	—	372*	—	—	
	Mittel	—	VII-X	5.07	0.187	—	—	—	42.8	—	46.1	405	
Gesamtmittel		—	—	6.94	0.142	—	—	—	44.1	—	47.5	408	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2				Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Rothholz: $\frac{3}{10}$	42.7	780	18.27	Rothholz: $\frac{3}{10}$	10.4	44.8	42.4	477	1.6	3.1	
	42.8	732	17.10		8.4	44.7	42.4	498	1.1	1.9	
	43.0	829	19.28		3.6	43.3	42.8	641	0.5	1.1	
	41.1	784	19.08		28.5	48.4	42.3	199	3.6	8.2	
	42.4	781	18.43		—	—	42.5	—	—		
Ast: 0.9	46.0	867	18.85		11.7	47.7	45.1	491	2.2	3.7	
	44.8	826	18.45		10.2	47.0	44.7	567	1.9	2.8	
	45.8	870	19.00		7.9	47.4	45.9	653	1.8	2.6	
	46.4	904	19.48		34.5	54.2	45.9	194	4.5	9.0	
	45.8	867	18.95		—	—	45.4	—	—		
Ast: 0.6 Rothholz: $\frac{2}{10}$	46.5	875	18.82	Rothholz: $\frac{2}{10}$	13.2	47.5	43.5	466	2.1	3.6	
	44.4	821	18.49		12.4	47.0	44.4	475	2.3	3.5	
	46.1	863	18.72		1.5	45.9	45.6	821	0.3	0.9	
	45.4	861	18.96		—	—	—	—	—	—	
	45.6	855	18.75		—	—	44.5	—	—		
Rothholz: $\frac{3}{10}$	44.9	842	18.75	Rothholz: $\frac{3}{10}$	16.3	47.4	44.4	391	3.3	5.9	
	44.2	752	17.01		14.1	49.9	46.5	429	2.4	4.3	
	45.0	832	18.49		—	—	—	—	—	—	
	46.6	857	18.39		44.6	58.2	45.6	179	4.5	8.4	
	45.2	821	18.16		—	—	45.5	—	—		
	40.9	725	17.73		18.2	44.8	40.7	328	3.0	5.1	
	41.5	765	18.43		15.9	45.0	41.9	387	2.6	5.1	
	43.4	812	18.71		21.7	47.1	43.3	252	3.3	6.9	
	41.7	762	18.27		43.0	52.4	40.9	163	3.8	7.7	
	41.9	766	18.29		—	—	41.7	—	—		
Rothholz: $\frac{2}{10}$ Ast: 0.7	42.4	779	18.37	Rothholz: $\frac{2}{10}$	21.4	46.8	42.3	280	3.5	6.4	
	42.6	731	17.16		16.7	47.0	42.7	343	2.2	4.0	
	44.1	778	17.64		22.9	47.8	42.6	226	3.4	6.9	
	43.7	758	17.35		41.6	49.6	39.0	162	3.6	7.7	
	43.2	762	17.63		—	—	41.7	—	—		
	44.0	809	18.37		—	—	43.6	—	—		

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe				Würfel 1						
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
				cm	cm			%	100-fach		kg/cm ²	100-fach
$\frac{42}{I}$	a	97	III-VIII	5.27	0.167	22	10.1*	42.6*	—	355*	—	—
	b	118	III-VIII	6.42	0.143	27	12.0*	41.1*	—	317*	—	—
	c	108	III-VIII	6.19	0.144	25	10.6*	39.1*	—	409*	—	—
	d	105	III-VIII	4.59	0.192	26	16.5*	39.4*	—	333*	—	—
	Mittel	—	III-VIII	5.62	0.162	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{42}{II}$	a	80	IV-VIII	4.51	0.205	23	11.3	41.0	38.2	400	41.4	334
	b	83	IV-VIII	5.42	0.177	26	14.9	40.9	37.8	353	41.0	351
	c	90	IV-VIII	5.06	0.178	22	9.7	39.1	37.7	435	40.9	346
	d	86	IV-VIII	4.00	0.217	23	15.6*	42.3*	—	309*	—	—
	Mittel	—	IV-VIII	4.75	0.194	—	—	—	37.9	—	41.1	344
$\frac{42}{IV}$	a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	51	VI-VIII	3.53	0.270	18	13.4*	54.2*	—	211*	—	—
	c	63	V-VIII	4.21	0.215	18	9.3	40.3	39.4	439	42.6	339
	d	45	VI-VIII	3.15	0.312	18	16.1*	41.1*	—	304*	—	—
	Mittel	—	VI-VIII	3.63	0.266	—	—	—	39.4	—	42.6	339
$\frac{42}{V}$	a	51	VI-VIII	3.19	0.320	19	10.6*	42.3*	—	353*	—	—
	b	51	VI-VIII	4.29	0.234	18	15.3	40.5	37.4	404	40.6	410
	c	50	VI-VIII	4.30	0.232	18	8.8*	39.8*	—	436*	—	—
	d	49	VI-VIII	3.67	0.288	16	16.0	40.0	36.6	337	39.8	357
	Mittel	—	VI-VIII	3.86	0.269	—	—	—	37.0	—	40.2	384
$\frac{42}{VI}$	a	39	VI-VIII	3.22	0.308	16	11.6	40.3	37.7	387	40.9	325
	b	35	VI-VIII	3.50	0.277	17	14.6	41.1	37.2	354	40.4	346
	c	40	VI-VIII	3.94	0.243	16	8.4	41.3	38.8	407	42.0	355
	d	41	VI-VIII	3.07	0.309	16	15.7	41.2	38.0	343	41.2	357
	Mittel	—	VI-VIII	3.43	0.284	—	—	—	37.9	—	41.1	346
$\frac{42}{VII}$	a	28	VII-VIII	3.47	0.302	15	10.3	41.0	37.8	429	41.0	348
	b	27	VII-VIII	3.27	0.311	14	14.8*	42.6*	—	331*	—	—
	c	30	VII-VIII	3.54	0.282	13	8.2	40.6	38.7	474	41.9	360
	d	29	VII-VIII	3.13	0.315	15	15.5	42.4	38.4	358	41.6	348
	Mittel	—	VII-VIII	3.35	0.303	—	—	—	38.3	—	41.5	352
Gesamtmittel		—	—	4.11	0.246	—	—	—	38.1	—	41.3	353

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 179

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwin-dungs-grösse		
						in feuchtem Zu-stande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung	in der Tangential-richtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Ast : 0.3	38.3*	576*	15.04*	Ast : 0.2	10.4*	40.9*	38.1*	391*	1.0*	2.2*	Ast : 0.3
Ast : 0.6	37.6	674	17.93		8.5	39.5	37.5	447	1.2	1.8	
Ast : 0.6	37.6	631	16.78		3.9	37.6	36.6	525	0.3	0.9	
Ast : 0.8	35.6	607	17.05		30.0	41.6	35.0	151	2.7	6.7	
	36.9	637	17.25		—	—	36.4	—	—	—	
Rothholz: $\frac{2}{10}$	37.6	629	16.73	Rothholz: $\frac{2}{10}$	12.5	40.6	38.3	389	1.7	3.0	Rothholz: $\frac{2}{10}$
Rothholz: $\frac{1}{10}$	37.7	647	17.16	Rothholz: $\frac{2}{10}$	9.9	39.7	37.5	447	1.4	2.6	Rothholz: $\frac{1}{10}$
	37.1	651	17.55		8.4	38.5	36.9	466	1.2	2.3	
Ast : 1.0	37.6	650	17.29		34.9	45.0	37.1	158	3.5	7.2	
	37.5	644	17.18		—	—	37.5	—	—	—	
	—	—	—		—	—	—	—	—	—	
Ast : 4.0	38.2*	576*	15.08*	Ast : 0.3	—	—	—	—	—	—	
	37.7	623	16.53		2.5	38.3	37.7	614	0.3	0.7	
Ast : 1.2	36.8	592	16.09		59.4	51.9	36.1	150	2.9	7.2	
	37.3	608	16.31		—	—	36.9	—	—	—	
Ast : 1.7	36.5	616	16.88		16.0*	41.3*	38.1*	303*	2.3*	4.3*	Ast : 0.3
	36.4	599	16.46		14.5	39.9	36.6	338	1.7	3.7	
Ast: 0.5, 0.5	36.4	628	17.25		26.1	41.6	36.0	163	2.9	6.7	
	36.6	606	16.56		47.6	49.0	36.8	144	3.0	7.1	
	36.5	612	16.79		—	—	36.5	—	—	—	
	37.8	645	17.06		16.2	42.8	39.5	294	2.0	4.8	
	38.8	551	14.20		15.3	40.5	37.3	328	2.2	4.7	
	37.7	652	17.29		21.0	41.5	36.7	217	2.2	5.1	
	38.9	631	16.22		47.9	52.0	39.0	143	2.8	6.6	
	38.3	620	16.19		—	—	38.1	—	—	—	
Ast : 0.3	38.1	653	17.14	Rothholz: $\frac{2}{10}$	20.2	42.6	38.1	245	2.5	5.5	Rothholz: $\frac{2}{10}$
	38.9	620	15.94		16.5	42.5	39.0	286	2.7	4.1	
	38.7	634	16.38		24.1	43.6	38.2	190	2.8	6.2	
	38.6	646	16.74		32.5	46.8	38.8	134	3.0	6.4	
	38.6	638	16.55		—	—	38.5	—	—	—	
	37.5	627	16.71		—	—	37.3	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I							
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%			
				cm				in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem/ Zustande		kg/cm ²	des spezifischen Gewichts	100-fach	kg/cm ²
43 I	a	117	I-VII	3.97	0.157	30	10.7	37.7	35.0	363	38.1	300		
	b	58	V-VIII	5.21	0.193	31	14.5	38.8	35.6	324	38.7	315		
	c	88	III-VIII	4.37	0.209	29	8.3*	37.5*	—	423*	—	—		
	d	55	IV-VII	3.99	0.256	25	16.0	38.2	34.6	302	37.7	319		
	Mittel	—	III-VIII	4.39	0.204	—	—	—	35.1	—	38.2	311		
43 II	a	68	IV-VII	4.05	0.249	24	10.4	38.7	36.6	401	39.8	326		
	b	61	IV-VII	3.80	0.295	30	14.9*	39.6*	—	325*	—	—		
	c	66	IV-VII	4.47	0.224	29	9.9	39.4	37.6	440	40.8	353		
	d	52	V-VII	4.58	0.230	30	15.7	40.9	37.7	291	40.9	306		
	Mittel	—	IV-VII	4.23	0.250	—	—	—	37.3	—	40.5	328		
43 IV	a	51	V-VIII	3.78	0.275	22	10.2*	46.8*	—	288*	—	—		
	b	60	V-VII	4.54	0.233	24	14.1*	43.4*	—	286*	—	—		
	c	65	IV-VII	4.25	0.214	24	9.8*	45.9*	—	286*	—	—		
	d	60	V-VIII	3.83	0.268	24	15.3*	40.1*	—	287*	—	—		
	Mittel	—	V-VIII	4.10	0.248	—	—	—	—	—	—	—		
43 V	a	48	V-VII	3.58	0.294	22	10.4*	42.4*	—	314*	—	—		
	b	49	V-VII	5.15	0.229	24	13.2*	47.2*	—	172*	—	—		
	c	51	V-VII	4.29	0.256	23	8.3*	41.5*	—	373*	—	—		
	d	46	V-VIII	4.24	0.244	21	15.3*	45.9*	—	251*	—	—		
	Mittel	—	V-VII	4.32	0.256	—	—	—	—	—	—	—		
43 VI	a	40	VI-VII	3.42	0.300	18	11.5	38.8	36.1	380	39.2	325		
	b	44	V-VII	4.09	0.239	21	14.5	39.1	35.2	333	38.3	325		
	c	42	V-VII	4.48	0.233	22	8.4	38.9	36.7	453	39.9	354		
	d	37	VI-VII	4.09	0.245	18	14.8	39.9	36.8	328	40.0	324		
	Mittel	—	VI-VII	4.02	0.254	—	—	—	36.2	—	39.4	332		
43 VII	a	24	VI-VII	3.19	0.320	15	11.3	40.5	38.0	367	41.2	301		
	b	30	VI-VII	3.60	0.279	16	15.2	40.3	36.7	308	39.9	312		
	c	32	VI-VIII	3.76	0.263	17	8.3	37.6	36.1	327	39.2	234		
	d	33	VI-VIII	3.77	0.254	17	15.1	39.9	36.5	317	39.7	319		
	Mittel	—	VI-VIII	3.58	0.279	—	—	—	36.8	—	40.0	292		
Gesamtmittel		—	—	4.11	0.249	—	—	—	36.4	—	39.5	316		

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwindungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radialrichtung	in der Tangentialrichtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach		kg/cm ²	%		
Ast: 1.5	34.4	572	16.63	10.6	36.7	34.4	354	1.2	2.5		
	35.6	611	17.16	6.7	37.4	35.8	435	1.1	2.3		
	35.4	632	17.85	3.7	35.9	34.9	491	0.5	0.8		
	35.4	591	16.69	29.6	41.0	34.5	145	2.4	6.7		
	35.2	602	17.08	—	—	34.9	—	—	—		
Ast: 0.4	36.4	604	16.59	12.0	39.1	36.6	379	1.6	3.4		
	36.5	640	17.53	9.9	41.3	39.2	422	1.3	2.5		
	37.3	605	17.83	7.4	38.7	37.2	483	1.1	2.3		
	38.3	624	16.29	—	—	—	—	—	—		
	37.1	633	17.06	—	—	37.7	—	—	—		
Ast: 2.3	37.1	653	17.60	12.8	40.1	36.9	347	1.7	3.7		
Ast: 2.5	35.3	612	17.34	13.0	37.6	35.1	350	1.7	3.7		
Ast: 2.3, 2.7	35.7	618	17.31	—	—	—	—	—	—		
Ast: 1.0	34.6	588	16.99	63.0	50.7	34.5	118	2.9	7.7		
	35.7	618	17.31	—	—	35.5	—	—	—		
Ast: 2.5	35.1	574	16.35	17.0	38.5	35.2	263	2.4	4.9		
Ast: 1.5	35.1	615	17.52	13.6	38.3	35.5	342	1.7	3.7		
Ast: 4.0	34.7	609	17.55	27.0	40.1	34.8	147	3.0	6.8		
Ast: 2.0	37.5	587	15.65	49.5	48.3	35.6	120	2.8	7.0		
	35.6	596	16.77	—	—	35.3	—	—	—		
Ast: 0.2	35.9	632	17.60	17.1	39.1	35.6	283	2.6	4.2		
	35.8*	595*	16.62*	14.7	38.1	35.2	318	2.3	4.2		
	36.4	631	17.34	21.0	40.1	35.8	193	2.5	5.4		
	36.5	609	16.68	47.2	49.3	37.1	116	2.8	7.2		
	36.3	624	17.21	—	—	35.9	—	—	—		
	37.9	610	16.09	18.5	43.3	38.9	239	2.3	4.6		
	35.9	592	16.49	16.7	39.8	36.1	275	2.4	3.7		
	36.8	610	16.58	24.5	44.2	38.3	163	2.7	5.6		
	37.2	597	16.05	33.3	45.7	37.2	128	2.9	6.2		
	37.0	602	16.30	—	—	37.6	—	—	—		
	36.2	613	16.96	—	—	36.2	—	—	—		

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel 3						
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%		
				cm				in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenen Zustande		kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²
							%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²		
$\frac{44}{I}$	a	127	II-IX	5.31	0.190	24	10.9	39.4	37.6	434	40.8	362	
	b	134	I-VIII	5.63	0.196	31	15.1	42.5	38.8	344	42.0	346	
	c	111	III-VIII	7.41	0.130	31	8.7*	40.6*	—	480*	—	—	
	d	139	II-IX	6.62	0.142	30	15.3	41.4	38.4	335	41.6	341	
	Mittel	—	II-IX	6.24	0.165	—	—	—	38.3	—	41.5	350	
$\frac{44}{II}$	a	89	IV-IX	5.36	0.173	25	11.1	41.3	39.2	448	42.4	369	
	b	98	III-VIII	6.66	0.158	32	14.4*	44.5*	—	322*	—	—	
	c	97	III-VIII	7.10	0.145	32	9.9*	44.1*	—	447*	—	—	
	d	91	IV-IX	6.34	0.157	27	15.6*	44.5*	—	368*	—	—	
	Mittel	—	IV-IX	6.37	0.158	—	—	—	39.2	—	42.4	369	
$\frac{44}{IV}$	a	84	V-IX	4.64	0.228	25	11.2	40.0	37.6	389	40.8	321	
	b	78	V-IX	5.25	0.207	26	15.1	39.8	36.3	344	39.5	344	
	c	62	V-VIII	6.05	0.169	28	8.2	41.2	39.8	519	43.1	398	
	d	80	IV-VIII	5.69	0.176	29	16.1	41.9	39.3	354	42.5	329	
	Mittel	—	V-IX	5.41	0.195	—	—	—	38.3	—	41.5	348	
$\frac{44}{V}$	a	73	V-IX	4.31	0.233	24	11.7	39.2	38.1	378	41.3	318	
	b	68	V-IX	4.31	0.240	23	14.7	40.5	36.9	363	40.1	357	
	c	71	V-IX	5.34	0.188	25	9.7*	41.8*	—	482*	—	—	
	d	75	V-IX	5.46	0.196	26	15.8	42.1	39.4	355	42.6	373	
	Mittel	—	V-IX	4.86	0.214	—	—	—	38.1	—	41.3	349	
$\frac{44}{VI}$	a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	b	46	VI-IX	4.03	0.229	21	14.6*	41.8	—	343*	—	—	
	c	57	V-VIII	4.28	0.234	19	10.2	42.5	40.2	459	43.5	367	
	d	57	VI-IX	5.08	0.205	19	15.3	44.7	42.5	397	45.8	405	
	Mittel	—	VI-IX	4.46	0.223	—	—	—	41.4	—	44.7	386	
$\frac{44}{VII}$	a	39	VII-IX	4.82	0.191	11	10.9	45.4	43.1	476	46.5	382	
	b	36	VII-IX	4.40	0.239	17	15.1	46.3	42.4	396	45.7	399	
	c	29	VII-IX	3.99	0.253	15	8.8	44.4	42.1	502	45.4	377	
	d	26	VIII-IX	3.75	0.267	15	14.6	45.2	42.4	396	45.7	386	
	Mittel	—	VII-IX	4.24	0.238	—	—	—	42.5	—	45.8	386	
Gesamtmittel		—	—	5.26	0.199	—	—	—	39.6	—	42.9	365	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeit in absolut-trockenen Gewichte	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Ast : 0.7	37.5	660	17.57	9.8	39.1	37.1	418	1.7	3.3		
	38.8	634	16.34	8.1	40.6	38.5	447	1.1	2.1		
	38.4	687	17.89	4.0	38.8	37.8	551	0.5	0.9		
	38.8	684	17.63	28.8	43.7	37.7	166	3.5	7.4		
	38.4	666	17.36	—	—	37.8	—	—	—		
Ast : 1.2 Ast : 1.3 Ast : 1.1	39.2	684	17.45	—	—	—	—	—	—		
	38.3	683	17.83	10.0	40.0	38.0	447	1.5	2.8		
	40.6	731	18.00	7.6	42.4	40.9	547	1.3	2.5		
	40.2	753	18.73	31.3	46.6	40.0	179	4.0	8.4		
	39.6	713	18.00	—	—	39.6	—	—	—		
	37.4	641	17.14	13.5	40.0	37.2	376	1.9	3.3		
	36.2	628	17.35	12.7	39.2	36.6	387	1.8	3.6		
	40.2	759	18.88	2.6	40.8	40.2	686	0.6	1.0		
	39.0	694	17.79	64.4	56.5	38.8	159	4.1	8.2		
	38.2	781	17.79	—	—	38.2	—	—	—		
Ast : 0.3	36.5	636	17.42	16.0	39.0	35.8	300	2.7	4.1		
	38.7*	496*	12.82*	14.3	40.1	37.0	350	1.9	4.1		
	40.1	754	18.80	26.1	44.2	39.2	193	3.6	7.8		
	38.9	661	16.99	47.1	50.5	38.3	158	3.7	7.5		
	38.5	684	17.74	—	—	37.6	—	—	—		
Ast : 0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	37.1	629	16.96	15.1	41.1	37.8	341	2.2	4.0		
	40.2	710	17.66	21.5	44.7	39.7	230	2.7	5.1		
	41.7	741	17.77	46.7	54.1	41.2	146	3.8	7.6		
	39.7	693	17.46	—	—	39.6	—	—	—		
	43.3	744	17.18	20.4	47.3	43.4	272	3.5	6.7		
	44.2	722	16.33	16.0	48.3	44.4	309	2.9	4.7		
	43.1	739	17.15	24.3	48.5	42.8	209	3.1	6.5		
	—	—	—	32.7	53.3	44.6	167	2.9	7.9		
	43.5	735	16.89	—	—	43.8	—	—	—		
	39.7	695	17.54	—	—	39.4	—	—	—		

mit sehr un-
regelmässig
verlaufender
Faser

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trocken Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
				cm				in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		des spezifischen Gewichts	der Druckfestig- keit
							%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²	
$\frac{45}{I}$	a	63	II-V	3.57	0.281	22	11.3	39.6	37.5	408	40.7	342
	b	67	II-V	3.97	0.252	21	14.8	40.7	37.6	353	40.8	349
	c	68	II-V	4.09	0.237	22	10.6*	42.4*	—	386*	—	—
	d	62	II-V	3.72	0.248	22	16.1*	41.0*	—	321*	—	—
	Mittel	—	II-V	3.84	0.255	—	—	—	37.6	—	40.8	346
$\frac{45}{II}$	a	35	III-V	2.94	0.363	21	10.9	38.1	36.3	367	39.5	304
	b	51	II-V	3.70	0.283	25	14.7	40.4	37.5	382	40.7	376
	c	33	III-IV	3.49	0.296	25	8.1	37.2	35.9	456	39.0	361
	d	53	II-V	3.42	0.301	21	15.6*	40.5*	—	328*	—	—
	Mittel	—	III-V	3.39	0.311	—	—	—	36.6	—	39.7	347
$\frac{45}{IV}$	a	46	III-V	3.03	0.350	19	11.7*	41.2*	—	399*	—	—
	b	47	III-V	3.29	0.317	20	15.0*	39.8*	—	321*	—	—
	c	54	III-V	3.94	0.256	—	8.6*	38.6*	—	419*	—	—
	d	52	III-V	3.47	0.299	19	15.8*	40.0*	—	302*	—	—
	Mittel	—	III-V	3.43	0.306	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{45}{V}$	a	40	III-V	3.20	0.324	15	11.4	39.6	37.5	376	40.7	311
	b	42	III-V	3.44	0.293	19	14.7*	40.4*	—	339*	—	—
	c	46	III-V	4.02	0.253	21	8.6	38.7	36.9	453	40.1	356
	d	41	III-V	3.32	0.306	15	16.3	40.3	37.2	317	40.4	343
	Mittel	—	III-V	3.50	0.294	—	—	—	37.2	—	40.4	337
$\frac{45}{VI}$	a	31	IV-V	3.15	0.327	15	10.8	40.0	37.8	395	41.0	321
	b	27	IV-V	3.15	0.318	17	14.4*	42.7*	—	339*	—	—
	c	35	III-V	3.52	0.268	18	8.6*	41.2*	—	430*	—	—
	d	35	III-V	3.13	0.312	15	15.8*	42.1*	—	318*	—	—
	Mittel	—	IV-V	3.24	0.306	—	—	—	37.8	—	41.0	321
$\frac{45}{VII}$	a	23	IV-V	2.91	0.333	12	11.4	42.4	38.2	406	41.4	341
	b	23	IV-V	2.89	0.334	15	13.9*	41.4	37.6	331	40.8	309
	c	22	IV-V	3.12	0.303	15	9.6	41.8	39.1	443	42.3	347
	d	18	IV-V	2.80	0.353	12	15.2	42.2	38.7	332	41.9	336
	Mittel	—	IV-V	2.93	0.331	—	—	—	38.4	—	41.6	333
* Gesamtmittel		—	—	3.39	0.301	—	—	—	37.5	—	40.7	337

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 185

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absolut trockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwinnungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radialrichtung	in der Tangentialrichtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Rotholz: $\frac{2}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$ Ast: 1.5 Ast: 0.6	37.2 37.7 38.9 37.4	645 645 651 651	17.34 17.11 16.73 17.41	Rotholz: $\frac{2}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$	10.2 8.3 3.7 29.8	40.8 38.9 40.2 43.0	38.7 37.1 39.1 36.8	396 463 525 161	1.6 1.3 0.3 3.2	2.8 2.3 0.7 7.6	Rotholz: $\frac{2}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$
	37.8	648	17.15		—	—	37.9	—	—	—	
Ast: 0.6	36.1 37.8* 36.0 37.3	575 631* 619 632	15.93 16.69* 17.19 16.94	Ast: 0.7	11.4 10.4 7.7 32.4	37.8 39.5 37.2 43.3	35.7 37.0 35.7 36.7	364 435 467 145	1.9 1.5 1.2 3.6	3.5 3.1 2.6 8.3	
	36.5	609	16.69		—	—	36.3	—	—	—	
Rotholz: $\frac{3}{10}$ Ast: 0.3 Rotholz: $\frac{2}{10}$ Ast: 0.4 Ast: 0.5	38.5 36.7 36.3 37.6	545 614 647 587	14.16 16.73 17.82 15.61	Rotholz: $\frac{3}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$	13.1 13.4 1.9 57.3	41.3 39.5 36.4 54.6	38.5 36.8 36.0 38.8	372 342 588 130	1.9 2.3 0.4 3.4	3.4 3.5 0.5 7.6	Rotholz: $\frac{3}{10}$ Rotholz: $\frac{2}{10}$
	37.3	598	16.08		—	—	37.5	—	—	—	
Ast: 0.4	37.3 37.3 37.0 37.4	699 668 680 634	18.74 17.91 18.38 16.95		16.5* 14.1 26.5 52.2	41.3* 40.0 41.7 51.3	38.5* 37.5 37.5 37.4	208* 365 163 133	3.0* 2.3 3.3 3.2	5.3* 4.6 7.6 8.0	Ast: 0.3
	37.3	670	18.00		—	—	37.5	—	—	—	
Ast: 0.4 Ast: 0.4 Ast: 0.4	37.5 37.5 39.1 38.4	661 650 632 633	17.63 17.33 16.16 16.48		15.0* 15.0 21.8 49.9	44.2* 40.7 43.5 52.7	41.5 37.9 38.2 38.9	291* 330 200 123	2.8* 2.4 2.2 3.2	5.8* 4.7 4.7 6.7	Ast: 0.4
	38.1	644	16.90		—	—	38.3	—	—	—	
	38.8 38.2 39.9 38.3	655 655 646 592	16.88 17.15 16.19 15.46		21.9 17.2 24.1 36.4	42.6 41.5 47.7 48.5	38.5 38.0 41.6 39.2	224 288 167 122	3.3 2.6 2.7 3.2	6.8 4.8 5.7 7.4	
	38.8	637	16.42		—	—	39.3	—	—	—	
	37.6	634	16.87		—	—	37.8	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammschneibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrgänge					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		kg/cm ²	100-fach
				cm	%	100-fach	kg/cm ²			100-fach		
$\frac{46}{I}$	a	78	II-VI	4.60	0.181	16	11.1*	37.7*	—	368*	—	—
	b	84	II-VI	3.60	0.227	17	14.7	36.1	33.1	300	36.2	296
	c	80	II-VI	4.88	0.176	17	9.5	37.7	36.0	382	39.1	302
	d	87	II-VI	4.39	0.186	16	16.1*	38.1*	—	285*	—	—
	Mittel	—	II-VI	4.39	0.193	—	—	—	34.6	—	37.7	299
$\frac{46}{II}$	a	55	III-VI	3.05	0.298	16	10.6	35.2	32.9	372	36.0	318
	b	68	III-VI	3.82	0.249	16	14.6*	51.4*	—	341*	—	—
	c	66	III-VI	3.64	0.245	15	9.3	35.2	33.7	383	36.8	312
	d	57	III-VI	3.61	0.257	15	16.0	35.9	32.9	279	36.0	294
	Mittel	—	III-VI	3.53	0.262	—	—	—	33.2	—	36.3	308
$\frac{46}{IV}$	a	47	IV-VI	2.84	0.349	15	11.1	35.4	32.3	354	35.3	311
	b	45	IV-VI	2.86	0.320	15	15.2*	37.0*	—	300*	—	—
	c	44	IV-VI	3.44	0.320	14	9.0*	35.0*	—	381	—	—
	d	42	IV-VI	2.56	0.352	14	15.8	35.7	32.9	292	36.0	304
	Mittel	—	IV-VI	2.93	0.337	—	—	—	32.6	—	35.7	308
$\frac{46}{V}$	a	30	V-VI	2.41	0.419	12	11.3	35.1	32.8	359	35.8	313
	b	31	V-VI	2.51	0.416	12	14.6*	38.0*	—	272*	—	—
	c	33	V-VI	2.59	0.382	13	9.9*	34.7*	—	367*	—	—
	d	32	V-VI	2.68	0.364	12	15.9*	36.7*	—	276*	—	—
	Mittel	—	V-VI	2.55	0.395	—	—	—	32.8	—	35.8	313
$\frac{46}{VI}$	a	25	IV-VI	2.68	0.368	11	11.6	35.9	33.7	365	36.8	319
	b	22	IV-VI	2.45	0.398	10	14.4	36.4	33.6	308	36.7	299
	c	26	IV-VI	2.74	0.362	12	8.5	38.7	36.6	415	39.8	317
	d	24	IV-VI	2.70	0.369	11	15.9	37.1	34.5	298	37.6	313
	Mittel	—	IV-VI	2.64	0.374	—	—	—	34.6	—	37.7	312
Gesamtmittel	—	—	3.21	0.312	—	—	—	33.6	—	36.6	308	

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 187

Bemerkungen	Platte 2				Platte 3					Bemerkungen	
	Spezifisches Absolut-trochengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwundgrösse		
						in feuchtem Zu-stande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung		in der Tangential-richtung
					100-fach	kg/cm ²	%	100-fach	kg/cm ²		%
Ast: 0.6 Rotholz: $\frac{3}{10}$ Ast: 0.3	34.9 33.4 35.9 35.3*	609 503 572 583*	17.45 16.86 15.93 16.52*	Rotholz: $\frac{3}{10}$ Ast: 1.8	20.3 16.5 22.9 37.8	39.2 36.3 41.0 44.1	35.5 32.4 35.8 35.3	241 272 201 134	3.1 2.0 2.5 3.1	5.7 4.1 4.8 7.0	Rotholz: $\frac{3}{10}$
	34.7	581	16.75		—	—	34.8	—	—	—	
Ast: 1.7	32.9 33.0 33.5 33.0	561 542 503 552	17.05 16.42 16.81 16.73		17.3 15.6 21.1 52.3	35.8 36.1 37.0 45.5	32.7 32.8 33.1 32.5	269 307 210 139	2.8 2.1 2.8 2.9	4.8 3.9 5.2 6.6	
	33.1	555	16.75		—	—	32.8	—	—	—	
Ast: 0.6 Ast: 0.7	32.7 32.8 32.3 32.7	556 541 528 538	17.00 16.49 16.35 16.45		16.1 14.3 — 53.8	35.3 35.7 — 45.3	32.5 32.7 — 32.3	288 314 — 131	2.4 1.5 — 2.5	4.6 3.3 — 6.9	
	32.6	541	16.57		—	—	32.5	—	—	—	
Ast: 1.0 Ast: 0.5 Ast: 0.5	32.7 33.0 33.2 32.6	553 556 514 485	16.91 16.85 15.48 14.88		12.8 — 2.5 65.7	34.8 — 33.4 48.6	32.4 — 32.9 32.3	324 — 475 127	1.8 — 0.3 2.2	3.6 — 0.6 6.9	
	32.9	527	16.03		—	—	32.5	—	—	—	
Rotholz: $\frac{2}{10}$	33.7 40.2* 35.5 33.6	564 536* 569 539	16.74 13.33* 16.03 16.04	Ast: 1.0 Rotholz: $\frac{2}{10}$	11.5 10.2 6.7 31.7	35.4 36.6 36.4 40.6	33.2 34.4 34.9 33.6	348 424 438 118	1.6 1.1 0.9 2.4	2.1 2.6 1.6 6.7	Rotholz: $\frac{2}{10}$
	34.3	557	16.27		—	—	34.0	—	—	—	
	33.5	552	16.47		—	—	33.3	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		kg/cm ²	100-fach
				%	100-fach	kg/cm ²						
47 II	a	107	IV-IX	7.29	0.129	24	10.5*	48.0*	—	415*	—	—
	b	113	IV-IX	6.41	0.140	21	14.3*	46.7*	—	391*	—	—
	c	104	IV-IX	6.68	0.138	—	9.6*	44.1*	—	522*	—	—
	d	130	III-IX	6.96	0.130	24	15.6*	45.5*	—	378*	—	—
	Mittel	—	IV-IX	6.84	0.134	—	—	—	—	—	—	—
47 IV	a	93	IV-IX	6.38	0.149	31	10.9*	44.8*	—	472*	—	—
	b	97	IV-IX	5.70	0.174	25	14.3	45.8	42.5	425	45.8	407
	c	91	V-IX	4.82	0.189	26	10.0	44.5	39.2	458	42.4	368
	d	95	V-IX	6.13	0.156	25	16.1*	45.8*	—	358*	—	—
	Mittel	—	V-IX	5.76	0.167	—	—	—	40.9	—	44.1	388
47 V	a	70	VI-IX	6.34	0.170	27	11.9*	42.8*	—	442*	—	—
	b	66	VI-IX	6.08	0.191	23	14.7	44.0	41.2	396	44.5	389
	c	65	VI-IX	5.37	0.217	27	9.6	47.1	43.9	509	47.3	383
	d	64	VI-IX	4.77	0.213	27	16.2	46.1	43.0	362	46.4	395
	Mittel	—	VI-IX	5.64	0.198	—	—	—	42.7	—	46.1	389
47 VI	a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	59	VI-IX	5.39	0.206	24	14.7*	48.0*	—	367*	—	—
	c	59	VI-IX	6.22	0.172	26	8.1	44.9	43.9	532	47.3	384
	d	59	VI-IX	5.87	0.178	25	16.6	44.4	41.2	357	44.5	398
	Mittel	—	VI-IX	5.83	0.185	—	—	—	42.6	—	45.9	391
47 VII	a	37	VII-IX	6.04	0.192	24	10.8	46.5	43.6	476	47.0	377
	b	40	VII-IX	5.75	0.174	27	15.3	46.9	42.6	393	46.9	401
	c	37	VII-IX	5.06	0.191	26	9.5	45.4	42.8	512	46.1	392
	d	45	VII-IX	5.74	0.187	24	15.3*	48.5*	—	383*	—	—
	Mittel	—	VII-IX	5.65	0.186	—	—	—	43.0	—	46.7	390
Gesamtmittel	—	—	5.94	0.174	—	—	—	42.3	—	45.7	390	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3					Bemerkungen	
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeit in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwundungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung		in der Tangential-richtung
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Ast: 1.5	43.2	751	17.38		17.6	45.8	42.6	351	3.4	5.9	
Ast: 1.0, 0.4	42.2	772	18.29		15.2	45.2	42.4	389	3.1	5.0	
Ast: 0.7	42.2	796	18.86		20.7	45.8	41.6	245	3.5	6.3	
Ast: 0.4	41.6	748	17.98		—	—	—	—	—	—	
	42.3	767	18.13		—	—	42.2	—	—	—	
Ast: 0.4	42.4	741	17.48		15.6	45.1	42.1	375	2.9	4.9	
	42.0	750	17.86		—	—	—	—	—	—	
Asi: 0.9	42.5	738	17.36		27.2	47.5	41.2	199	3.6	6.5	
	41.2*	746*	18.11*	Ast: 0.4	47.9	53.6	40.6	208	2.7	6.8	
	42.3	743	17.57		—	—	41.3	—	—	—	
Ast: 0.3	40.5	741	18.30		12.3	43.0	40.7	418	2.1	3.9	
	41.2	758	18.40		12.5	44.3	41.9	458	2.3	4.2	
	42.8	778	18.18		2.1	43.8	43.3	709	0.3	0.7	
	42.6	751	17.62		52.3	58.3	42.6	166	3.2	6.8	
	41.8	757	18.13		—	—	42.1	—	—	—	
Ast: 0.4	—	—	—		—	—	—	—	—	—	
	41.5	723	17.42		9.9	43.6	41.5	508	1.5	3.1	
	42.4	811	19.13		—	—	—	—	—	—	
	41.2	699	16.97		30.2	47.4	40.7	152	3.7	8.1	
	41.7	744	17.84		—	—	41.1	—	—	—	
Ast: 0.6	43.4	775	17.86		11.1	46.3	43.5	506	2.0	3.0	
	43.3	768	17.74		6.9	44.3	42.9	564	1.5	2.6	
	44.8	766	17.09		—	—	—	—	—	—	
	43.3	740	17.09		18.3*	52.8*	45.9*	170*	3.5*	7.0*	Ast: 0.3
	43.7	762	17.45		—	—	43.2	—	—	—	
	42.4	755	17.82		—	—	42.0	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
								in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		kg/cm ²	100-fach
		cm	%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²					
$\frac{48}{I}$	a	91	II-VI	5.14	0.173	15	11.1	42.6	41.2	462	44.5	380
	b	86	II-VI	5.01	0.179	15	15.3*	44.3*	—	343*	—	—
	c	93	I-VI	3.64	0.243	18	8.9	40.5	38.9	459	42.1	354
	d	91	II-VI	4.43	0.194	17	15.7*	42.6*	—	348*	—	—
	Mittel	—	II-VI	4.56	0.197	—	—	—	40.1	—	43.3	367
$\frac{48}{II}$	a	68	III-VI	5.04	0.196	16	11.2*	44.5*	—	414*	—	—
	b	78	II-VI	4.80	0.211	15	14.4*	45.4*	—	375*	—	—
	c	80	II-VI	4.10	0.244	14	9.7*	43.5*	—	427*	—	—
	d	71	III-VI	4.04	0.228	15	15.8*	43.8*	—	338*	—	—
	Mittel	—	III-VI	4.50	0.220	—	—	—	—	—	—	—
$\frac{48}{IV}$	a	62	III-VI	4.76	0.206	12	11.1	44.1	41.8	412	45.1	356
	b	62	III-VI	4.43	0.227	15	14.5	44.3	40.3	378	43.6	367
	c	66	III-VI	4.07	0.245	15	9.6	43.9	41.6	453	44.9	340
	d	61	III-VI	4.17	0.242	14	16.2	44.5	41.8	330	45.1	362
	Mittel	—	III-VI	4.36	0.230	—	—	—	41.4	—	44.7	356
$\frac{48}{V}$	a	58	III-VI	4.26	0.240	16	10.8*	49.2*	—	356*	—	—
	b	44	IV-VI	4.19	0.251	16	13.7*	54.9*	—	281*	—	—
	c	56	III-VI	4.58	0.246	14	9.8*	47.3*	—	422*	—	—
	d	45	IV-VI	4.06	0.253	17	16.8	46.8	43.1	346	46.5	397
	Mittel	—	IV-VI	4.27	0.248	—	—	—	43.1	—	46.5	397
$\frac{48}{VI}$	a	47	IV-VI	4.16	0.240	16	9.6*	45.1*	—	442*	—	—
	b	45	IV-VI	3.98	0.258	15	14.5	43.9	40.4	381	43.7	370
	c	44	IV-VI	4.07	0.250	16	8.7*	44.5*	—	530*	—	—
	d	52	IV-VI	3.56	0.283	16	15.6*	48.2*	—	288*	—	—
	Mittel	—	IV-VI	3.94	0.258	—	—	—	40.4	—	43.7	370
$\frac{48}{VII}$	a	34	IV-VI	3.66	0.283	12	10.8	46.3	44.0	448	47.4	349
	b	34	IV-VI	3.74	0.265	14	14.4*	50.5*	—	385*	—	—
	c	34	IV-VI	4.71	0.248	15	8.5	46.0	44.5	536	47.9	387
	d	29	V-VI	3.36	0.290	14	15.3	47.8	44.9	371	48.3	380
	Mittel	—	IV-VI	3.87	0.272	—	—	—	44.5	—	47.9	372
Gesamtmittel	—	—	4.25	0.238	—	—	—	41.9	—	45.2	372	

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwundgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radialrichtung	in der Tangentialrichtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Ast : 0.5	40.6	740	18.23		21.0	44.1	40.4	244	3.7	6.6	
	38.9	696	17.89		—	—	—	—	—	—	
Ast : 0.6	39.1	685	17.53		25.0	43.5	38.3	159	3.2	6.0	
	38.9	695	17.87		32.6	46.2	39.0	122	3.9	7.5	
	39.4	704	17.88		—	—	39.2	—	—	—	
Ast : 1.0	40.2	724	18.01		18.7	43.8	40.6	296	4.0	6.5	
Ast : 1.5	40.7	713	17.52		15.6	43.0	40.3	362	3.1	5.4	
Ast : 1.5	39.7	765	19.27		22.0	46.3	41.8	196	3.4	6.6	
Ast : 1.0	40.4	697	17.25		42.4	50.5	40.3	129	4.7	8.7	
	40.3	725	18.01		—	—	40.8	—	—	—	
	41.9	727	17.35	Ast : 0.2	16.1	44.4	41.6	333	3.4	5.4	
	42.2*	768*	18.20*		14.0	44.2	41.8	415	3.0	4.9	
	41.7	767	18.39		27.0	46.4	41.4	163	4.3	8.4	
	40.8	736	18.04		47.8	51.4	39.4	129	4.4	8.2	
	41.5	743	17.93		—	—	41.1	—	—	—	
Ast : 2.1	42.3	732	17.30		12.7*	44.5*	41.9*	395*	2.5*	4.0*	Ast : 0.2
Ast : 4.0	41.5	737	17.76		12.0	45.1	42.7	407	2.5	3.8	
Ast : 2.0	41.7	777	18.63		2.3	42.2	41.8	675	0.5	0.8	
	43.2	777	17.99		61.2	60.0	42.5	136	4.5	9.1	
	42.2	756	17.92		—	—	42.3	—	—	—	
Ast : 0.4	41.8	760	18.18		10.9	44.3	42.2	455	2.4	3.5	
	40.7	694	17.05		10.7	44.5	41.9	468	1.9	2.9	
Ast : 0.4	42.4	774	18.25		7.3	43.4	42.1	554	0.8	2.8	
Ast : 1.7	42.1	746	17.72		32.7	47.6	40.8	147	4.5	8.9	
	41.8	744	17.80		—	—	41.8	—	—	—	
Ast : 0.7	43.8	810	18.49		10.3	45.0	42.1	476	1.9	3.2	
	44.7	787	17.61		7.9	48.4	46.6	571	1.7	2.6	
	44.5	789	17.73		3.5	45.3	44.6	623	0.7	1.3	
	44.8	755	16.85		31.9	50.1	43.1	156	4.5	7.9	
	44.5	785	17.67		—	—	44.1	—	—	—	
	41.6	743	17.87		—	—	41.6	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammscheibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel 2					
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Läng pro 1 cm ² Querfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozent des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%	
				cm				in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		kg/cm ²	100-fach
		%	100-fach	kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²						
$\frac{49}{I}$	a	69	II-V	4.79	0.222	16	10.8	37.8	35.9	380	39.0	315
	b	79	II-VI	5.36	0.182	20	14.7*	40.8*	—	349*	—	—
	c	77	II-V	5.01	0.214	18	9.0*	36.8*	—	395*	—	—
	d	71	II-VI	4.09	0.256	13	15.1*	42.5*	—	260*	—	—
	Mittel	—	II-VI	4.81	0.219	—	—	—	35.9	—	39.0	315
$\frac{49}{II}$	a	69	II-VI	4.33	0.216	22	10.8	38.6	36.8	395	40.0	326
	b	68	II-VI	4.54	0.221	18	14.4	39.4	36.9	303	40.1	352
	c	63	II-VI	4.33	0.225	18	8.3*	37.9*	—	419*	—	—
	d	64	II-VI	4.40	0.242	22	15.7	37.9	34.8	335	37.9	347
	Mittel	—	II-VI	4.40	0.226	—	—	—	36.2	—	39.3	342
$\frac{49}{IV}$	a	65	III-VI	4.55	0.215	28	11.3	38.2	36.3	381	39.5	323
	b	46	III-V	4.97	0.276	16	14.8	38.8	36.4	352	39.6	348
	c	57	III-VI	4.32	0.247	17	10.0*	38.7*	—	408*	—	—
	d	59	III-V	4.50	0.238	26	16.3	38.6	35.8	313	38.9	337
	Mittel	—	III-VI	4.59	0.244	—	—	—	36.2	—	39.3	336
$\frac{49}{V}$	a	54	III-VI	4.79	0.208	27	12.2	38.8	36.4	408	39.6	363
	b	56	III-VI	4.32	0.221	14	14.5	39.0	36.7	354	39.9	345
	c	52	III-VI	4.96	0.257	17	8.4*	38.8*	—	401*	—	—
	d	58	III-VI	4.64	0.219	27	16.5*	39.2*	—	294*	—	—
	Mittel	—	III-VI	4.68	0.226	—	—	—	36.6	—	39.8	354
$\frac{49}{VI}$	a	26	IV-V	4.03	0.259	26	10.6*	39.0*	—	378*	—	—
	b	38	IV-VI	5.07	0.179	14	14.0	39.0	36.4	351	39.6	334
	c	41	IV-VI	4.21	0.222	12	8.0*	39.3*	—	411*	—	—
	d	42	IV-VI	4.26	0.233	19	15.6	39.9	36.9	324	40.1	336
	Mittel	—	IV-VI	4.39	0.223	—	—	—	36.7	—	39.9	335
$\frac{49}{VII}$	a	39	IV-VI	4.70	0.199	19	10.8	40.1	37.9	432	41.1	358
	b	38	IV-V	4.89	0.201	24	14.1	40.2	37.1	344	40.3	327
	c	36	IV-V	4.75	0.203	23	8.0	39.9	38.3	462	41.5	352
	d	36	IV-V	4.50	0.215	19	15.7	41.3	38.1	339	41.3	354
	Mittel	—	IV-V	4.71	0.205	—	—	—	37.9	—	41.1	348
Gesamtmittel	—	—	4.60	0.224	—	—	—	36.6	—	39.7	338	

*) s. S. 156.

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 193

Bemerkungen	Platte 2			Platte 3						Bemerkungen	
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient	Bemerkungen	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwinguungsgrösse		
						in feuchtem Zustande während der Probe	in absolut-trockenem Zustande		in der Radial-richtung		in der Tangential-richtung
	100-fach	kg/cm ²		%	100-fach	kg/cm ²	%				
Ast : 0.7	35.8	579	16.17	mit sehr unregelmässig verlaufender Faser	21.5	38.8	35.2	216	3.0	7.5	
Ast : 1.0	38.4	624	16.25		15.8	40.8	38.0	292	2.4	5.5	
Ast : 1.9	35.2*	551*	15.05*		—	—	—	—	—	—	
	—	—	—		—	—	—	—	—	—	
	37.1	602	16.21		—	36.6	—	—	—		
Ast : 0.4	36.8	660	17.93		17.4	39.4	36.6	298	3.0	6.3	
	36.3	624	17.19		14.9	38.7	36.3	329	3.8	5.5	
	35.7	643	18.01		19.9	38.9	35.4	202	2.6	6.5	
	35.2	597	16.96		—	—	—	—	—	—	
	36.0	631	17.52		—	36.1	—	—	—	—	
Ast : 0.4	36.1	623	17.26		16.8*	39.4*	36.6*	294*	2.5*	5.7*	Ast : 0.2
	36.0	618	17.17		13.8	40.0	37.5	358	2.2	4.6	
	36.8	654	17.77		26.9	41.2	35.8	164	3.0	7.2	
	35.8	626	17.49		51.2	48.7	36.0	135	3.2	8.1	
	36.2	630	17.42		—	—	36.4	—	—	—	
Ast : 0.7	36.5	659	18.05		13.3	38.9	36.5	373	2.2	4.5	
Ast : 0.3	36.4	612	16.81		13.0	38.2	36.0	373	1.9	4.2	
	36.4	623	17.12		1.6	37.1	36.9	592	0.3	0.7	
	36.0	642	17.83		61.4	52.2	36.3	134	3.8	8.2	
	36.3	634	17.45		—	—	36.4	—	—	—	
Ast : 0.3	35.3	587	16.69		—	—	—	—	—	—	
Ast : 0.6	36.3	613	16.89		—	38.7	36.6	478	1.4	3.4	
	36.6	599	16.37		10.1	37.8	36.4	446	0.9	1.9	
	36.4	613	16.84		7.0	—	—	—	—	—	
	36.2	604	16.70		—	—	36.5	—	—	—	
	37.1	651	17.55	Ast : 0.2	9.6	39.1	37.4	422	—	—	
	37.8	637	16.85		7.4	38.9	37.4	479	1.2	2.5	
	37.6	660	17.55		5.2	38.7	37.6	512	0.7	1.0	
	38.3*	623*	16.27*		28.7	44.3	38.6	152	3.4	7.7	
	37.5	649	17.32		—	—	37.8	—	—	—	
	36.6	625	17.10		—	—	36.6	—	—	—	

Nummer des Probestammes und der Probestammschneibe	Bezeichnung des Scheiben- viertels	Der Jahrringe					Würfel I						
		Gesamtzahl in der Diagonale	Grenze der entsprechenden Altersklasse nach je 20 Jahren	Länge pro 1 cm ² Quersfläche	Durchschnittliche Breite	Anzahl im Splintholze	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut- trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande während der Probe	Reduktion auf einen Feuchtig- keitsgehalt von 15%		
				cm	cm			%	100-fach		kg/cm ²	100-fach	kg/cm ²
$\frac{50}{I}$	a	60	II-V	3.43	0.295	17	11.0	37.8	35.6	356	38.7	294	
	b	61	II-V	3.45	0.300	25	14.9	39.3	35.9	313	39.0	311	
	c	67	II-V	3.41	0.241	25	10.9*	38.1*	—	398*	—	—	
	d	58	II-V	4.21	0.236	23	16.3	38.7	36.2	299	39.3	323	
	Mittel	—	II-V	3.63	0.268	—	—	—	35.9	—	39.0	309	
$\frac{50}{II}$	a	50	II-IV	3.81	0.297	22	11.1	38.1	35.7	394	38.8	333	
	b	59	II-V	3.68	0.275	25	14.9	38.3	35.6	339	38.7	337	
	c	62	II-V	3.90	0.264	23	8.3*	38.8*	—	430*	—	—	
	d	36	III-V	3.27	0.295	23	15.5*	39.6*	—	326*	—	—	
	Mittel	—	II-V	3.67	0.283	—	—	—	35.7	—	38.8	335	
$\frac{50}{IV}$	a	53	II-V	3.56	0.294	19	10.5	38.3	36.5	418	39.7	345	
	b	45	II-IV	3.48	0.302	22	14.5	38.1	35.5	319	38.6	310	
	c	50	II-V	3.68	0.279	23	9.1	38.0	36.2	445	39.3	360	
	d	52	II-V	3.72	0.271	22	15.9*	39.2*	—	314*	—	—	
	Mittel	—	II-V	3.61	0.287	—	—	—	36.1	—	39.2	338	
$\frac{50}{V}$	a	47	III-V	3.43	0.299	21	—	—	—	—	—	—	
	b	46	II-V	3.61	0.275	21	14.2*	39.1*	—	314*	—	—	
	c	46	III-V	3.97	0.255	21	9.4*	38.5*	—	407*	—	—	
	d	42	III-V	3.72	0.278	21	15.9	39.2	36.3	305	39.5	322	
	Mittel	—	III-V	3.68	0.277	—	—	—	36.3	—	39.5	322	
$\frac{50}{VI}$	a	37	III-V	3.44	0.294	18	11.3	38.6	36.8	388	40.0	326	
	b	35	III-V	3.59	0.280	19	13.8	38.6	36.2	345	39.3	324	
	c	35	III-V	4.01	0.259	19	8.3	38.5	37.4	470	40.6	376	
	d	37	III-V	3.08	0.324	18	16.7	38.8	35.1	291	38.2	321	
	Mittel	—	III-V	3.53	0.289	—	—	—	36.4	—	39.5	337	
$\frac{50}{VII}$	a	27	IV-V	2.93	0.339	14	10.5	38.6	36.7	381	39.9	308	
	b	24	III-V	3.11	0.322	15	14.8	39.9	36.7	316	39.9	312	
	c	27	III-V	3.54	0.286	15	9.6*	42.1*	—	393*	—	—	
	d	27	IV-V	3.24	0.289	14	14.8*	40.8*	—	318*	—	—	
	Mittel	—	IV-V	3.21	0.309	—	—	—	36.7	—	39.9	310	
Gesamtmittel	—	—	3.56	0.286	—	—	—	36.2	—	39.3	325		

*) s. S. 156.

Bemerkungen	Platte 2			Bemerkungen	Platte 3						Bemerkungen
	Spezifisches Absolut-trockengewicht	Druckfestigkeit in absoluttrockenem Zustande	Qualitätsquotient		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des absolut-trockenen Gewichts	Spezifisches Gewicht		Druckfestigkeit in feuchtem Zustande	Schwingu- ngs- grösse		
						in feuchtem Zu- stande während der Probe	in absolut- trockenem Zustande		in der Radial- richtung	in der Tangential- richtung	
	100-fach	kg/cm ²			%	100-fach	kg/cm ²	%			
Ast : 0.4	35.2	587	16.68	20.5	39.4	35.7	257	2.9	5.8		
	35.6	590	16.57	16.5	39.5	36.0	289	1.8	4.2		
	35.9	635	17.69	25.0	40.1	35.4	173	3.0	7.1		
	35.5	619	17.44	39.2	44.1	35.5	131	3.0	8.2		
	35.6	608	17.10	—	—	35.7	—	—	—		
Ast : 0.3 Ast : 0.3	35.8	620	17.32	18.6	38.8	35.7	270	3.0	5.9		
	35.5	613	17.27	15.4	38.0	35.4	301	2.3	4.9		
	36.8	674	18.32	22.1	40.4	34.9	203	3.0	6.9		
	36.3	599	16.50	46.9	46.8	35.8	132	3.3	8.7		
	36.1	627	17.35	—	—	35.5	—	—	—		
Ast : 0.3	36.3	610	16.80	15.3*	41.7*	39.0*	296*	2.6*	4.7*	Ast : 0.5	
	35.6	572	16.07	13.6	37.9	35.3	330	2.2	4.2		
	36.1	650	18.01	27.2	40.5	35.3	162	3.1	7.9		
	36.3	625	17.22	52.0	48.4	35.7	132	3.1	8.6		
	36.1	614	17.03	—	—	35.4	—	—	—		
Ast : 0.5 Ast : 0.6	37.9*	582*	15.36*	—	—	—	—	—	—		
	36.5	585	16.03	—	—	—	—	—	—		
	36.7	627	17.08	—	—	—	—	—	—		
	36.5	623	17.07	67.7	53.8	36.3	131	3.5	9.3		
	36.6	612	16.73	—	—	36.3	—	—	—		
	36.4	628	17.25	11.5*	38.7*	36.2*	375	—	—	Ast : 0.3	
	36.1	613	16.98	9.8	38.0	36.2	431	1.6	3.0		
	36.9	635	17.21	6.9	38.4	37.3	501	1.1	2.5		
	35.1	578	16.47	30.8	41.5	34.8	129	2.8	6.6		
	36.1	614	16.98	—	—	36.1	—	—	—		
Ast : 0.4 Ast : 0.3	35.7	587	16.44	9.7	38.2	36.2	374	1.3	2.7		
	37.7	624	16.55	7.6	38.4	36.7	454	1.1	2.4		
	38.4	656	17.08	3.5	38.3	37.7	547	0.5	0.7		
	37.7	606	16.07	29.4*	46.0*	39.4*	136*	2.8*	7.3*	Ast : 0.7	
	37.4	618	16.54	—	—	36.9	—	—			
	36.3	616	16.96	—	—	36.0	—	—			

ANHANGS

Untersuchungsergebnisse über

Tannenholz

Fichtenholz

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut- trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt		
	Anzahl der Äste inner- halb der Messlänge		Anzahl der Äste außer- halb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke								
Ergebnisse für jedes einzelne												
31	a	—	—	—	83	0.188	15.8	38.3	35.3	11.10	11.06	122.8
	b	—	—	2	103	0.136	14.0	38.3	35.9	9.98	9.93	99.1
	c	1	1	—	105	0.115	13.6	38.5	36.3	9.95	9.60	98.5
	d	1	—	—	92	0.151	13.1	38.2	36.1	10.88	10.88	118.4
Mittel	0.50	0.25	—	0.75	—	0.148	14.1	38.3	35.9	—	—	109.7
32	a	—	—	1	57	0.224	14.7	39.0	35.9	9.08	9.07	82.4
	b	—	2	—	62	0.226	13.6	38.9	36.3	9.97	9.88	98.5
	c	—	—	—	59	0.186	13.5	37.8	35.3	7.79	7.72	60.1
	d	—	—	2	76	0.191	15.2	38.6	36.2	10.27	10.27	105.5
Mittel	—	0.50	0.75	—	—	0.207	14.3	38.6	35.9	—	—	86.6
33	a	1	—	—	81	0.172	14.8	38.8	35.9	9.89	9.98	98.7
	b	—	2	—	62	0.227	14.2	38.8	36.2	10.00	9.99	99.9
	c	—	—	1	65	0.209	13.3	39.1	36.0	9.62	9.59	92.3
	d	—	1	1	79	0.202	15.0	38.0	35.5	11.34	11.31	128.3
Mittel	0.25	0.75	0.50	0.50	—	0.203	14.3	38.7	35.9	—	—	104.8
34	a	—	2	1	62	0.227	15.6	34.8	32.2	10.01	9.97	99.8
	b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	c	—	—	—	53	0.265	12.9	37.3	31.2	9.92	9.95	98.7
	d	—	1	2	62	0.229	15.8	32.7	29.9	10.84	10.82	117.3
Mittel	—	1.00	1.00	—	—	0.240	14.8	34.9	31.1	—	—	105.3
35	a	—	2	—	55	0.255	15.4	39.9	37.1	9.99	9.89	98.8
	b	—	1	—	58	0.243	13.5	42.1	39.5	9.95	9.97	99.2
	c	—	—	1	54	0.261	14.4	44.1	41.2	9.97	9.99	99.6
	d	—	—	1	63	0.202	14.8	40.4	37.7	8.99	9.04	81.3
Mittel	—	0.75	0.50	0.75	—	0.240	14.5	41.6	38.9	—	—	94.7

TABELLE II

die Druckelastizität

Nr. 31—40

Nr. 41—50

Elastizitätsgrenze					Fließgrenze					Bruchgrenze		
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro 1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
t	cm		t/cm ²		cm.t/cm ³	t	cm		t/cm ²	cm.t/cm ³	t	t/cm ²
Teil-Prisma des Stammes												
28.0	0.0441	0.00158	100.3	0.228	0.000251	36.0	0.0581	0.00161	0.293	0.000426	36.8	0.300
18.0	0.0295	0.00164	123.1	0.182	0.000134	31.0	0.0576	0.00186	0.313	0.000450	34.5	0.348
19.0	0.0341	0.00179	113.1	0.192	0.000164	30.0	0.0572	0.00191	0.305	0.000436	31.5	0.320
17.0	0.0296	0.00174	97.1	0.144	0.000106	29.0	0.0580	0.00200	0.245	0.000355	30.5	0.258
20.5	0.0343	0.00169	108.4	0.187	0.000164	31.5	0.0577	0.00185	0.289	0.000417	33.3	0.307
15.0	0.0303	0.00202	120.2	0.182	0.000138	25.0	0.0584	0.00234	0.303	0.000443	25.6	0.311
13.0	0.0230	0.00177	114.8	0.132	0.000076	28.0	0.0579	0.00207	0.284	0.000411	29.0	0.294
15.0	0.0432	0.00288	115.5	0.250	0.000269	20.0	0.0588	0.00294	0.333	0.000489	21.4	0.356
21.0	0.0325	0.00155	122.5	0.199	0.000162	25.0	0.0408	0.00163	0.237	0.000242	26.0	0.246
16.0	0.0323	0.00206	118.3	0.191	0.000161	24.5	0.0540	0.00225	0.289	0.000396	25.5	0.302
18.0	0.0320	0.00178	114.0	0.183	0.000146	26.0	0.0483	0.00186	0.263	0.000318	29.6	0.300
15.0	0.0281	0.00187	106.9	0.150	0.000105	34.0	0.0692	0.00204	0.340	0.000589	35.7	0.357
16.0	0.0292	0.00183	108.4	0.173	0.000127	27.0	0.0505	0.00187	0.293	0.000369	34.0	0.368
21.0	0.0294	0.00140	111.4	0.164	0.000120	34.0	0.0474	0.00139	0.265	0.000314	40.5	0.315
17.5	0.0297	0.00172	110.2	0.168	0.000125	30.3	0.0539	0.00179	0.290	0.000398	35.0	0.335
17.0	0.0358	0.00211	95.2	0.170	0.000152	25.0	0.0533	0.00221	0.251	0.000346	28.5	0.286
16.0	0.0339	0.00212	95.6	0.162	0.000137	28.0	0.0662	0.00236	0.284	0.000503	29.3	0.297
19.0	0.0373	0.00196	86.9	0.162	0.000151	27.0	0.0542	0.00201	0.230	0.000312	27.5	0.234
17.3	0.0357	0.00206	92.6	0.165	0.000147	26.7	0.0586	0.00219	0.255	0.000387	28.4	0.272
13.0	0.0223	0.00172	118.0	0.132	0.000073	32.0	0.0587	0.00183	0.324	0.000475	33.0	0.334
18.0	0.0298	0.00166	121.8	0.181	0.000135	31.0	0.0526	0.00170	0.313	0.000411	32.0	0.323
17.0	0.0438	0.00258	77.9	0.171	0.000187	27.0	0.0717	0.00266	0.271	0.000386	30.9	0.310
12.0	0.0318	0.00265	92.9	0.148	0.000117	15.0	0.0400	0.00267	0.185	0.000185	19.0	0.234
15.0	0.0319	0.00215	102.7	0.158	0.000128	26.3	0.0558	0.00222	0.273	0.000364	28.7	0.300

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut- trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt		
	Anzahl der Äste inner- halb der Messlänge		Anzahl der Äste außer- halb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Größere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Größere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke			cm					
	Ergebnisse für jedes einzelne											
36 a b c d	—	—	—	—	60	0.259	15.7	35.9	33.2	10.98	11.16	122.5
	—	—	—	—	49	0.286	14.0	38.1	35.6	9.97	9.84	98.1
	—	2	—	1	49	0.286	14.1	39.9	37.0	9.93	9.93	98.6
	—	2	—	—	58	0.259	14.9	38.3	35.5	10.99	10.97	120.6
Mittel	—	1.00	—	0.25	—	0.273	14.7	38.1	35.3	—	—	110.0
37 a b c d	—	1	—	1	40	0.350	15.8	39.7	36.3	9.94	9.88	98.2
	—	—	—	2	37	0.341	13.6	39.7	37.4	9.99	9.95	99.4
	—	—	—	1	38	0.333	13.6	37.4	35.1	9.91	9.93	98.4
	—	3	—	—	40	0.292	14.7	37.0	34.7	10.20	10.18	103.8
Mittel	—	1.00	—	1.00	—	0.329	14.4	38.5	35.9	—	—	100.0
38 a b c d	—	1	—	4	54	0.291	15.0	38.3	35.8	11.16	11.10	123.9
	—	2	—	1	55	0.281	13.9	36.5	33.6	10.98	10.94	120.1
	—	—	—	—	49	0.287	14.2	36.0	33.6	9.97	9.93	99.0
	—	1	—	2	51	0.276	15.0	37.1	34.5	10.00	9.94	99.4
Mittel	—	1.00	—	1.75	—	0.284	14.5	37.0	34.4	—	—	110.6
39 a b c d	—	1	—	1	39	0.356	15.2	32.9	30.4	9.83	9.88	97.1
	—	1	—	2	33	0.425	13.8	32.7	30.3	9.90	9.96	98.6
	—	—	—	—	36	0.380	13.4	32.5	30.2	9.67	9.66	93.4
	—	1	—	1	37	0.381	14.1	33.1	30.0	9.98	9.94	99.2
Mittel	—	0.75	—	1.00	—	0.386	14.1	32.8	30.2	—	—	97.1
40 a b c d	—	1	—	2	49	0.318	15.6	34.1	31.4	11.05	11.08	122.4
	1	1	—	1	42	0.369	13.6	36.0	33.7	11.01	11.00	121.1
	1	—	—	—	40	0.251	13.3	34.0	31.8	9.92	9.95	98.7
	—	—	—	2	55	0.305	15.4	34.0	31.4	12.00	12.04	144.5
Mittel	0.50	0.50	—	1.25	—	0.311	14.5	34.5	32.1	—	—	121.7

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 199

Elastizitätsgrenze						Fließgrenze					Bruchgrenze	
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro 1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
Teil-Prisma des Stammes												
25.0	0.0382	0.00153	106.8	0.204	0.000195	30.0	0.0464	0.00155	0.245	0.000284	34.5	0.282
17.0	0.0289	0.00170	119.9	0.173	0.000125	31.0	0.0544	0.00175	0.316	0.000430	31.7	0.323
16.0	0.0316	0.00198	102.7	0.162	0.000128	31.0	0.0654	0.00211	0.314	0.000514	34.8	0.353
19.0	0.0325	0.00173	95.8	0.158	0.000130	24.0	0.0435	0.00189	0.199	0.000225	25.0	0.207
19.3	0.0329	0.00174	106.3	0.174	0.000145	29.0	0.0529	0.00183	0.269	0.000363	31.5	0.291
12.0	0.0215	0.00179	113.7	0.122	0.000066	30.0	0.0680	0.00227	0.305	0.000519	30.5	0.311
17.0	0.0297	0.00175	115.2	0.171	0.000127	33.0	0.0629	0.00191	0.332	0.000522	34.0	0.342
11.0	0.0247	0.00225	90.5	0.112	0.000069	27.0	0.0703	0.00260	0.274	0.000482	32.6	0.331
19.0	0.0355	0.00187	103.1	0.183	0.000106	29.0	0.0594	0.00205	0.279	0.000415	30.0	0.289
14.8	0.0275	0.00192	105.6	0.147	0.000106	29.8	0.0652	0.00221	0.298	0.000485	31.8	0.318
22.0	0.0297	0.00135	119.6	0.178	0.000132	35.0	0.0515	0.00147	0.282	0.000364	36.3	0.293
22.0	0.0395	0.00180	92.7	0.183	0.000181	38.0	0.0721	0.00190	0.316	0.000570	38.3	0.319
17.0	0.0325	0.00191	105.7	0.172	0.000140	30.0	0.0613	0.00204	0.303	0.000464	30.6	0.309
21.0	0.0411	0.00196	102.8	0.211	0.000217	27.0	0.0562	0.00208	0.272	0.000382	27.8	0.280
20.5	0.0357	0.00176	105.2	0.186	0.000168	32.5	0.0603	0.00187	0.293	0.000445	33.3	0.300
16.0	0.0338	0.00211	97.5	0.165	0.000139	25.0	0.0563	0.00225	0.257	0.000362	26.5	0.273
15.0	0.0333	0.00222	91.4	0.152	0.000127	28.0	0.0665	0.00238	0.284	0.000472	28.7	0.291
16.0	0.0382	0.00239	89.7	0.171	0.000163	26.0	0.0655	0.00252	0.278	0.000456	27.3	0.292
12.0	0.0273	0.00228	88.6	0.121	0.000083	23.0	0.0548	0.00238	0.232	0.000318	24.5	0.247
14.8	0.0332	0.00225	91.8	0.152	0.000128	25.5	0.0608	0.00238	0.263	0.000402	26.8	0.276
15.0	0.0284	0.00189	86.3	0.123	0.000087	27.0	0.0583	0.00216	0.221	0.000321	29.5	0.241
16.0	0.0308	0.00193	85.8	0.132	0.000102	30.0	0.0650	0.00217	0.248	0.000403	31.6	0.261
16.0	0.0396	0.00248	81.9	0.162	0.000160	25.0	0.0650	0.00260	0.253	0.000412	28.0	0.283
23.0	0.0373	0.00162	85.4	0.159	0.000148	33.0	0.0590	0.00179	0.228	0.000337	34.0	0.235
17.5	0.0340	0.00198	84.9	0.144	0.000124	28.8	0.0618	0.00218	0.238	0.000368	30.8	0.255

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut-trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt		
	Anzahl der Äste innerhalb der Messlänge		Anzahl der Äste außerhalb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke								
	Stammweise Zusammenstellungen											
31	0.50	0.25	—	0.75	—	0.148	14.1	38.3	35.9	—	—	109.7
32	—	0.50	0.75	—	—	0.207	14.3	38.6	35.9	—	—	86.6
33	0.25	0.75	0.50	0.50	—	0.203	14.3	38.7	35.9	—	—	104.8
34	—	1.00	1.00	—	—	0.240	14.8	34.9	31.1	—	—	105.3
35	—	0.75	0.50	0.75	—	0.240	14.5	41.6	38.9	—	—	94.7
36	—	1.00	—	0.25	—	0.273	14.7	38.1	35.3	—	—	110.0
37	—	1.00	—	1.00	—	0.329	14.4	38.5	35.9	—	—	100.0
38	—	1.00	—	1.75	—	0.284	14.5	37.0	34.4	—	—	110.6
39	—	0.75	—	1.00	—	0.386	14.1	32.8	30.2	—	—	97.1
40	0.50	0.50	—	1.25	—	0.311	14.5	34.5	32.1	—	—	121.7
Durchschnitt	0.13	0.75	0.28	0.73	—	0.262	14.4	37.3	34.6	—	—	104.1

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 201

Elastizitätsgrenze						Fließgrenze					Bruchgrenze	
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro 1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
t	cm		t/cm ²		cm.t/cm ³	t	cm		t/cm ²	cm.t/cm ³	t	t/cm ²
der Ergebnisse												
20.5	0.0343	0.00169	108.4	0.187	0.000164	31.5	0.0577	0.00185	0.289	0.000417	33.3	0.307
16.0	0.0323	0.00206	118.2	0.191	0.000161	24.5	0.0540	0.00225	0.289	0.000396	25.5	0.302
17.5	0.0297	0.00172	110.2	0.168	0.000125	30.3	0.0539	0.00179	0.290	0.000398	35.0	0.335
17.3	0.0357	0.00206	92.6	0.165	0.000147	26.7	0.0586	0.00219	0.255	0.000387	28.4	0.272
15.0	0.0319	0.00215	102.7	0.158	0.000128	26.3	0.0558	0.00222	0.273	0.000364	28.7	0.300
19.3	0.0329	0.00174	106.3	0.174	0.000145	29.0	0.0529	0.00183	0.269	0.000363	31.5	0.291
14.8	0.0279	0.00192	105.6	0.147	0.000106	29.8	0.0652	0.00221	0.298	0.000485	31.8	0.318
20.5	0.0357	0.00176	105.2	0.186	0.000168	32.5	0.0603	0.00187	0.293	0.000445	33.3	0.300
14.8	0.0332	0.00225	91.8	0.152	0.000128	25.5	0.0608	0.00238	0.263	0.000402	26.8	0.276
17.5	0.0340	0.00198	84.9	0.144	0.000124	28.8	0.0618	0.00218	0.238	0.000368	30.8	0.255
17.3	0.0328	0.00193	102.6	0.167	0.000140	28.5	0.0581	0.00208	0.276	0.000403	30.5	0.296

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut- trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt			
	Anzahl der Äste inner- halb der Messlänge		Anzahl der Äste außer- halb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt	
	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke									cm
	Ergebnisse für jedes einzelne												
41	a	—	1	—	1	101	0.122	14.6	50.4	45.6	9.97	9.94	99.1
	b	—	1	—	1	119	0.118	14.5	48.0	44.6	9.94	9.93	98.7
	c	—	1	1	—	121	0.116	14.1	47.5	44.8	9.99	10.00	99.9
	d	—	—	1	—	134	0.111	15.9	50.2	47.1	10.50	10.58	111.2
Mittel	—	0.75	0.50	0.50	—	0.117	14.8	49.0	45.5	—	—	102.2	
42	a	—	1	1	—	57	0.244	15.1	41.5	38.0	9.78	9.98	97.6
	b	—	—	1	—	68	0.205	14.4	39.5	36.6	9.86	9.85	97.1
	c	2	—	2	—	66	0.200	14.2	38.8	36.1	9.93	9.91	98.4
	d	—	1	—	1	60	0.266	15.3	40.3	37.4	11.31	11.29	127.7
Mittel	0.50	0.50	1.00	0.25	—	0.229	14.8	40.0	37.0	—	—	105.2	
43	a	—	—	—	—	53	0.267	14.7	38.5	35.5	10.00	10.00	100.0
	b	—	1	1	—	50	0.301	14.9	38.2	34.9	9.97	9.96	99.3
	c	2	—	—	—	46	0.243	13.9	37.5	34.7	9.65	9.67	93.3
	d	—	—	—	1	62	0.256	15.4	37.6	34.9	11.25	11.31	127.2
Mittel	0.50	0.25	0.25	0.25	—	0.267	14.7	38.0	35.0	—	—	105.0	
44	a	—	—	—	—	74	0.191	14.1	41.6	39.2	10.03	9.97	100.0
	b	—	1	—	—	61	0.230	14.9	41.6	37.8	9.94	9.98	99.2
	c	—	2	1	—	90	0.156	13.9	41.9	39.4	9.98	9.98	99.6
	d	—	—	—	—	109	0.149	15.4	42.3	39.5	11.52	11.50	132.5
Mittel	—	0.75	0.25	—	—	0.182	14.6	41.9	39.0	—	—	107.8	
45	a	1	—	1	—	41	0.330	14.6	40.5	37.8	9.57	9.62	92.1
	b	—	1	1	—	50	0.281	14.8	39.1	36.5	9.96	9.92	98.8
	c	—	1	2	—	51	0.255	14.2	38.8	36.1	9.17	9.21	84.5
	d	—	2	1	—	43	0.324	15.9	39.0	35.7	9.90	9.99	98.9
Mittel	0.25	1.00	1.25	—	—	0.298	14.9	39.4	36.5	—	—	93.6	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 203

Elastizitätsgrenze						Fließgrenze					Bruchgrenze	
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro 1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
t	cm		t/cm ²		cm.t/cm ³	t	cm		t/cm ²	cm.t/cm ³	t	t/cm ²
Teil-Prisma des Stammes												
29.0	0.0416	0.00143	140.7	0.293	0.000304	39.0	0.0602	0.00154	0.394	0.000592	42.7	0.431
21.0	0.0346	0.00165	122.9	0.213	0.000184	37.0	0.0697	0.00188	0.375	0.000653	38.0	0.385
23.0	0.0307	0.00133	150.0	0.230	0.000177	39.0	0.0563	0.00144	0.390	0.000549	41.0	0.410
21.0	0.0252	0.00120	150.0	0.189	0.000119	30.0	0.0357	0.00119	0.270	0.000241	37.0	0.333
23.5	0.0330	0.00140	140.9	0.231	0.000196	36.3	0.0555	0.00151	0.357	0.000509	39.7	0.390
18.0	0.0371	0.00206	99.4	0.184	0.000171	30.0	0.0679	0.00226	0.307	0.000522	31.2	0.320
11.0	0.0289	0.00263	78.4	0.113	0.000082	18.0	0.0502	0.00279	0.185	0.000233	23.0	0.237
9.0	0.0168	0.00187	108.9	0.091	0.000038	29.0	0.0664	0.00229	0.295	0.000489	30.3	0.308
26.0	0.0376	0.00145	108.3	0.204	0.000191	35.0	0.0539	0.00154	0.274	0.000369	36.0	0.282
16.0	0.0301	0.00200	98.8	0.148	0.000121	28.0	0.0596	0.00222	0.265	0.000403	30.1	0.287
17.0	0.0317	0.00186	107.3	0.170	0.000135	31.0	0.0622	0.00201	0.310	0.000482	31.8	0.318
12.0	0.0239	0.00199	101.1	0.121	0.000072	19.0	0.0408	0.00215	0.191	0.000195	22.7	0.229
12.0	0.0316	0.00263	81.4	0.129	0.000102	22.0	0.0672	0.00305	0.236	0.000359	23.7	0.254
16.0	0.0240	0.00150	104.8	0.126	0.000076	31.0	0.0535	0.00173	0.244	0.000326	33.0	0.259
14.3	0.0278	0.00200	98.7	0.137	0.000096	25.8	0.0559	0.00224	0.245	0.000341	27.8	0.265
21.0	0.0341	0.00162	123.2	0.210	0.000179	34.0	0.0557	0.00164	0.340	0.000473	37.7	0.377
15.0	0.0326	0.00217	92.8	0.151	0.000123	30.0	0.0752	0.00251	0.302	0.000569	32.7	0.330
17.0	0.0265	0.00156	130.3	0.171	0.000158	21.0	0.0356	0.00170	0.211	0.000188	29.2	0.293
25.0	0.0301	0.00120	125.4	0.189	0.000142	41.0	0.0495	0.00121	0.309	0.000383	44.5	0.336
19.5	0.0308	0.00164	117.9	0.180	0.000151	31.5	0.0540	0.00177	0.291	0.000403	36.0	0.334
16.0	0.0342	0.00214	101.6	0.174	0.000149	29.0	0.0750	0.00259	0.315	0.000591	29.4	0.319
10.0	0.0184	0.00184	110.0	0.101	0.000047	28.0	0.0657	0.00235	0.283	0.000465	29.5	0.299
11.0	0.0246	0.00224	105.9	0.130	0.000151	22.0	0.0527	0.00240	0.260	0.000343	23.0	0.272
14.0	0.0262	0.00187	108.1	0.142	0.000093	20.0	0.0394	0.00197	0.202	0.000195	24.0	0.243
12.8	0.0259	0.00202	106.4	0.137	0.000110	24.8	0.0582	0.00233	0.265	0.000400	26.5	0.283

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut- trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt			
	Anzahl der Äste inner- halb der Messlänge		Anzahl der Äste außer- halb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt	
	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke									cm
Ergebnisse für jedes einzelne													
46	a	1	—	—	—	47	0.299	15.1	35.3	32.5	9.95	9.89	98.4
	b	—	1	1	1	45	0.311	14.6	35.0	32.3	9.95	9.89	98.4
	c	1	—	—	—	46	0.305	14.1	35.2	32.3	9.98	9.96	99.4
	d	—	—	1	1	48	0.331	15.8	35.5	32.4	11.33	11.33	128.4
Mittel	0.50	0.25	0.50	0.50	—	0.312	14.9	35.3	32.4	—	—	106.2	
48	a	1	—	—	—	69	0.202	14.3	43.2	40.7	9.90	9.91	98.1
	b	—	1	—	2	64	0.217	14.6	42.9	40.1	9.81	9.92	97.3
	c	—	1	2	—	59	0.238	13.6	43.6	41.3	9.98	9.98	99.6
	d	—	—	—	1	62	0.257	15.0	42.5	39.9	11.32	11.32	128.1
Mittel	0.25	0.50	0.50	0.75	—	0.229	14.4	43.1	40.5	—	—	105.8	
49	a	—	1	1	—	61	0.228	14.4	38.6	36.1	9.81	9.88	96.9
	b	—	1	—	—	52	0.267	14.8	38.5	35.9	9.92	9.83	97.5
	c	—	2	—	1	52	0.262	13.9	37.8	35.3	9.67	9.61	92.9
	d	—	—	—	—	57	0.244	15.9	38.3	35.7	10.97	10.91	119.7
Mittel	—	1.00	0.25	0.25	—	0.250	14.8	38.3	35.8	—	—	101.8	
50	a	—	—	—	—	48	0.293	14.6	39.1	36.6	9.99	9.94	99.3
	b	—	1	—	1	49	0.224	14.8	38.1	35.3	9.88	9.93	98.1
	c	—	1	—	—	54	0.260	13.7	39.1	36.7	9.96	9.96	99.2
	d	—	1	—	1	55	0.265	15.0	39.2	36.7	10.38	10.35	107.4
Mittel	—	0.75	—	0.50	—	0.261	14.5	38.9	36.3	—	—	101.0	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 205

Elastizitätsgrenze						Fließgrenze				Bruchgrenze		
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro I t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro I t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
t	cm		t/cm ²		cm.t/cm ³	t	cm		t/cm ²	cm.t/cm ³	t	t/cm ²
Teil-Prisma der Stammes												
10.0	0.0241	0.00241	84.3	0.102	0.000061	23.0	0.0648	0.00282	0.234	0.000379	24.4	0.248
11.0	0.0235	0.00214	95.1	0.112	0.000066	18.0	0.0393	0.00218	0.183	0.000180	21.0	0.213
11.0	0.0258	0.00235	85.8	0.111	0.000071	16.0	0.0405	0.00253	0.161	0.000163	22.0	0.221
15.0	0.0246	0.00164	95.0	0.117	0.000072	24.0	0.0425	0.00177	0.187	0.000196	28.0	0.218
11.8	0.0245	0.00214	90.1	0.111	0.000068	20.3	0.0468	0.00233	0.191	0.000230	23.9	0.225
16.0	0.0335	0.00209	97.4	0.163	0.000137	32.0	0.0738	0.00231	0.326	0.000602	32.3	0.329
17.0	0.0291	0.00171	120.1	0.175	0.000127	28.0	0.0560	0.00200	0.288	0.000403	31.6	0.325
13.0	0.0197	0.00152	132.5	0.131	0.000064	32.0	0.0588	0.00184	0.321	0.000472	33.3	0.334
19.0	0.0205	0.00168	144.7	0.148	0.000076	36.0	0.0534	0.00148	0.281	0.000375	40.0	0.312
16.3	0.0257	0.00160	123.7	0.154	0.000101	32.0	0.0605	0.00191	0.304	0.000463	34.3	0.325
17.0	0.0280	0.00165	125.3	0.175	0.000123	29.0	0.0523	0.00180	0.299	0.000391	29.8	0.308
18.0	0.0318	0.00177	116.1	0.185	0.000147	30.0	0.0558	0.00186	0.308	0.000429	30.5	0.313
17.0	0.0326	0.00192	112.3	0.183	0.000149	29.0	0.0521	0.00180	0.312	0.000406	30.2	0.325
16.0	0.0280	0.00175	95.5	0.134	0.000094	25.0	0.0496	0.00198	0.209	0.000259	26.5	0.221
17.0	0.0301	0.00177	112.3	0.169	0.000128	28.3	0.0525	0.00186	0.282	0.000371	29.3	0.292
26.0	0.0434	0.00167	120.7	0.262	0.000284	33.0	0.0565	0.00171	0.332	0.000469	34.0	0.342
17.0	0.0387	0.00228	89.5	0.173	0.000168	25.0	0.0584	0.00234	0.255	0.000372	28.5	0.291
18.0	0.0298	0.00166	121.8	0.181	0.000135	33.0	0.0565	0.00171	0.333	0.000470	34.5	0.348
19.0	0.0289	0.00152	122.4	0.177	0.000128	27.0	0.0433	0.00160	0.251	0.000272	28.0	0.261
20.0	0.0352	0.00178	113.6	0.198	0.000179	29.5	0.0537	0.00184	0.293	0.000396	31.3	0.311

Bezeichnung des Prismas	Astigkeit des Prismas				Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt, bezogen auf das Absolut- trockengewicht	Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt		
	Anzahl der Äste inner- halb der Messlänge		Anzahl der Äste außer- halb der Messlänge		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		in feuchtem Zustande während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke	Grössere über 1 cm Stärke	Kleinere unter 1 cm Stärke								
	Stammweise Zusammenstellungen											
41	—	0.75	0.50	0.50	—	0.117	14.8	49.0	45.5	—	—	102.2
42	0.50	0.50	1.00	0.25	—	0.229	14.8	40.0	37.0	—	—	105.2
43	0.50	0.25	0.25	0.25	—	0.267	14.7	38.0	35.0	—	—	105.0
44	—	0.75	0.25	—	—	0.182	14.6	41.9	39.0	—	—	107.8
45	0.25	1.00	1.25	—	—	0.298	14.9	39.4	36.5	—	—	93.6
46	0.50	0.25	0.50	0.50	—	0.312	14.9	35.3	32.4	—	—	106.2
48	0.25	0.50	0.50	0.75	—	0.229	14.4	43.1	40.5	—	—	105.8
49	—	1.00	0.25	0.25	—	0.250	14.8	38.3	35.8	—	—	101.8
50	—	0.75	—	0.50	—	0.261	14.5	38.9	36.3	—	—	101.0
Durchschnitt	0.22	0.64	0.50	0.33	—	0.238	14.7	40.4	37.6	—	—	103.2

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 207

Elastizitätsgrenze						Fließgrenze					Bruchgrenze	
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Verkürzung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Verkürzung pro 1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Belastung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze	Verkürzung an der Fließgrenze pro 1 t	Fließmodul	Spezifische Arbeit an der Fließgrenze	Bruchbelastung	Druckfestigkeit
t	cm		t/cm ²		cm.t/cm ³	t	cm		t/cm ²	cm.t/cm ³	t	t/cm ²
der Ergebnisse												
23.5	0.0330	0.00140	140.9	0.231	0.000196	36.3	0.0555	0.00151	0.357	0.000509	39.7	0.390
16.0	0.0301	0.00200	98.8	0.148	0.000121	28.0	0.0596	0.00222	0.264	0.000403	30.1	0.287
14.3	0.0278	0.00200	98.7	0.137	0.000096	25.8	0.0559	0.00224	0.245	0.000341	27.8	0.265
19.5	0.0308	0.00164	117.9	0.180	0.000151	31.5	0.0540	0.00177	0.291	0.000403	36.0	0.334
12.8	0.0259	0.00202	106.4	0.137	0.000110	24.8	0.0582	0.00233	0.265	0.000400	26.5	0.283
11.8	0.0245	0.00214	90.1	0.111	0.000068	20.3	0.0468	0.00233	0.191	0.000230	23.9	0.225
16.3	0.0257	0.00160	123.7	0.154	0.000101	32.0	0.0605	0.00191	0.304	0.000463	34.3	0.325
17.0	0.0301	0.00177	112.3	0.169	0.000128	28.3	0.0525	0.00186	0.282	0.000371	29.3	0.292
20.0	0.0352	0.00178	113.6	0.198	0.000179	29.5	0.0537	0.00184	0.293	0.000396	31.3	0.311
16.8	0.0292	0.00182	111.4	0.163	0.000128	28.5	0.0552	0.00200	0.277	0.000391	31.0	0.301

ANHANGS

Resultate der

Tannenholz

Fichtenholz

Bezeichnung des Biegebalkens	Astigkeit des Balkens										Der Jahrringe		Spezi- fisches Gewicht		Mittlerer Quer- schnitt			
	Anzahl der Äste in der Zugseite										Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut- trockengewichts	während der Probe in absoluttrockenem Zustande		Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Größere über 1 cm Stärke					Kleinere unter 1 cm Stärke								100-fach	cm			
	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	cm	%	100-fach			cm	cm ²	
31 a	V	—	2	—	—	I	I	—	—	100	0.178	16.7	39.1	35.6	11.09	11.18	124.0	
	V	—	I	—	—	—	I	—	—	92	0.152	14.6	38.4	36.5	9.89	9.88	97.7	
	V	—	—	—	—	2	—	—	—	106	0.132	12.6	38.2	36.2	9.94	9.93	98.7	
	V	—	—	—	—	—	2	—	—	94	0.148	14.8	37.8	35.3	10.86	10.82	117.5	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	—	0.75	—	—	0.75	1.00	—	—	—	0.153	14.7	38.4	35.9	—	—	109.5	
32 a	V	—	2	—	—	I	I	I	—	53	0.239	16.4	40.3	37.4	9.03	9.01	81.4	
	V	I	—	2	—	—	I	—	—	63	0.223	14.0	39.8	37.5	9.89	9.93	98.2	
	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N	I	I	—	—	—	—	—	—	68	0.213	15.3	41.0	38.4	10.31	10.27	105.9	
Mittel	—	0.67	1.00	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	—	—	0.225	15.2	40.4	37.8	—	—	95.2	
33 a	V	—	—	—	I	4	—	—	I	—	85	0.167	16.0	39.7	37.4	10.09	9.99	100.8
	V	—	—	—	—	—	—	—	I	—	59	0.239	14.3	38.2	36.5	9.92	9.95	98.7
	V	—	—	—	—	—	—	—	I	I	66	0.212	12.1	39.5	36.9	9.85	9.74	95.9
	V	—	—	—	—	—	—	—	—	83	0.193	15.3	39.7	37.0	11.35	11.35	128.8	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	—	—	0.25	1.00	—	0.50	0.50	—	—	0.203	14.4	39.3	37.0	—	—	106.1	

Ergebnisse für jeden einzelnen

TABELLE III

Biegeversuche

Nr. 31—40

Nr. 41—50

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Volligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glat, z=zackig, s=splittig)	Bemerkungen
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze		Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegezugfestigkeit					
t	cm		t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm	t/cm ²	t.cm				
Teil-Balken des Stammes														
I.40	I.032	0.0737	73.9	0.227	0.72	2.32	3.385	0.377	5.43	0.69	—	unten	s	
I.01	I.154	0.1143	—	—	0.58	1.67	3.784	—	4.38	—	3.98	—	—	
I.30	I.293	0.0994	88.9	0.303	0.84	2.48	4.450	0.578	7.40	0.67	—	oben	g	
I.35	I.277	0.0946	—	—	0.86	2.57	4.397	—	7.57	—	2.56	—	—	
I.30	I.265	0.0973	89.1	0.298	0.82	2.62	4.715	0.601	8.45	0.68	—	oben	z	
I.33	I.256	0.0944	—	—	0.83	2.67	4.682	—	8.66	—	2.56	—	—	
I.80	I.407	0.0782	78.5	0.319	1.27	3.10	4.400	0.549	9.18	0.67	—	unten	z	
I.42	I.522	0.1072	—	—	1.08	2.44	4.761	—	7.81	—	3.18	—	—	
I.28	I.302	0.1026	82.6	0.287	0.84	2.34	4.406	0.526	7.11	0.68	3.07	—	—	
I.00	I.560	0.1560	81.9	0.307	0.78	1.55	4.700	0.476	5.14	0.71	—	oben	z	
I.36	I.406	0.1034	—	—	0.96	2.11	4.235	—	6.32	—	3.77	—	—	
I.20	I.290	0.1075	81.1	0.277	0.77	1.82	2.821	0.420	3.06	0.60	—	unten	z	
I.23	I.281	0.1041	—	—	0.78	1.87	2.801	—	3.12	—	2.38	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
I.50	I.262	0.0841	89.8	0.310	0.95	2.80	4.860	0.579	9.64	0.71	—	oben	s	
I.38	I.296	0.0939	—	—	0.90	2.57	4.991	—	9.10	—	3.11	—	—	
I.32	I.328	0.1005	84.3	0.298	0.88	2.18	4.009	0.492	6.18	0.67	3.09	—	—	
I.00	I.076	0.1076	78.0	0.223	0.54	1.75	3.954	0.391	4.92	0.71	—	unten	s	
0.99	I.075	0.1086	—	—	0.54	1.74	3.950	—	4.88	—	3.83	—	—	
I.40	I.425	0.1018	84.8	0.321	1.00	2.51	4.585	0.575	7.85	0.68	—	oben	s	
I.43	I.418	0.0992	—	—	1.01	2.56	4.487	—	7.95	—	2.72	—	—	
I.40	I.273	0.0909	102.0	0.337	0.89	2.52	4.727	0.607	8.62	0.72	—	oben	s	
I.50	I.240	0.0827	—	—	0.93	2.70	4.604	—	8.98	—	2.80	—	—	
2.20	I.321	0.0600	84.7	0.339	1.45	3.60	4.128	0.554	10.24	0.69	—	unten	s	
I.50	I.499	0.1000	—	—	1.13	2.46	4.685	—	7.95	—	3.32	—	—	
I.36	I.308	0.0976	87.4	0.305	0.90	2.37	4.432	0.532	7.44	0.70	3.17	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normstab (N)	Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	Spezi-fisches Gewicht		Mittlerer Quer-schnitt		
		Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		während der Probe in absoluttrockenem Zustande	100-fach	Breite	Höhe	Flächeninhalt
		Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke									
		Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte								
cm	%	cm	cm ²														
Ergebnisse für jeden einzelnen																	
34 a	V	—	I	—	—	—	I	—	—	62	0.232	16.2	35.3	32.5	10.06	10.08	101.4
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	—	—	—	I	—	—	—	52	0.251	15.1	33.1	30.7	9.98	10.05	100.3
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	—	—	—	—	—	—	—	54	0.263	12.6	33.4	31.3	9.94	9.92	98.6
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	—	—	—	—	—	I	2	—	61	0.247	15.9	33.6	30.9	10.70	10.75	115.0
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	0.25	0.25	—	—	0.25	0.50	0.50	—	—	0.248	15.0	33.9	31.4	—	—	103.8
35 a	V	—	—	—	—	I	I	—	—	53	0.268	15.9	42.1	39.8	10.04	10.06	101.0
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	—	—	—	I	I	—	—	56	0.222	13.9	43.2	40.6	9.99	9.96	99.5
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	—	I	—	I	2	—	—	57	0.247	12.7	42.4	39.6	9.97	10.00	99.7
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	—	—	—	—	—	I	—	—	51	0.248	14.9	40.8	37.9	9.00	9.02	81.2
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	0.25	—	0.25	—	0.75	1.25	—	—	—	0.246	14.4	42.1	39.5	—	—	95.4
36 a	V	—	2	—	—	—	2	—	—	57	0.275	16.2	36.5	33.6	11.10	11.07	122.9
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	—	—	—	I	—	—	—	46	0.281	14.7	38.1	35.9	9.81	9.82	96.3
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	—	I	—	I	2	—	—	55	0.253	12.4	39.0	37.2	9.83	9.92	97.5
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	I	—	2	—	—	—	I	—	61	0.255	15.4	37.4	35.5	11.01	11.05	121.7
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	0.50	0.50	0.75	—	0.50	1.00	0.25	—	—	0.266	14.7	37.8	35.6	—	—	109.6

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 211

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Volligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splitterig)	Bemerkungen
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro o.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm		t/cm ²	t.cm	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm					
Teil-Balken des Stammes														
I.00	1.482	0.1482	55.3	0.220	0.74	1.6c	4.58c	0.352	5.13	0.70	—	oben	z	Bruch durch grossen Ast beeinflusst
0.98	1.494	0.1524	—	—	0.73	1.57	4.617	—	5.00	—	5.29	—	—	
I.00	1.270	0.1270	65.6	0.223	0.64	1.61	3.350	0.359	3.42	0.63	—	unten	—	
0.95	1.276	0.1289	—	—	0.64	1.6c	3.367	—	3.41	—	3.43	—	—	
I.40	1.435	0.1425	85.0	0.322	0.86	1.9c	2.865	0.437	3.18	0.58	—	unten	g	
I.42	1.424	0.0996	—	—	0.87	1.94	2.842	—	3.23	—	2.78	—	—	
I.30	1.242	0.0955	66.4	0.237	0.81	2.3c	3.367	0.419	4.80	0.63	—	oben	z	
I.05	1.335	0.1271	—	—	0.70	1.86	3.62c	—	4.23	—	2.82	—	—	
I.11	1.382	0.127c	68.1	0.251	0.74	1.74	3.612	0.392	3.98	0.64	3.58	—	—	
I.40	1.572	0.1123	73.5	0.310	1.10	2.08	5.220	0.461	7.98	0.73	—	oben	z	
I.38	1.581	0.1146	—	—	1.09	2.05	5.251	—	7.9c	—	5.48	—	—	
I.40	1.418	0.1013	84.4	0.318	0.95	2.34	4.083	0.531	6.42	0.67	—	unten	s	
I.41	1.432	0.1016	—	—	1.00	2.30	4.067	—	6.45	—	2.77	—	—	
I.50	1.380	0.0920	92.0	0.339	1.04	2.42	3.008	0.546	4.42	0.61	—	unten	z	
I.50	1.380	0.0920	—	—	1.04	2.43	3.008	—	4.43	—	1.75	—	—	
I.00	1.407	0.1407	90.8	0.307	0.70	1.9c	4.317	0.584	5.36	0.65	—	oben	z	
I.37	1.269	0.0926	—	—	0.86	2.59	3.894	—	6.60	—	2.15	—	—	
I.42	1.416	0.1002	85.2	0.319	1.00	2.30	4.055	0.531	6.35	0.67	3.04	—	—	
I.40	1.151	0.0822	68.2	0.232	0.81	2.10	3.359	0.347	4.95	0.70	—	unten	s	
I.03	1.274	0.1237	—	—	0.66	1.54	3.718	—	4.02	—	4.79	—	—	
I.40	1.546	0.1104	82.3	0.333	1.08	2.00	2.608	0.476	2.92	0.56	—	oben	—	
I.48	1.518	0.1026	—	—	1.12	2.11	2.561	—	3.03	—	1.66	—	—	
I.10	1.380	0.1254	70.1	0.256	0.76	1.6c	2.180	0.372	1.85	0.53	—	oben	z	
I.14	1.369	0.1201	—	—	0.78	1.65	2.163	—	1.90	—	1.56	—	—	
I.40	1.157	0.0826	68.7	0.234	0.81	2.20	2.205	0.368	2.78	0.57	—	unten	z	
I.04	1.278	0.1229	—	—	0.67	1.64	2.437	—	2.29	—	1.93	—	—	
I.17	1.360	0.1173	72.3	0.264	0.81	1.74	2.720	0.391	2.81	0.59	2.49	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalsab (N)	Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	Spezi-fisches Gewicht		Mittlerer Quer-schnitt					
		Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite		während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt			
		Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke										100-fach	cm	cm ²
		innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte											
cm	%	cm	cm ²	cm ²																
Ergebnisse für jeden einzelnen																				
37 a	V	—	—	—	—	—	I	—	—	43	0.333	16.3	38.9	36.3	10.08	9.94	100.2			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
b	V	—	—	I	—	—	I	—	—	42	0.326	13.9	38.9	36.9	10.86	10.82	117.5			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
c	V	—	—	I	I	I	—	—	—	36	0.334	12.6	36.9	34.9	9.86	9.89	97.5			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
d	V	—	—	—	—	—	I	I	—	41	0.293	15.0	39.0	36.7	10.29	10.32	106.2			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Mittel	—	—	—	0.50	0.25	0.50	0.50	0.25	—	—	0.322	14.5	38.4	36.2	—	—	105.4			
38 a	V	—	2	—	—	I	2	—	—	45	0.315	15.8	38.2	35.3	11.04	11.01	121.6			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
b	V	I	—	I	—	—	—	—	—	50	0.295	14.1	36.8	33.9	11.04	11.03	121.8			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
c	V	I	—	—	I	—	I	I	—	45	0.279	12.5	35.8	33.4	9.82	9.95	97.7			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
d	V	—	I	—	—	—	—	I	—	48	0.290	15.4	36.6	33.8	9.92	9.85	97.7			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Mittel	—	0.50	0.75	0.25	0.25	0.25	0.75	0.50	—	—	0.295	14.5	36.9	34.1	—	—	109.7			
39 a	V	I	I	—	I	I	—	—	—	38	0.372	16.0	33.2	30.2	9.97	9.99	99.6			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
b	V	—	I	—	—	—	—	—	—	33	0.406	13.8	33.2	31.0	9.70	9.70	94.1			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
c	V	—	—	—	—	I	—	—	—	37	0.379	12.4	32.7	30.1	9.80	9.80	96.0			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
d	V	—	—	—	—	I	—	—	—	37	0.380	15.6	34.1	31.3	10.00	9.99	99.9			
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Mittel	—	0.25	0.50	—	0.25	0.75	—	—	—	—	0.384	14.5	33.3	30.7	—	—	97.4			

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 213

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splitterig)	Bemerkungen
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro o.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegezugfestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm		t/cm ²	t.cm	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm					
Teil-Balken des Stammes														
1.10	1.207	0.1097	77.7	0.248	0.66	1.90	4.482	0.429	6.11	0.72	—	oben	z	
1.10	1.200	0.1091	—	—	0.66	1.91	4.455	—	6.10	—	4.02	—	—	
1.50	1.068	0.0712	86.1	0.265	0.80	2.80	2.987	0.496	5.27	0.63	—	unten	z	
1.18	1.156	0.0980	—	—	0.68	2.20	3.232	—	4.48	—	2.04	—	—	
1.40	1.432	0.1023	86.5	0.327	1.00	2.03	2.910	0.474	3.71	0.63	—	unten	—	Bruch durch grossen Ast
1.45	1.416	0.0977	—	—	1.03	2.10	2.878	—	3.80	—	2.25	—	—	
1.30	1.126	0.0866	86.1	0.267	0.73	2.55	3.890	0.524	6.51	0.66	—	oben	z	
1.19	1.162	0.0976	—	—	0.69	2.33	4.014	—	6.13	—	2.50	—	—	
1.23	1.234	0.1006	84.1	0.277	0.77	2.14	3.645	0.481	5.13	0.66	2.70	—	—	
1.40	1.120	0.0800	71.6	0.235	0.78	2.30	3.985	0.387	5.43	0.59	—	unten	s	
1.05	1.233	0.1174	—	—	0.64	1.72	4.388	—	5.43	—	4.71	—	—	
1.40	1.020	0.0729	78.2	0.235	0.71	2.88	3.771	0.473	7.42	0.68	—	oben	z	
1.04	1.125	0.1082	—	—	0.58	2.10	4.159	—	6.09	—	2.80	—	—	
1.50	1.603	0.1069	81.6	0.347	1.20	2.30	4.100	0.532	6.26	0.66	—	oben	—	Bruch durch grossen Ast
1.54	1.595	0.1036	—	—	1.23	2.37	4.079	—	6.41	—	2.95	—	—	
1.20	1.305	0.1088	81.8	0.281	0.78	2.20	3.970	0.514	5.75	0.66	—	unten	z	
1.25	1.285	0.1028	—	—	0.80	2.29	3.910	—	5.88	—	2.52	—	—	
1.22	1.310	0.1080	78.3	0.275	0.81	2.12	4.134	0.477	5.95	0.65	3.27	—	—	
1.00	1.499	0.1499	56.6	0.226	0.75	1.40	3.537	0.317	3.37	0.68	—	oben	g	Bei 1.2 t Belastung erfolgt Partialbruch
1.00	1.497	0.1497	—	—	0.75	1.41	3.534	—	3.38	—	2.97	—	—	
1.30	1.695	0.1304	73.1	0.320	1.10	1.65	2.430	0.407	2.21	0.55	—	unten	g	Reissen eines Faserbündels vor dem Bruch, durch die Äste beeinflusst
1.42	1.644	0.1158	—	—	1.17	1.81	2.357	—	2.35	—	1.83	—	—	
1.30	1.705	0.1312	69.7	0.311	1.11	1.62	4.111	0.387	4.86	0.73	—	unten	s	
1.38	1.671	0.1211	—	—	1.16	1.72	4.029	—	5.06	—	6.94	—	—	
1.10	1.425	0.1295	65.3	0.248	0.80	1.90	3.547	0.428	4.10	0.61	—	oben	z	
1.10	1.424	0.1295	—	—	0.80	1.90	3.543	—	4.10	—	2.65	—	—	
1.23	1.559	0.1290	66.2	0.276	0.95	1.71	3.366	0.385	3.72	0.64	3.60	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Astigkeit des Balkens						Der Jah- ringe	Spezi- faches Gewicht	Mittlerer Quer- schnitt	
	Anzahl der Äste in der Zugseite		Anzahl der Äste in der Druckseite		Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite				
Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalstab (N)	Größere als Stärke	Kleinere als 1 cm Stärke	Größere als Stärke	Kleinere als 1 cm Stärke			während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe
	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte						

Ergebnisse für jeden einzelnen

40 a	V	N	N	I	3	I	I	I	I	48	0.324	16.0	34.0	31.5	11.03	11.11	122.5
b	V	N	N	I	I	I	I	I	I	43	0.360	14.0	34.4	32.3	10.86	10.95	118.9
c	V	N	N	I	I	I	I	I	I	40	0.353	12.6	34.6	32.6	10.02	9.93	99.5
d	V	N	N	I	I	I	I	I	I	56	0.289	15.4	34.0	31.4	11.48	11.53	132.4
Mittel	—	—	—	0.50	1.00	0.25	0.75	0.25	0.25	—	0.332	14.5	34.3	32.0	—	—	118.3

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 215

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splitterig)	Bemerkungen
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm		t/cm ²	t.cm	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm					
Teil-Balken des Stammes														
1.30	1.310	0.1008	55.3	0.215	0.85	1.90	2.807	0.314	3.36	0.63	—	unten	g	Bruch durch die Äste beeinflusst
0.95	1.455	0.1532	—	—	0.69	1.40	3.119	—	2.74	—	3.70	—	—	
1.40	1.290	0.0921	64.2	0.242	0.90	2.65	4.335	0.458	7.72	0.67	—	oben	s	
1.08	1.413	0.1308	—	—	0.76	2.04	4.747	—	6.49	—	3.47	—	—	
1.30	1.615	0.1242	69.2	0.296	0.78	2.30	3.768	0.524	5.38	0.62	—	oben	s	
1.32	1.604	0.1215	—	—	0.78	2.33	3.742	—	5.41	—	2.12	—	—	
1.40	0.988	0.0706	67.9	0.206	0.69	2.75	2.788	0.405	4.69	0.61	—	unten	s	
0.92	1.139	0.1238	—	—	0.52	1.80	3.215	—	3.54	—	2.36	—	—	
1.07	1.403	0.1323	64.2	0.240	0.69	1.87	3.706	0.425	4.55	0.63	2.91	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalstab (N)		Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt			
			Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Diagonale	Durchschnittliche Breite	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	während der Probe		Breite	Höhe	Flächeninhalt
			Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke					in absoluttrockenem Zustande				
			Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Gesamtzahl in der	cm	%	100-fach	cm	cm ²		
Stammweise Zusammenstellungen																		
31	—	0.75	—	—	0.75	1.00	—	—	—	0.153	14.7	38.4	35.9	—	—	109.5		
32	0.67	1.00	0.67	0.33	0.33	0.67	0.33	—	—	0.225	15.2	40.4	37.8	—	—	95.2		
33	—	—	0.25	1.00	—	0.50	0.50	—	—	0.203	14.4	39.3	37.0	—	—	106.1		
34	0.25	0.25	—	—	0.25	0.50	0.50	—	—	0.248	15.0	33.9	31.4	—	—	103.8		
35	0.25	—	0.25	—	0.75	1.25	—	—	—	0.246	14.4	42.1	39.5	—	—	95.4		
36	0.50	0.50	0.75	—	0.50	1.00	0.25	—	—	0.266	14.7	37.8	35.6	—	—	109.6		
37	—	—	0.50	0.25	0.50	0.50	0.25	—	—	0.322	14.5	38.4	36.2	—	—	105.4		
38	0.50	0.75	0.25	0.25	0.25	0.75	0.50	—	—	0.295	14.5	36.9	34.1	—	—	109.7		
39	0.25	0.50	—	0.25	0.75	—	—	—	—	0.384	14.5	33.3	30.7	—	—	97.4		
40	—	0.50	—	1.00	0.25	0.75	0.25	0.25	—	0.332	14.5	34.3	32.0	—	—	118.3		
Durchschnitt	0.24	0.43	0.27	0.31	0.43	0.69	0.26	0.03	—	0.267	14.6	37.5	35.0	—	—	105.0		

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 217

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splittig)	Bemerkungen
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm	t/cm ²	t/cm ²	t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm					
der Ergebnisse														
1.28	1.302	0.1026	82.6	0.287	0.84	2.34	4.406	0.526	7.11	0.68	3.07	—	—	
1.32	1.328	0.1005	84.3	0.298	0.88	2.18	4.009	0.492	6.18	0.67	3.09	—	—	
1.36	1.308	0.0976	87.4	0.305	0.90	2.37	4.432	0.532	7.44	0.70	3.17	—	—	
1.11	1.382	0.1270	68.1	0.251	0.74	1.74	3.612	0.392	3.98	0.64	3.58	—	—	
1.42	1.416	0.1002	85.2	0.319	1.00	2.36	4.055	0.531	6.35	0.67	3.04	—	—	
1.17	1.360	0.1173	72.3	0.264	0.81	1.74	2.720	0.391	2.81	0.59	2.49	—	—	
1.23	1.234	0.1006	84.1	0.277	0.77	2.14	3.645	0.481	5.13	0.66	2.70	—	—	
1.22	1.310	0.1080	78.3	0.275	0.81	2.12	4.134	0.477	5.95	0.65	3.27	—	—	
1.23	1.559	0.1290	66.2	0.276	0.99	1.71	3.366	0.385	3.72	0.64	3.60	—	—	
1.07	1.403	0.1323	64.2	0.240	0.69	1.89	3.706	0.425	4.55	0.63	2.91	—	—	
1.24	1.360	0.1115	77.3	0.279	0.84	2.06	3.809	0.463	5.32	0.65	3.09	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalstab (N)		Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Spezifisches Gewicht		Mittlerer Querschnitt					
			Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	während der Probe		Breite	Höhe	Flächeninhalt		
			Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke					in absoluttrockenem Zustande					cm	
			innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	außerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	cm	%	100-fach	100-fach	100-fach	cm	cm ²			
Ergebnisse für jeden einzelnen																				
41 a	V	—	I	—	—	—	—	I	—	—	—	—	111	0.127	15.7	48.9	45.5	9.93	9.96	98.9
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123	0.115	14.5	47.2	43.8	9.95	9.99	99.8
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	129	0.108	12.8	47.5	45.6	10.00	9.94	99.4
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	—	—	—	—	—	—	I	—	—	—	—	133	0.112	16.3	50.3	47.1	10.56	10.51	111.0
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	0.25	0.50	0.25	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	0.116	14.8	48.5	45.5	—	—	102.3
42 a	V	—	I	2	—	—	—	—	—	—	—	—	58	0.245	15.7	40.3	37.0	10.03	9.97	100.0
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	I	—	—	—	—	I	—	—	—	—	70	0.203	14.9	40.3	37.4	9.94	9.95	98.9
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	—	—	I	—	4	—	—	—	—	—	75	0.186	13.2	39.5	36.5	9.87	9.92	97.9
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	0.259	16.3	40.3	37.2	11.05	11.00	121.6
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	0.25	0.50	0.50	0.25	—	1.25	—	—	—	—	—	—	0.223	15.0	40.1	37.0	—	—	104.6
43 a	V	2	2	—	—	I	3	—	—	—	—	—	48	0.292	15.7	38.6	35.0	9.90	10.00	99.0
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	V	I	I	I	—	—	2	—	—	—	—	—	46	0.286	13.2	38.3	35.8	9.94	9.93	98.7
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	V	—	I	2	—	I	I	—	—	—	—	—	51	0.247	13.0	37.1	34.6	9.62	9.66	92.9
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	V	I	—	—	—	I	I	—	—	—	—	—	58	0.268	16.4	38.4	35.2	10.98	10.95	120.7
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	1.00	1.00	0.75	—	1.25	1.25	—	—	—	—	—	—	0.273	14.6	38.1	35.2	—	—	102.8

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 219

Belastung an der Elastizitätsgrenze	Elastizitätsgrenze					Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=spitterig)	Bemerkungen
	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegungsfestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm	t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm							
Teil-Balken des Stammes														
1.40	1.055	0.0754	114.1	0.320	0.74	2.62	4.898	0.598	9.27	0.72	—	unten	s	
1.42	1.051	0.0740	—	—	0.75	2.66	4.878	—	9.37	—	3.09	—	—	
1.50	1.217	0.0811	104.4	0.339	0.91	3.20	4.825	0.722	10.40	0.67	—	oben	s	
1.50	1.216	0.0811	—	—	0.91	3.21	4.820	—	10.42	—	2.11	—	—	
1.80	1.405	0.0781	110.1	0.410	1.26	3.35	5.820	0.763	14.26	0.73	—	unten	s	
1.82	1.397	0.0768	—	—	1.27	3.39	5.785	—	14.35	—	2.79	—	—	
1.90	1.169	0.0615	111.9	0.367	1.11	3.80	4.873	0.733	13.14	0.71	—	oben	s	
1.63	1.229	0.0754	—	—	1.00	3.26	5.122	—	11.84	—	2.39	—	—	
1.59	1.223	0.0768	110.1	0.359	0.98	3.13	5.151	0.704	11.50	0.71	2.60	—	—	
1.10	1.153	0.1048	81.0	0.248	0.63	2.04	3.500	0.460	4.56	0.64	—	oben	s	
1.10	1.150	0.1045	—	—	0.63	2.05	3.490	—	4.56	—	2.46	—	—	
1.10	1.068	0.0971	88.8	0.252	0.59	1.71	1.890	0.391	1.80	0.56	—	unten	z	Plötzlicher Bruch durch die Äste beeinflusst
1.12	1.063	0.0948	—	—	0.60	1.74	1.881	—	1.82	—	1.32	—	—	
1.70	1.726	0.1015	86.3	0.394	1.47	2.55	3.840	0.591	6.21	0.63	—	unten	z	
1.75	1.712	0.0978	—	—	1.50	2.63	3.805	—	6.34	—	2.38	—	—	
1.50	1.026	0.0684	83.9	0.252	0.77	3.20	3.265	0.539	6.57	0.63	—	oben	z	
1.12	1.129	0.1008	—	—	0.63	2.39	3.591	—	5.41	—	1.94	—	—	
1.27	1.264	0.0995	85.0	0.287	0.84	2.20	3.193	0.495	4.53	0.62	2.03	—	—	
1.10	1.240	0.1127	75.6	0.250	0.68	1.95	3.490	0.443	4.42	0.65	—	unten	z	
1.11	1.240	0.1117	—	—	0.69	1.97	3.490	—	4.46	—	2.62	—	—	
1.40	1.652	0.1180	73.5	0.321	1.16	1.95	3.062	0.448	3.48	0.58	—	unten	z	
1.43	1.640	0.1147	—	—	1.18	1.99	3.037	—	3.53	—	2.49	—	—	
1.60	1.902	0.1189	81.8	0.401	1.52	1.95	2.820	0.489	3.19	0.58	—	oben	z	
1.78	1.837	0.1032	—	—	1.64	2.17	2.724	—	3.43	—	2.27	—	—	
1.60	1.241	0.0775	74.6	0.271	0.95	2.70	3.516	0.458	6.28	0.66	—	oben	—	Bruch durch grosse Äste
1.21	1.364	0.1127	—	—	0.82	2.04	3.864	—	5.20	—	3.01	—	—	
1.38	1.520	0.1106	76.4	0.311	1.08	2.04	3.279	0.460	4.16	0.62	2.60	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalstab (N)	Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe	Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	Spezi-fisches Gewicht		Mittlerer Quer-schnitt				
		Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite						Gesamtzahl in der Diagonale	Durchschnittliche Breite	während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
		Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke										
		innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte									
cm	%	100-fach	cm	cm ²														
Ergebnisse für jeden einzelnen																		
44 a	V	—	1	—	—	—	—	—	—	69	0.205	15.6	41.1	38.3	10.03	9.98	100.1	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	—	—	—	1	—	—	—	—	62	0.229	15.0	41.4	38.9	9.93	9.96	98.9	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	1	2	—	—	1	1	—	—	106	0.134	13.1	42.0	39.4	9.95	9.91	98.6	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	3	—	—	—	—	—	—	107	0.151	15.3	42.4	39.5	11.44	11.41	130.5	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	0.25	1.50	—	0.25	0.25	0.25	—	—	—	0.180	14.8	41.7	39.0	—	—	107.0	
45 a	V	—	—	2	1	—	—	—	—	43	0.331	16.4	40.4	37.8	9.95	9.93	98.8	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	—	—	—	3	2	1	1	—	48	0.295	14.7	38.8	36.3	9.94	9.95	98.9	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	1	1	—	1	3	—	1	43	0.328	15.9	39.6	36.4	9.98	9.94	99.2	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	—	0.33	1.00	1.33	1.00	1.33	0.33	0.33	—	0.318	15.7	39.6	36.8	—	—	99.0	
46 a	V	2	2	—	—	—	1	1	—	39	0.364	17.0	35.7	32.6	9.91	9.87	97.8	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	1	1	—	—	2	—	—	—	49	0.289	15.1	35.2	32.2	9.98	9.90	98.8	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	1	1	2	—	2	1	—	—	51	0.279	13.1	35.4	32.6	10.00	9.99	99.9	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	1	—	—	1	2	—	—	45	0.333	16.3	35.9	32.7	11.26	11.30	127.2	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	1.00	1.25	0.50	—	1.25	1.00	0.25	—	—	0.316	15.4	35.6	32.5	—	—	105.9	

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 221

Belastung an der Elastizitätsgrenze	Elastizitätsgrenze					Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splitterig)	Bemerkungen
	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit	Deformationsarbeit					
t	cm	t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm							
Teil-Balken des Stammes														
I.30	1.202	0.0925	91.5	0.293	0.78	2.15	4.727	0.484	7.53	0.74	—	oben	g	Bruch durch die Äste beeinflusst
I.30	1.200	0.0923	—	—	0.78	2.15	4.718	—	7.52	—	4.14	—	—	
I.60	1.712	0.1070	80.4	0.365	1.37	2.65	4.620	0.605	8.06	0.66	—	unten	g	
I.62	1.705	0.1052	—	—	1.39	2.69	4.602	—	8.15	—	2.71	—	—	
I.40	1.490	0.1064	81.9	0.322	1.04	1.98	2.470	0.456	2.76	0.56	—	unten	z	
I.43	1.477	0.1033	—	—	1.05	2.03	2.448	—	2.80	—	1.62	—	—	
2.20	1.363	0.0620	80.1	0.322	1.50	3.80	3.745	0.574	9.11	0.64	—	oben	s	
I.48	1.555	0.1051	—	—	1.15	2.55	4.273	—	6.98	—	2.54	—	—	
I.46	1.484	0.1015	83.5	0.328	1.09	2.36	4.010	0.530	6.36	0.65	2.75	—	—	
I.00	1.154	0.1154	75.0	0.229	0.58	1.72	2.760	0.394	2.93	0.62	—	oben	s	
I.02	1.146	0.1124	—	—	0.59	1.75	2.741	—	2.97	—	2.18	—	—	
I.30	1.650	0.1269	67.9	0.297	1.07	2.20	4.160	0.503	5.74	0.63	—	oben	s	Reissen eines Faserbündels vor dem endgültigen Bruch
I.32	1.643	0.1245	—	—	1.08	2.24	4.139	—	5.80	—	2.71	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I.10	1.268	0.1153	74.7	0.251	0.70	2.10	3.225	0.479	4.00	0.59	—	oben	—	
I.12	1.260	0.1125	—	—	0.71	2.13	3.233	—	4.03	—	1.95	—	—	
I.15	1.350	0.1165	72.5	0.259	0.79	2.04	3.371	0.459	4.27	0.61	2.28	—	—	
I.00	1.385	0.1385	63.9	0.233	0.69	1.50	2.500	0.350	2.12	0.57	—	oben	z	Bruch durch die Äste beeinflusst
I.04	1.367	0.1314	—	—	0.71	1.55	2.468	—	2.17	—	2.16	—	—	
I.20	1.446	0.1205	72.3	0.276	0.87	1.45	2.143	0.334	1.82	0.59	—	unten	z	
I.23	1.432	0.1164	—	—	0.88	1.48	2.122	—	1.84	—	2.76	—	—	
I.00	1.457	0.1457	58.1	0.225	0.73	1.55	2.645	0.349	2.30	0.56	—	unten	g	Bruch durch die Äste beeinflusst
I.00	1.456	0.1456	—	—	0.73	1.55	2.643	—	2.30	—	2.16	—	—	
I.60	1.360	0.0850	61.1	0.250	1.09	2.60	3.175	0.407	5.09	0.62	—	oben	g	Plötzlicher Bruch mit starkem Krach. Bruch durch die Äste beeinflusst
I.11	1.537	0.1397	—	—	0.86	1.81	3.588	—	4.00	—	2.93	—	—	
I.10	1.448	0.1333	63.9	0.246	0.80	1.60	2.705	0.360	2.58	0.59	2.50	—	—	

Bezeichnung des Biegebalkens	Versuchsergebnis (V) bzw. Reduktion auf den Normalstab (N)		Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	Spezi-fisches Gewicht		Mittlerer Quer-schnitt		
			Anzahl des Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Diagonale	Durchschnittliche Breite		100-fach	während der Probe			
			Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Größere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke						in absoluttrockenem Zustand			
			Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte					Breite	Höhe	Flächeninhalt	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
Ergebnisse für jeden einzelnen																		
48 a	V	I	—	—	I	2	I	—	—	67	0.210	15.8	43.0	39.7	9.90	9.93	98.3	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	—	—	—	—	3	I	—	—	58	0.239	14.4	43.0	41.1	9.79	9.87	96.6	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	I	I	—	—	I	—	—	—	58	0.244	13.0	43.4	40.9	9.89	9.92	98.1	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	—	—	—	I	—	—	I	62	0.257	15.8	42.8	39.9	11.25	11.34	127.6	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	0.50	0.25	—	0.25	1.75	0.50	—	0.25	—	0.238	14.8	43.1	40.4	—	—	105.2	
49 a	V	—	—	—	I	2	—	2	—	54	0.258	15.4	38.6	35.8	9.89	9.94	98.3	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	—	—	—	5	—	I	—	2	55	0.259	14.1	38.7	36.0	10.00	9.99	99.9	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	—	2	2	I	—	—	—	—	51	0.266	13.1	37.8	35.4	9.61	9.61	92.4	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	—	—	—	—	—	2	3	55	0.257	16.0	38.4	35.5	10.03	9.99	100.2	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	—	0.50	2.00	0.75	0.25	1.00	1.25	—	—	0.260	14.7	38.4	35.7	—	—	97.7	
50 a	V	I	—	I	I	I	—	—	—	48	0.295	15.3	39.1	36.4	9.95	9.96	99.1	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	V	—	2	I	—	—	2	—	—	49	0.291	14.8	37.7	35.1	9.96	9.96	99.2	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
c	V	—	2	I	I	—	—	—	—	53	0.265	12.8	39.4	37.0	9.92	9.93	98.5	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d	V	—	—	—	—	—	—	—	—	56	0.260	15.8	39.6	36.8	10.28	10.19	104.8	
	N	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Mittel	—	0.25	1.00	0.75	0.50	0.25	0.50	0.75	—	—	0.278	14.7	39.0	36.3	—	—	100.4	

Elastizitätsgrenze						Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glatt, z=zackig, s=splitterig)	Bemerkungen	
Belastung an der Elastizitätsgrenze	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit	Deformationsarbeit						
t	cm	t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm	t	cm	t/cm ²	t.cm				
Teil-Balken des Stammes															
I.2c	I.141	0.0951	91.5	0.277	0.68	1.80	2.208	0.415	2.34	0.59	—	oben	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.23	I.133	0.0921	—	—	0.69	1.84	2.192	—	2.38	—	1.74	—	—		
I.40	I.270	0.0907	98.8	0.330	0.89	2.50	3.769	0.590	6.14	0.65	—	unten	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.47	I.241	0.0844	—	—	0.92	2.62	3.720	—	6.35	—	1.76	—	—		
I.50	I.396	0.0931	93.9	0.347	1.05	2.25	2.515	0.520	3.22	0.57	—	unten	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.54	I.385	0.0899	—	—	1.07	2.31	2.495	—	3.28	—	1.44	—	—		
I.90	I.068	0.0562	91.5	0.296	1.07	3.60	3.750	0.560	9.02	0.67	—	oben	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.31	I.211	0.0924	—	—	0.84	2.49	4.252	—	7.07	—	2.58	—	—		
I.39	I.243	0.0897	93.9	0.313	0.88	2.32	3.165	0.521	4.77	0.62	1.88	—	—		
I.30	I.397	0.1075	80.8	0.299	0.91	1.90	2.835	0.437	3.29	0.61	—	unten	z	Reissen eines Faserbündels vor dem endgiltigen Bruch	
I.33	I.389	0.1044	—	—	0.93	1.94	2.818	—	3.35	—	2.34	—	—		
I.50	I.371	0.0914	92.6	0.338	1.03	2.30	3.053	0.519	4.44	0.63	—	unten	—	Reissen eines Faserbündels vor dem endgiltigen Bruch	
I.50	I.370	0.0913	—	—	1.03	2.30	3.050	—	4.44	—	2.10	—	—		
I.50	I.710	0.1140	86.8	0.380	1.28	2.30	3.630	0.583	5.13	0.61	—	oben	s	Reissen eines Faserbündels vor dem endgiltigen Bruch	
I.69	I.643	0.0972	—	—	1.39	2.59	3.488	—	5.56	—	2.05	—	—		
I.00	I.032	0.1032	81.8	0.225	0.52	2.40	4.174	0.539	6.53	0.65	—	oben	s	Reissen eines Faserbündels vor dem endgiltigen Bruch	
I.00	I.031	0.1031	—	—	0.52	2.40	4.170	—	6.52	—	2.24	—	—		
I.38	I.358	0.0990	85.5	0.311	0.97	2.31	3.382	0.520	4.97	0.63	2.18	—	—		
0.90	0.837	0.0930	92.3	0.205	0.38	1.90	3.980	0.433	5.50	0.73	—	oben	z	Bruch durch die Äste beeinflusst	
0.91	0.834	0.0916	—	—	0.38	1.92	3.964	—	5.55	—	3.10	—	—		
I.70	I.735	0.1021	84.0	0.387	1.47	2.36	3.030	0.537	4.19	0.59	—	unten	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.72	I.728	0.1005	—	—	1.48	2.39	3.018	—	4.22	—	1.93	—	—		
I.40	I.346	0.0961	90.4	0.322	0.94	2.50	3.530	0.575	5.55	0.63	—	unten	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.43	I.337	0.0935	—	—	0.95	2.56	3.505	—	5.63	—	1.92	—	—		
I.40	I.143	0.0816	95.0	0.295	0.80	2.80	3.940	0.590	7.15	0.65	—	oben	s	Bruch durch die Äste beeinflusst	
I.31	I.165	0.0889	—	—	0.76	2.62	4.015	—	6.83	—	2.18	—	—		
I.34	I.266	0.0936	90.4	0.302	0.89	2.37	3.626	0.534	5.56	0.65	2.28	—	—		

Bezeichnung des Biegebalkens	Astigkeit des Balkens								Der Jahrringe		Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten des Absolut-trockengewichts	Spezi-fisches Gewicht		Mittlerer Quer-schnitt		
	Anzahl der Äste in der Zugseite				Anzahl der Äste in der Druckseite				Gesamtzahl in der Breite	Durchschnittliche Breite		während der Probe	in absoluttrockenem Zustande	Breite	Höhe	Flächeninhalt
	Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke		Grössere über 1 cm Stärke		Kleinere unter 1 cm Stärke									
	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	Innerhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	ausserhalb der 15 cm Entfernung von der Balkenmitte	cm	%		100-fach	cm	cm ²		
41	0.25	0.50	0.25	—	—	0.50	—	—	—	0.116	14.8	48.5	45.5	—	—	102.3
42	0.25	0.50	0.50	0.25	—	1.25	—	—	—	0.223	15.0	40.1	37.0	—	—	104.6
43	1.00	1.00	0.75	—	1.25	1.25	—	—	—	0.273	14.6	38.1	35.2	—	—	102.8
44	0.25	1.50	—	0.25	0.25	0.25	—	—	—	0.180	14.8	41.7	39.0	—	—	107.0
45	—	0.33	1.00	1.33	1.00	1.33	0.33	0.33	—	0.318	15.7	39.6	36.8	—	—	99.0
46	1.00	1.25	0.50	—	1.25	1.00	0.25	—	—	0.316	15.4	35.6	32.5	—	—	105.9
48	0.50	0.25	—	0.25	1.75	0.50	—	0.25	—	0.238	14.8	43.1	40.4	—	—	105.2
49	—	0.50	2.00	0.75	0.25	1.00	1.25	—	—	0.260	14.7	38.4	35.7	—	—	97.7
50	0.25	1.00	0.75	0.50	0.25	0.50	0.75	—	—	0.278	14.7	39.0	36.3	—	—	100.4
Durchschnitt	0.39	0.76	0.64	0.37	0.67	0.84	0.29	0.06	—	0.245	14.9	40.5	37.6	—	—	102.8

Stammweise Zusammenstellungen

Untersuchungen über die Qualitäten der Tannen- u. Fichtenhölzer 225

Belastung an der Elastizitätsgrenze	Elastizitätsgrenze				Bruchgrenze				Völligkeitskoeffizient nach Tetmajer	Zähigkeitskoeffizient nach Janka	Lage des Kerns (ob oben oder unten)	Form des Bruches (g=glat, z=zackig, s=splittend)	Bemerkungen	
	Durchbiegung an der Elastizitätsgrenze	Elastische Durchbiegung pro 0.1 t	Elastizitätsmodul	Grenzmodul	Arbeit an der Elastizitätsgrenze	Bruchbelastung	Durchbiegung	Biegefestigkeit						Deformationsarbeit
t	cm	t/cm ²	t.cm	t	t	cm	t/cm ²	t.cm						
der Ergebnisse														
1.59	1.223	0.0768	110.1	0.359	0.98	3.13	5.151	0.704	11.50	0.71	2.60	—	—	
1.27	1.264	0.0995	85.0	0.287	0.84	2.20	3.193	0.495	4.53	0.62	2.03	—	—	
1.38	1.520	0.1106	76.4	0.311	1.08	2.04	3.279	0.460	4.16	0.62	2.60	—	—	
1.46	1.484	0.1015	83.5	0.328	1.09	2.36	4.010	0.530	6.36	0.65	2.75	—	—	
1.15	1.350	0.1165	72.5	0.259	0.79	2.04	3.371	0.459	4.27	0.61	2.28	—	—	
1.10	1.448	0.1333	63.9	0.246	0.80	1.60	2.705	0.360	2.58	0.59	2.50	—	—	
1.39	1.243	0.0897	93.9	0.313	0.88	2.32	3.165	0.521	4.77	0.62	1.88	—	—	
1.38	1.358	0.0990	85.5	0.311	0.97	2.31	3.382	0.520	4.97	0.63	2.18	—	—	
1.34	1.266	0.0936	90.4	0.302	0.89	2.37	3.626	0.534	5.56	0.65	2.28	—	—	
1.34	1.351	0.1023	84.6	0.302	0.92	2.26	3.542	0.509	5.41	0.63	2.34	—	—	