Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens.

Von

Carl Mikolaschek,¹⁾

wirkl. Lehrer an der k. k. Staatsgewerbeschule zu Reichenberg.

4341

In meiner früheren Stellung als Assistent für Maschinenbau an der deutschen k. k. technischen Hochschule zu Prag hatte ich vielfach Gelegenheit, Versuche mit der Gollner'schen Festigkeitsmaschine vorzunehmen.

In Folge einer Anregung von Seite des Vorstandes der k. k. forstlichen Versuchsleitung in Wien, Herrn Regierungsrath Professor Dr. Freiherr v. Seckendorff, wurde ich veranlasst, eine grosse Reihe von Versuchen mit Hölzern aus böhmischen Forsten vorzunehmen, und zwar nicht nur im Interesse des forstlichen Versuchswesens, sondern auch um dem Hauptzwecke der oben erwähnten Maschine: nämlich die Untersuchung der in Böhmen vorkommenden und erzeugten Bau- und Constructionsmaterialien in Bezug auf ihre Elasticität und Festigkeit durchzuführen, entsprechen zu können.

Die Versuche sind in der Weise durchgeführt, dass jedes Probematerialie wo möglich bezüglich folgender Arten von Festigkeit untersucht wurde, und zwar:

1. Zugfestigkeit in der Richtung der Fasern,
2. Druckfestigkeit in der Richtung der Fasern,
3. Biegefestigkeit,
4. Torsionsfestigkeit,
5. Abscheerfestigkeit, sowohl in der zu den Fasern parallelen, als auch in einer darauf senkrechten Richtung.

Bei den ersten vier Festigkeitsarten wurde bestimmt: die Elasticitätsgrenze, sowie die Formveränderungen an derselben, der Elasticitätsmodul innerhalb der Elasticitätsgrenze, die Bruchgrenze — und bei den Biege- und Torsionsversuchen auch die bleibenden Formveränderungen an derselben. Bei den Abscheerversuchen konnte natürlich blos die Bruchgrenze bestimmt werden.

¹⁾ Herr Mikolaschek wurde im Sinne des §. 5 unseres Statutes für die Vornahme einzelner Versuche und Untersuchungen gewonnen.

Ueber die Wichtigkeit, ja Nothwendigkeit derartiger Versuche, deren Resultate sowohl für vergleichende Studien unentbehrlich sind, als auch für die Praxis ausgezeichnete Verwerthung finden können, dürfte wohl kaum ein Zweifel bestehen, um so weniger, als, wie besonders hervorgehoben sei, solche mit böhmischen Holzmaterialien in diesem Umfange bisher noch nicht durchgeführt wurden.

Um bei Untersuchung eines Materiales, wie Holz, welches namentlich bei einigen Arten so sehr inhomogen ist, Resultate zu erhalten, welche weiteren wissenschaftlich-praktischen Speculationen zur Grundlage dienen können, ist es vor Allem nothwendig, eine sehr grosse Anzahl von Versuchen durchzuführen, beziehungsweise möglichst vollständige Versuchsreihen aufzustellen. Vielfache Momente haben auf die Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse dieses Materiales einen wesentlichen Einfluss: so die Stelle des Baumes, aus welcher das Probestück genommen wurde (Untertrumm, Mittel- und Obertrumm des Stammes, Unter- und Obertrumm der Aeste etc.), weiters die Stelle des Querschnittes, welchem das Versuchsmaterial entnommen (Kern- und Splintholz), das Alter des Baumes, dessen Fällzeit, der Standort desselben, die Bodenbeschaffenheit, die klimatischen Verhältnisse (Windrichtung) u. s. w. Letztere Verhältnisse insbesondere haben einen grossen Einfluss auf die Bildung der Holzmasse und deren mehr oder minder dichte und gleichmässige Structur und müssen bei der Beurtheilung und Ausnützung der erlangten Schlussresultate als maassgebende Factoren Berücksichtigung finden. In den folgenden Versuchsergebnissen sind die bezüglichen Angaben, so weit sie mir zu Gebote standen, aufgenommen und berücksichtigt.

Machen nun die angedeuteten Verhältnisse die Versuche von Werth zu einer grossen Anzahl anwachsend, so ergeben sich wieder Schwierigkeiten der mannigfachsten Art, welche sich der exacten Durchführung derselben selbst entgegenstellen und diese zu einer ebenso zeitraubenden, wie mühsamen praktisch-wissenschaftlichen Arbeit gestalten. Eine wesentliche Schwierigkeit bedingt die Wahl der Form der Probestücke, da letztere von wesentlichem Einfluss auf die Richtigkeit der Resultate und namentlich bei den Zugversuchen von besonderer Wichtigkeit ist. Weiters ist die genaue Bearbeitung der Probestücke bei den Biegungs- und namentlich bei den Druckversuchen von grösster Wesenheit. Die Adjustirung und Befestigung der Probestücke und Instrumente (ob z. B. die Marke der letzteren im Frühjahrs- oder Herbstholze liegt) hat gleichfalls bezüglich der Formveränderungen einen wenn auch nicht bedeutenden Einfluss; diesen Momenten könnte noch eine Reihe anderer angeschlossen werden, welche Alle sowohl die Präcision der Durchführung, wie Qualität der Versuche und ihrer Resultate mehr oder weniger beeinflussen.

Es ergibt sich aus diesen Darstellungen, dass die Versuche mit Holzmaterialien einer erhöhten Aufmerksamkeit bedürfen, wenn die Ergebnisse derselben frei von Unregelmässigkeiten oder gar Fehlern sein sollen. Doch selbst bei der rigorosesten Aufmerksamkeit ergeben sich differirende Resultate, die ihren Grund hauptsächlich in der bedeutenden Verschiedenheit des Materiales eines und desselben Theiles des Baumes haben, daher bei demselben nur, wie erwähnt, durch eine grosse Zahl von Versuchen und auf Grund vollständiger Versuchsreihen entsprechende und verlässliche Schlusswerthe gewonnen werden können.

Die Versuche wurden mit der Festigkeitsmaschine von Heinrich Gollner, ordentlichen Professor des Maschinenbaues an der deutschen k. k. technischen Hochschule zu Prag, ausgeführt. Es sei hier nur erwähnt, dass dieselbe nach dem System der Maschinen mit Hebelwerk (Uebersetzung 1:75) und dreifacher Schraubenwinde (als Nachstellvorrichtung)

für eine Maximalleistung von 25 Tonnen construirt ist. Die Reibungswiderstände der Maschine (zusätzliche und Leergangsreibung) sind sehr gering, in Folge dessen die äusseren Belastungen mit grosser Genauigkeit auf das Probematerial übertragen werden. Es stellt sich (nach vielen Specialuntersuchungen) der mittlere totale Reibungswiderstand für Zugversuche auf 0·33 Procent, für Druck-, Biegungs- und Abscheerversuche auf 0·5 Procent und für Torsionsversuche auf 0·15 Procent der zur Wirkung gebrachten äusseren Belastungen. Es geben diese Werthe zugleich auch den Grad der Genauigkeit an, welche die erhaltenen Resultate der Elasticitäts- und Bruchgrenze haben. Die angeführten Zahlen zeigen, dass die Reibungsverhältnisse der Maschine ausserordentlich günstige sind.

Was die Durchführung der Versuche selbst betrifft, so ist zu unterscheiden, ob nur die Festigkeits- oder ob auch die Elasticitätsverhältnisse zu untersuchen sind. Im ersteren Falle werden die Belastungen, nachdem das Probematerial adjustirt ist, mit bestimmten Grössen- und Zeitintervallen zur Wirkung und das Letztere zum Bruche gebracht.

Im letzteren Falle werden auf den Probestücken Marken angebracht, die in einer bestimmten Entfernung, der sogenannten Probelänge, sich befinden. An deren beiden Endpunkten werden die Messinstrumente armirt, um die Formveränderungen innerhalb der Probelänge für jede einzelne Belastung zu messen. Bei der Anwendung zweier Messinstrumente (für Zug-, Druck- und Biegungsversuche) wird von den Ablesungen derselben das arithmetische Mittel genommen. Diese erhaltenen Werthe dienen nun zur Verzeichnung des sogenannten Diagramms, wobei in der Weise vorgegangen wird, dass auf der Abscissenachse eines gewählten Achsensystems die einzelnen gegebenen Belastungen von dem Ursprunge des Systems aus in Kilo oder Tonnen im frei gewählten Maassstabe und als zugehörige Ordinaten die diesen einzelnen Belastungen entsprechenden Formveränderungen (Einbiegungen, Dehnungen, Verkürzungen oder Verdrehungen) gleichfalls in einem beliebigen Maassstabe in Millimeter aufgetragen werden. Man erhält dadurch eine Kurve, die im ersten Theile geradlinig oder nahezu geradlinig verläuft, daran sich ein mehr oder weniger gekrümmtes Stück, an dieses entweder wieder eine Gerade oder ein sehr schwach gekrümmtes Stück schliesst, so dass eine hyperbelähnliche Kurve entsteht. Der erste Theil derselben zeigt die Grössen der Längenveränderungen innerhalb der Elasticitätsgrenze an (nach der Theorie sollen dieselben proportional den äusseren Belastungen sein, was natürlich des inhomogenen Materials wegen nicht immer genau eintritt); die Elasticitätsgrenze selbst liegt an jenem Punkte der Kurve, welchem der kleinste Krümmungsradius entspricht. Ueber diesen Punkt hinaus sind die Formveränderungen des Probematerials nicht blos von der äusseren Belastung abhängig, sondern auch von der Zeit, während welcher diese einwirkt, und sind dieselben bleibende. Die Dauer dieser Belastungsphasen wird bedeutend grösser, da man den Zeitpunkt abwarten muss, bis Gleichgewicht zwischen den äusseren Belastungen und den Cohäsionskräften des Materials eingetreten ist. Diese Zeit dauert bei den weichen Materialien im Allgemeinen länger als bei den härteren.

Die Verzeichnung des Diagramms hat also den Hauptzweck: die praktische Bestimmung der Elasticitätsgrenze und der Formveränderungen des Materials an derselben zu ermöglichen, sowie ein anschauliches Bild der durch die einzelnen Belastungen hervorgerufenen Formveränderungen zu geben.

Das Diagramm dient weiters dazu, um den mittleren Elasticitätsmodul innerhalb der Elasticitätsgrenze zu bestimmen. Es werden zu diesem Zwecke die Berechnungsdaten

Verzeichniss der Holzarten

aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwald,
mit welchen Festigkeits-Proben durchgeführt wurden.

Zeichen	Holzart	Baumtheil (Ausschnitt)	Alter	Mittlerer Durchmesser des Ausschnittes	Lage und Beschaffenheit des Standortes	Revier	Bemerkung
I.	Fichte	ober dem Stocke	106	280	Ebenes Terrain Sandiger Boden Westliche Lage	Alt- thier- garten	Astausschnitt anderem Baum entnommen
II.	<i>Abies excelsa</i>	12 M. über dem Stocke	77	215			
III.	DC.	Ast	68	73			
IV.	Tanne	ober dem Stocke	180	280	Ebenes Terrain Sandiger Lehm- boden Nördliche Lage	detto	Astausschnitt anderem Baum entnommen
V.	<i>Abies pectinata</i>	12 M. über dem Stocke	168	265			
VI.	DC.	Ast	83	75			
VII.	Kiefer	ober dem Stocke	74	285	Sandboden Westliche Lehne	detto	Astausschnitt anderem Baum entnommen
VIII.	<i>Pinus sylvestris</i>	12 M. über dem Stocke	56	220			
IX.	L.	Ast	68	80			
X.	Lärche	ober dem Stocke	65	280	Ebenes Terrain Sandboden Südliche Lage	detto	Astausschnitt anderem Baum entnommen
XI.	<i>Larix europaea</i>	10 M. über dem Stocke	60	210			
XII.	DC.	Ast	43	85			
XIII.	Schwarzerle	ober dem Stocke	56	295	Sandiger Lehm- boden Nordseite; am Bache	Ponie- schitz	Astausschnitt anderem Baum entnommen
XIV.	<i>Alnus glutinosa</i>	7·0 M. über dem Stocke	50	230			
XV.	L.	Ast	58	70			
XVI.	Weisserle	ober dem Stocke	60	280	Feuchter Boden Thal	Alt- thier- garten	Aeste zu schwach, daher nicht ver- wendbar
XVII.	<i>Alnus incana</i> L.	8 M. über dem Stocke	33	170			
XVIII.	Salweide	ober dem Stocke	—	—	Sandboden Oestliche Ab- dachung	detto	Aeste zu schwach, daher nicht ver- wendbar
XIX.	<i>Salix caprea</i> L.	4 M. über dem Stocke	25	160			
XX.	Winterlinde	ober dem Stocke	79	280	Lehmboden mit Sand gemengt Feucht Sanfte Lehne gegen Westen	Ponie- schitz	Astausschnitt anderem Baum entnommen
XXI.	<i>Tilia parvifolia</i>	5·5 M. über dem Stocke	61	210			
XXII.	L.	Ast	30	70			

Zeichen	Holzart	Baumtheil (Ausschnitt)	Alter	Mittlerer Durchmesser des Ausschnittes	Lage und Beschaffenheit des Standortes	Revier	Bemerkung
XXIII.	Feldulme	ober dem Stocke	84	300	Humoser sandiger Lehm, zwischen Steingeröll Südliche Ab- dachung am Fusse des Berges	detto	Astausschnitt von demselben Baum
XXIV.	<i>Ulmus campestris</i>	5·5 M. über dem Stocke	67	220			
XXV.	L.	Ast	52	78			
XXVI.	Bergahorn	ober dem Stocke	83	270	detto	detto	Astausschnitt von demselben Baum
XXVII.	<i>Acer Pseudo- Platanus</i>	6 M. über dem Stocke	72	190			
XXVIII.	L.	Ast	33	100			
XXIX.	Weissbuche	ober dem Stocke	153	260	Hügliches Terrain Feucht Westliche Ab- dachung	Alt- thier- garten	Astausschnitt von demselben Baum
XXX.	<i>Carpinus Betulus</i>	8 M. über dem Stocke	—	—			
XXXI.	L.	Ast	—	—			
XXXII.	Rothbuche	ober dem Stocke	132	320	Sandiger Lehm- boden Nördliche Ab- dachung	Ponie- schitz	Astausschnitt von demselben Baum
XXXIII.	<i>Fagus sylvatica</i>	7 M. über dem Stocke	91	270			
XXXIV.	L.	Ast	68	78			
XXXV.	Trauben- eiche	ober dem Stocke	225	330	Ebene Sandboden Südliche Lage	Alt- thier- garten	Astausschnitt anderem Baum entnommen
XXXVI.	<i>Quercus Robus</i>	9 M. über dem Stocke	159	260			
XXXVII.	L.	Ast	80	108			
XXXVIII.	Stieleiche	ober dem Stocke	63	310	Ebenes Terrain Lehmiger, feuch- ter Boden	detto	Astausschnitt von demselben Baum
XXXIX.	<i>Quercus pedunculata</i>	8 M. über dem Stocke	38	250			
XL.	Hoffm.	Ast	28	80			

(Belastung und Formveränderung) an jener Stelle des Diagramms bestimmt, bei welcher noch wenigstens sehr nahe die Formveränderungen proportional den äusseren Belastungen sind. Der nach diesen Daten berechnete Werth gibt den mittleren Elasticitätsmodul innerhalb der Elasticitätsgrenze.

Der grossen Zahl wegen (nahezu zweihundert) sind die Diagramme nicht in den Text aufgenommen.

Bezüglich des verwendeten Probematerials sei noch Folgendes bemerkt:

Die Probestücke waren möglichst genau bearbeitet, und zwar kurz vor der Vor-
nahme des Versuches nochmals gerichtet, um ein etwaiges Werfen oder Verziehen des

Stückes zu beheben. (Die Anfertigung der Probestücke wurde unter meiner Aufsicht in Prag vorgenommen.) Die Dimensionen des Querschnittes der Probestücke wurden an acht bis zehn Stellen gemessen, und aus diesen das arithmetische Mittel genommen, um den mittleren Probequerschnitt in Rechnung ziehen zu können.

Die mechanischen Grössen, sowie die verschiedenen Coefficienten (wie auch die sämtlichen Versuchsergebnisse) wurden entweder mittelst Tabellen oder mit der Thomas'schen Rechenmaschine bestimmt.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen sei nun das Versuchsmaterial und die Resultate der Versuche selbst besprochen.

Durch die Munificenz Sr. Durchlaucht des Herrn Fürsten Johann Adolf zu Schwarzenberg wurden mir aus den fürstlichen Waldungen bei Frauenberg vierzehn verschiedene Holzarten zu den Versuchen zur Verfügung gestellt, und zwar je ein Ausschnitt vom untersten Theile des Stammes, sowie von jenem Theil desselben, der in einer gewissen Höhe über dem Stocke lag, und endlich vom Astholze (also drei Ausschnitte von jedem Baume), je 1 Meter lang sammt Rinde geliefert.

In der auf Seite 4 und 5 befindlichen Tabelle sind die einzelnen Holzarten benannt und ist zugleich angegeben: welcher Stelle des Baumes der betreffende Ausschnitt entnommen, sowie die Zahl der Jahresringe (Alter), der mittlere Durchmesser und der Standort, die Lage und Bodenbeschaffenheit, endlich das Revier, aus dem die untersuchten Holzmaterialien stammen.

Die Forste, welchen diese Bäume entstammen, haben eine Seehöhe von 410 bis 500 Meter. Genaue Daten bezüglich der meteorologischen Verhältnisse standen mir nicht zu Gebote. Nach einer in der Nähe befindlichen Beobachtungsstation war die mittlere Niederschlagsmenge pro Jahr 580 Mm., die mittlere Sommertemperatur 18·0 Grad, die mittlere Wintertemperatur — 0·25 Grad, die mittlere Jahrestemperatur 8·75 Grad.

Die Fällung der Bäume erfolgte in der Zeit vom 22. und 23. Mai 1878.

Die Zusendung der Ausschnitte erfolgte von Frauenberg zu Wasser, und zwar als Oberladung eines Prahmes, daher die Versuchsmaterialien (als Ausschnitte) von ungeflössten Hölzern stammen.

Die betreffenden Holzarten wurden sofort, ohne zu lagern, der Bearbeitung unterzogen; doch waren sämtliche Probestücke zur Zeit der Durchführung der Versuche vollständig lufttrocken.

Weitere Bemerkungen sind bei der Besprechung der einzelnen Versuche angeschlossen.

Zugversuche.

Zur Erprobung des Materials auf seine Zugfestigkeit in der Faserrichtung waren Probestücke von rechteckigem Querschnitte verschiedener Grösse vorbereitet. Die Schwierigkeit bei diesen Versuchen liegt, wie schon früher erwähnt, hauptsächlich darin, die richtige Form des Probestückes zu wählen und auch theilweise den verschiedenen Holzarten entsprechend anzupassen. Es folgt im anderen Falle sehr häufig ein Abscheeren oder Ausreissen des Kopfes desselben. Die Probestücke waren von durchaus gleicher Breite, und die beiden Enden (Einspannköpfe) auf circa 15 Mm. (bei weichen Hölzern durch Aufleimen von harter Fournier etc.) verstärkt. Die Enden der Probestücke wurden dann mittelst Gebisse von autoclavischer Wirkung in die Maschine eingespannt. Hiebei handelte es sich

aber wesentlich darum, eine vollständig centrische und richtige Einspannung zu erreichen, da sonst ein Verziehen des Stabes unvermeidlich stattfinden müsste.

Die Stücke sind sämmtlich aus nahe der Mitte des Querschnittes gelegenen Theilen desselben entnommen, daher sämmtlich Kernholz.

Da die eine Dimension des Querschnittes stets viel grösser als die andere war, und auch grössere Querschnitte vorkamen, so wurden zwei Instrumente zum Messen der Ausdehnungen angewendet. Die Instrumente, welche natürlich gleichzeitig functioniren, sind an möglichst entfernt von einander liegenden Punkten des Querschnittes in gleicher horizontaler Lage befestigt, um auf diese Weise zwei möglichst entfernt von einander liegende Fasern zu beobachten und schliesslich die mittleren Dehnungen bestimmen zu können.

Um bezüglich des Verhaltens der verschiedenen Holzarten bei gleichartigen Versuchen einen Vergleich machen zu können, wurde die Probelänge (Markenentfernung, d. i. Entfernung der Befestigungspunkte der Instrumente) bei fast allen Zugversuchen gleich genommen und sind die erhaltenen Werthe der Dehnungen sowohl absolut als auch in Beziehung zur Probelänge bestimmt.

In der nachfolgenden Tabelle sind nun die Resultate von dreiunddreissig Zugversuchen zusammengestellt und dürften dieselben einer weiteren Erklärung nicht benöthigen. Die Angaben über die Streckung nach dem Bruche fehlen, und zwar deshalb, weil dieselben entweder sehr klein sind (das Holz zieht sich wieder zusammen) oder wegen Reissen des Stabes derselbe nicht mehr ganz zusammengebracht werden kann. Von einer Contraction ist ebenfalls nichts zu merken, und zwar schon in Folge des unregelmässigen Bruches.

Was nun die Resultate selbst betrifft, so wäre Folgendes zu bemerken:

Die Zug-Elasticitätsgrenze zeigt sich im Allgemeinen bei dem Untertrummholze höher als beim Mitteltrummholze und diese liegt in manchen Fällen sehr bedeutend höher als jene beim Astholze.

Die Elasticitätsgrenze für Zug liegt circa zwischen 0·2 und 0·5 des Werthes der absoluten Zugfestigkeit (Bruchgrenze). Die Ausdehnungen an derselben sind beim Untertrummholze am grössten, kleiner beim Mitteltrummholze, am kleinsten beim Astholze.

Der Elasticitätsmodul zeigt sich bei allen Holzarten beim Mitteltrummholze am grössten, beim Untertrummholze kleiner, jedoch in den meisten Fällen noch immer grösser als beim Astholze.

Die absolute Zugfestigkeit (Bruchgrenze) zeigt sich dagegen hauptsächlich beim Unterholze grösser als beim Mittelholze und Astholze.

Es stellt sich somit nach diesen Zugversuchen heraus, dass das Unterholz nicht nur eine grössere Elasticität, sondern auch eine grössere Festigkeit besitzt als das Mittelholz, welchem eine grössere Steifheit zukommt. In Bezug auf die Festigkeit steht das Astholz dem Mittelholze nach, bezüglich der Elasticität dagegen hält es zwischen dem Unter- und Mittelholze die Mitte.

Der Bruch erfolgte bei den meisten Stäben (wo eben der Kopf nicht abgescheert wurde oder ausriss) nicht in einem Querschnitte, sondern in zwei oder mehreren von einander entfernt liegenden, die durch einen oder mehrere Längsrisse mit einander in Verbindung standen. Manchmal, namentlich bei den Nadelhölzern, war der Bruch sehr splitterig, nur bei wenigen war derselbe stumpf und kurzfasrig.

Die Art des Bruches ist in der Tabelle unter „Bemerkungen“ angegeben.

Ergebnisse der Zugversuche

mit Holzarten aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwald.

Zugrichtung parallel mit der Faserichtung.

Ausgeführt vom 1. bis 7. Juli und 19. bis 21. August 1878.

Fortlaufende Nummer	Material		Dimensionen des Querschnitts			Probeklänge in Ctm.	Elasticitäts-grenze Klg. pro Ctm.	Ausdehnung an der Elasticitätsgrenze			Elastici-tätsmodul Klg. pro Ctm.	Bruch-grenze Klg. pro Ctm.	Bemerkung
			Dicke in Ctm.	Breite in Ctm.	Fläche in Ctm.			Absolut in Ctm.	Ver-hältnis-mässig (zur Probeklänge)	Procent der Probeklänge			
1	I.	Fichte	3.27	1.55	5.07	17.0	276.24	0.055	0.00325	0.325	85280	470.8	Bruch sehr splitterig.
2	II.		5.99	1.48	8.865	17.0	141.00	0.025	0.0015	0.15	95880	>277.7	Kopf ausgerissen.
*3	IV.	Tanne	5.84	0.739	4.316	17.0	165.7	0.0224	0.0013	0.13	134300	>689.4	Bruch zackig-splitterig.
*4	V.		6.64	0.777	5.159	15.9	168.6	0.019	0.0012	0.12	145000	736.6	detto
5	VII.	Kiefer	4.97	1.42	7.06	17.0	205.32	0.032	0.00188	0.188	115700	>297.4	Kopf abgescheert.
*6	VIII.		6.62	0.781	5.17	17.0	139.2	0.0193	0.0011	0.11	124000	556.1	Bruch zackig.
*7	X.	Lärche	5.88	0.75	4.41	17.0	170.0	0.0243	0.0014	0.14	114800	>799.3	Kopf ausgerissen.
*8	XI.		5.68	0.725	4.118	17.0	174.8	0.022	0.0013	0.13	137600	376.4	Bruch wenig splitterig.
*9	XIII.	Schwarzerle	5.75	0.711	4.088	17.0	134.5	0.0262	0.0015	0.15	87800	397.5	Bruch mehr kurzfasrig.
*10	XIV.		8.72	1.817	7.124	17.0	98.3	0.0162	0.00095	0.095	108400	343.9	detto
*11	XVI.	Weisserle	8.73	0.766	6.687	17.0	112.1	0.017	0.001	0.10	113500	516.0	Bruch stumpf.
*12	XVII.		8.57	0.781	6.692	17.0	145.0	0.0182	0.0011	0.11	135400	395.2	detto
13	XVIII.	Salweide	4.95	1.493	7.36	17.0	203.8	0.055	0.00325	0.325	102140	>271.7	Kopf ausgerissen.

*14	XX.		Untertrumm	4·69	1·48	6·941	17·0	172·9	0·0338	0·002	0·20	89700	>245·0	Kopf ausgerissen.
*15	XXI.	Winterlinde	Mitteltrumm	9·13	0·78	7·121	17·0	119·4	0·019	0·0011	0·11	111900	372·3	Bruch kurzfasrig.
16	XXII.		Ast	4·89	0·886	4·33	17·0	57·73	0·014	0·0008	0·08	70060	174·36	Kernstück. ¹⁾
*17	XXIII.		Untertrumm	5·92	1·458	8·633	17·0	104·2	0·0165	0·00097	0·097	107000	>240·3	Kopf ausgerissen.
*18	XXIV.	Feldulme	Mitteltrumm	4·90	0·803	3·935	17·0	190·5	0·022	0·0013	0·13	158000	660·7	Bruch sehr splittig.
19	XXV.		Ast	3·64	0·923	3·36	17·0	59·52	0·0115	0·00068	0·068	101900	275·3	Kernstück.
20	XXVI.		Untertrumm	5·91	1·445	8·54	17·0	329·27	0·062	0·00365	0·365	91670	520·2	Mit einer Aststelle. Bruch wenig splittig.
*21	XXVII.	Bergahorn	Mitteltrumm	4·90	0·803	3·935	17·0	228·7	0·0416	0·0024	0·24	100800	559·1	Astlos. Kernholz. Bruch splittig.
22	XXVIII.		Ast	6·00	0·98	5·38	17·0	238·1	0·039	0·0023	0·23	111910	382·65	Kernstück. Astlos.
*23	XXIX.	Weissbuche	Untertrumm	4·82	0·813	3·758	17·0	266·1	0·0436	0·0024	0·24	101800	763·6	Astlos. Kernholz. Bruch stumpf.
*24	XXX.		Mitteltrumm	5·86	0·77	4·512	17·0	149·6	0·026	0·0015	0·15	94200	471·0	Aststelle im Bruchquerschnitt. Bruch stumpf.
25	XXXII.		Untertrumm	5·87	1·457	8·55	17·0	175·44	0·035	0·0021	0·21	92040	>342·1	Ausreissen des Kopfes. Bruch kurzfasrig.
26	XXXIII.	Rothbuche	Mitteltrumm	4·27	0·95	4·066	17·0	313·57	0·028	0·00165	0·165	189600	>385·6	detto
27	XXXIV.		Ast	6·00	1·05	6·30	17·0	142·86	0·0235	0·0014	0·14	115510	>317·5	Kernstück. Ausreissen der Köpfe; theilw. Abscheeren.
28	XXXV.		Untertrumm	5·97	1·45	8·669	16·8	302·79	0·0573	0·0034	0·34	89000	>608·4	Ausreissen des Kopfes.
29	XXXVI.	Trauben- eiche	Mitteltrumm	5·22	1·48	7·725	17·0	261·5	0·059	0·0035	0·35	76350	>323·6	Ausreissen des Kopfes. Stumpfer Bruch.
30	XXXVII.		Ast	4·99	1·56	7·784	15·0	128·5	0·04	0·0023	0·23	60740	212·0	Probefab hatte Trockenlängens und riss auch an dieser Stelle. Kernstück.
*31	XXXVIII.		Untertrumm	4·80	0·826	3·965	17·0	365·7	0·062	0·0036	0·36	104700	725·1	Astlos. Bruch sehr stumpf.
32	XXXIX.	Stieleiche	Mitteltrumm	8·36	0·753	6·29	17·0	333·86	0·0575	0·0035	0·35	101350	643·9	Astlos. Bruch mehr zackig.
33	XI.		Ast	5·13	0·93	4·79	17·0	156·6	0·021	0·00124	0·124	104400	656·63	An einer Aststelle gerissen. Kernstück. Bruch splittig.

Die mit * bezeichneten Versuche wurden in der Zeit vom 19. bis 21. August ausgeführt.

¹⁾ Kernstück bedeutet, dass der Kern im Probestücke (und zwar gewöhnlich in der Mitte) enthalten war.

Ergebnisse der Druckversuche

mit Holzarten aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwald.

Druckrichtung parallel mit Faserrichtung.

Ausgeführt vom 7. bis 17. Juli 1878.

Fortlaufende Nummer	Material		Dimensionen				Probeklänge in Ctm.	Elasticitätsgrenze in Klg. pro Ctm.	Zusammendrückung an der Elasticitätsgrenze			Elasticitätsmodul Klg. pro Ctm.	Absolute Druckfestigkeit Klg. pro Ctm.	Bemerkung
			Baumtheil	Holzart	Grundfläche				Verhältnissmäßig (zur Probeklänge)	Procent der Probeklänge				
Zeichen	Breite in Ctm.	Länge in Ctm.			Fläche in Ctm.	Höhe in Ctm.								
1	I.		5.97	5.97	35.64	5.98	3.00	119.95	0.00176	0.0008	0.08	236740	294.61	Bruch durch Knicken der Fasern der oberen Schichte.
2	II.	Fichte	5.71	5.76	32.90	5.91	3.00	246.2	0.0235	0.0078	0.78	32570	300.15	
3	III.		4.95	4.95	24.50	4.95	2.50	229.6	0.00425	0.0017	0.17	135050	397.95	
4	IV.		5.96	5.96	35.52	5.92	3.00	274.47	0.0085	0.0028	0.28	98700	309.67	Plötzlicher Bruch. Knicken der Fasern mit Spalten.
5	V.	Tanne	5.91	5.86	34.928	5.92	3.00	286.3	0.0034	0.0011	0.11	246000	314.93	
6	VI.		4.70	4.68	21.996	4.68	2.50	215.95	0.036	0.0014	0.14	150400	443.26	Kornstück. Fasern S-förmig.
7	VII.		5.95	5.97	35.52	5.97	3.00	310.38	0.00176	0.0006	0.06	—	337.83	Bruch durch deutliches Knicken der Fasern.
8	VIII.	Kiefer	5.46	5.48	29.92	5.93	3.00	200.53	0.0091	0.003	0.30	66100	267.37	
9	IX.		5.56	5.58	31.065	5.61	3.00	181.07	0.015	0.005	0.50	39500	181.07	detto
10	X.		5.98	5.93	35.46	5.97	3.00	274.96	0.0148	0.0049	0.49	55170	>324.31	Versuch b. d. Max.-Belast. v. 11500 Klg. unterbrochen. Fasern schwach S-förmig.
11	XI.	Lärche	5.95	5.96	35.462	5.99	3.00	211.5	0.0196	0.0065	0.65	31720	310.10	
12	XII.		4.96	4.95	24.55	4.98	2.50	160.5	0.0079	0.0031	0.31	52870	407.3	Fasern sehr stark S-förmig geworden. Kornstück. Ast durch das ganze Prisma gehend. Bruch durch denselben.
13	XIII.		5.83	5.83	33.99	5.94	3.00	119.15	0.005	0.00168	0.168	73550	191.23	Bruch durch deutliches Knicken der Fasern.
14	XIV.	Schwarz-erle	5.95	5.84	34.748	5.84	3.00	129.5	0.0049	0.0016	0.16	91050	197.85	
15	XV.		4.72	4.74	22.373	4.74	2.50	150.85	0.0064	0.0026	0.26	54137	268.18	detto Kornstück. Bruch durch deutliches Knicken der Fasern.

16	XVI.	Weiss- erle	Unter- trum Mittel- trum	5·48 5·83	5·49 5·85	30·085 34·10	5·90 5·89	3·00 3·00	138·34 115·48	0·0025 0·0039	0·0008 0·0013	0·08 0·13	168273 98970	224·36 157·62	Bruch allmählig. Knicken der Faser. detto
18	XVIII.	Salweide	Unter- trum Mittel- trum	5·65 5·99	5·67 5·95	32·035 35·64	5·96 0·02	3·00 3·00	156·08 126·26	0·0063 0·0045	0·0021 0·0018	0·21 0·18	88760 101000	249·72 272·16	— Kernholz. Sprung pa- rallel zur Druckrichtung.
20	XX.		Unter- trum Mittel- trum Ast	5·92 5·76 4·56	5·91 5·79 4·58	34·987 33·35 20·885	5·91 5·93 4·57	3·00 3·00 2·50	150·0 224·89 161·6	0·0006 0·011 0·0036	0·0002 0·0036 0·0014	0·02 0·36 0·14	— 60000 117100	228·65 258·62 239·46	Kernholz. Spalten des Würfels. detto Kernstück. Spalten und Knicken der Faser.
23	XXIII.		Unter- trum Mittel- trum Ast	5·83 4·92 5·54	5·83 4·90 5·54	33·99 24·11 30·69	6·00 5·44 5·63	3·00 3·00 3·00	123·57 186·57 134·4	0·00504 0·005 0·0069	0·00168 0·00166 0·0023	0·168 0·166 0·23	75650 131170 66640	235·37 238·4 224·0	Kernholz. Einknicken der gegen den Kern gelegenen Fasern. Kerni. d. Druckfläche. Der- selbe ist schwachhaft u. er- folgte Bruch b. denselben. Kernstück. Knicken der Faser sehr deutlich.
26	XXVI.	Berg- ahorn	Unter- trum Mittel- trum	5·97 5·55	5·92 5·55	35·34 30·80	5·98 6·04	3·00 3·00	254·67 135·16	0·0115 0·005	0·0038 0·0017	0·38 0·17	67730 96690	293·6 243·51	detto Kernholz. Bruch durch eine Aststelle.
28	XXIX.	Weiss- buche	Unter- trum Mittel- trum	5·88 5·73	5·83 5·74	34·28 32·89	5·95 5·90	3·00 3·00	161·9 127·7	0·0066 0·0030	0·0022 0·001	0·22 0·10	83800 144000	262·54 281·24	Die Seitenflächen biegen sich aus. Bruch durch Einknicken der Fasern der oberen Schichte.
30	XXXII.		Unter- trum Mittel- trum Ast	5·59 5·95 5·30	5·56 5·94 5·32	31·08 35·34 28·196	5·99 5·95 5·33	3·00 3·00 3·00	144·8 353·7 212·8	0·00064 0·0072 0·009	0·00021 0·0024 0·003	0·021 0·24 0·30	— 174800 78670	398·16 374·93 297·91	detto detto Kernstück. Mit Aststelle. Bruch durch Knicken der Faser in oberster Schicht.
33	XXXV.		Unter- trum Mittel- trum Ast	5·97 5·96 4·67	6·00 5·94 4·67	35·82 35·40 21·809	6·00 5·92 4·73	3·00 3·00 2·50	195·42 222·45 172·0	0·006 — 0·0177	0·002 — 0·0071	0·2 — 0·71	93300 — 25286	251·26 264·81 275·11	Ausbauchen der Seiten- flächen. Einknicken der Fasern an mehrer. Stellen. Ausbauchen der Seiten- flächen. Kernstück. Knicken und Ausbauchen der Fasern bez. Flächen.
36	XXXVIII.		Unter- trum Mittel- trum Ast	5·98 5·90 5·48	5·95 5·88 5·46	35·581 35·868 29·92	5·98 6·01 6·03	3·00 3·00 3·00	210·78 233·5 285·76	0·0048 0·011 0·0121	0·0016 0·00366 0·0040	0·16 0·366 0·40	184100 66030 70281	382·92 345·01 401·07	detto Kern in der Druckfläche. Scharf geknickte Fasern. Kernstück. Kern in der Druckfläche. Scharf ge- knickte Fasern.

Druckversuche.

Die bei denselben verwendeten Probestücke waren von prismatischer Form, und zwar dem Würfel sehr angenähert. Die Herstellung vollkommener Würfel wäre sehr umständlich und zeitraubend gewesen, weshalb davon abgesehen wurde. Die Schwierigkeiten, welche sich diesen Versuchen entgegenstellen, machen dieselben zu den langwierigsten und die meiste Vorsicht erfordernden. Diese Schwierigkeiten sind mehrfacher Art: die bedeutende Inhomogenität des Materials bedingt eine grosse Verschiedenheit im Verhalten der einzelnen Fasern unter der Einwirkung des äusseren Druckes, und ist es hier deshalb unerlässlich, zwei Instrumente anzuwenden. Die Adjustirung derselben ist wesentlich umständlicher, weil auch hier nur kleine Probelängen anwendbar sind, wodurch es bei den kleinen Längenänderungen erhöhter Aufmerksamkeit bedarf, um genaue Resultate zu erhalten. Noch vollkommener würden sich diese Versuche gestalten, wenn man bei sämtlichen Seitenflächen die Zusammendrückung messen würde. Die Versuche werden aber dadurch wesentlich schwieriger. Nicht minder einflussreich ist die Bearbeitung des Prisma (Probestückes), um nicht nur genau ebene und parallele Druckflächen, sondern auch gegen die Druckachse senkrechte Flächen zu erhalten, damit ein vollständiges Auflager an den Druckplatten erreicht wird. Die richtige centrische Lage des Stückes hat gleichfalls sehr wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit des Resultates.

Die Berücksichtigung aller dieser Momente macht eben diese Versuche zu den schwierigsten und langwierigsten von allen.

Die Probestücke wurden direct zwischen die Druckplatten gelegt. Der Bruch erfolgte bei den Würfeln gewöhnlich plötzlich, und zwar in der Weise, dass sich ein Umknicken der Fasern nach einer gegen die Druckachse geneigten Fläche zeigte. Nur bei einigen weichen Holzarten zeigte sich ein Einknicken in horizontaler Richtung und trat dann ein Ausbauchen der Seitenflächen ein.

Die grosse Verschiedenheit in der Homogenität des Materials brachte es mit sich, dass bei manchem Probestücke ein ungleichmässiges Zusammendrücken erfolgte, so dass die ursprünglich parallelen Druckflächen schliesslich sich schneidende Ebenen bildeten. Es erfolgte dann auch häufig ein sehr starkes Ausbiegen der einen Seitenfläche. Einzelne wenige Prismen waren nach dem Bruche S-förmig gekrümmt. Nachdem der Bruch erfolgt ist, kann man das Stück noch beliebig weit zusammendrücken. Es wird dadurch dasselbe entweder ganz zerspalten und ausgebaucht, oder es werden die Stücke nach der oben erwähnten schrägen Fläche so stark verschoben, dass ein Ausspringen desselben zu befürchten ist. Die Versuche wurden nach dem Eintritte der Bruchgrenze unterbrochen, da auch für die Resultate das Verhalten nach dem Bruche ohne Bedeutung ist. Es ist deshalb auch hier die Grösse der Zusammendrückung an der Bruchgrenze in die Resultate nicht aufgenommen.

In der auf Seite 10 und 11 befindlichen Tabelle sind die Resultate der vorgenommenen achtunddreissig Druckversuche zusammengestellt. Die Einrichtung derselben ist der früheren ähnlich.

Die Schlussresultate lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

Die Elasticitätsgrenze für Druck stellt sich (bei der Mehrzahl der Hölzer) beim Mittelholze höher als beim Unterholze, und beim Astholze bei vielen höher als beim Unter- und Mittelholze.

Die Zusammendrückungen sind beim Unterholze kleiner als beim Mittelholze, und diese wieder bei nahezu allen Holzarten kleiner als beim Astholze. Der Elasticitätsmodul ist beim Unterholze bei der Mehrzahl der Holzarten grösser als beim Mittelholze, beim Astholze ist bezüglich dieses Werthes eine grosse Verschiedenheit zu constatiren.

Die absolute Druckfestigkeit ist beim Unterholze nur wenig grösser als beim Mittelholze, beim Astholze dagegen grösser als bei beiden ebengenannten Arten. Es zeigt sich daher, dass die absolute Druckfestigkeit des Unterholzes wenig grösser als jene des Mittelholzes, hingegen jene des Astholzes am grössten ist; dagegen ist das Unterholz steifer als das Mittelholz, während das Astholz mancher Sorten steifer, anderer Sorten wieder elastischer ist als das Mittel- und Unterholz derselben Baumgattung.

Biegungsversuche.

Der Querschnitt der hiebei zur Behandlung gelangten Probestücke war ein rechteckiger und wurden die Stäbe auf die Hochkante gestellt. Die Spannweite war bei sämtlichen Stäben mit 500 Mm. angenommen. Die Stäbe waren frei aufliegend. Bei der Adjustirung derselben musste auf ein gleichmässiges Auflager an den beiden Widerlagern (Rollen) und am Angriffspunkte der Kräfte gesehen werden.

Die Instrumente wurden an einer Faser der neutralen Schichte befestigt, und zwar ebenfalls so, dass die Einsenkungen der beiden Endpunkte der Probelänge, welche nicht bei allen Stäben gleich gross war, vollkommen selbstständig angegeben werden konnten. Diese Einsenkungen sind hier grösser als bei anderen Versuchsarten und deshalb die Biegungsversuche auch einfacher, wie auch die Adjustirung leichter richtig durchgeführt werden kann.

Bei diesen Versuchen erfolgt der Bruch immer in der Weise, dass die auf der Zugseite gelegenen Fasern reissen, und zwar ist der Bruch entweder stumpf (die Fasern sind kurz abgebrochen) oder derselbe ist splitterig (es werden manche Fasern auf grössere oder kleinere Längen abgelöst, manche dagegen kurz abgerissen). Manchmal erfolgt ein Abschieben des oberen Theiles von dem unteren in oder nahe der neutralen Fasern auf der Zugseite, ein Reißen der Zugfasern tritt dann nur selten ein. Die Fasern auf der Druckseite werden gewöhnlich geknickt, und zwar tritt dies auf der Oberfläche des Probestückes in Form eines Dreieckes auf, dessen Basis mit der Breite des mittleren Auflagestückes übereinstimmt und dessen Seiten nahezu 45 Grad gegen diese geneigt sind.

Ein vollständiger Bruch in Theile wurde nicht erhalten, da die Druckfasern immer zusammenhängen.

Die Resultate von vierzig Biegungsversuchen sind in der nachfolgenden Tabelle (Seite 14 und 15) zusammengestellt.

Nach denselben stellt sich die Elasticitätsgrenze für Biegung beim Unterholze höher als beim Mittelholze und jene beim Astholze höher als bei den beiden anderen Holzarten heraus. Sie liegt circa bei 0.25 bis 0.50 der Inanspruchnahme an der Bruchgrenze.

Die Einbiegungen an derselben sind beim Unterholze am kleinsten, beim Astholze am grössten. Der Elasticitätsmodul ist beim Astholze der meisten Holzarten kleiner als beim

Erggebnisse der Biegeversuche

mit Holzarten aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwalde.

Ausgeführt vom 19. bis 26. Juli 1878.

Fortlaufende Nr.	Material		Dimensionen				Probeklänge in Ctm.	Elasticitäts-grenze in Klg. pro □Ctm.	Einbiegung an der Elasticitäts-grenze		Elasticitäts-modul in Klg. pro □Ctm.	Biege-festigkeit in Klg. pro □Ctm.	Bleibende Einbiegung an der Bruchgrenze			Bemerkung	
			Querschnitt		Verhältnismässig (zur Probeklänge)	Sehne			Pfeil								
			Höhe in Ctm.	Breite in Ctm.		Querschnitts-modul bez. auf Ctm.				Absolut in Ctm.			Procent der Probeklänge	Absolut in Ctm.	Procent der Probeklänge		
1	I.	Untertrumm	9.30	4.97	71.786	50.0	87.06	0.064	0.0013	0.13	62700	383.08	49.95	99.9	0.50	1.00	Kernholz auf der Druckseite. Aestig. Bruch splittiger.
2	II.	Mitteltrumm	6.23	4.56	29.498	40.0	171.7	0.094	0.00235	0.235	78840	466.13	39.85	99.6	1.10	2.75	Kernholz auf der Zugseite. Aestig. Bruch splittiger.
3	III.	Ast	5.45	3.95	19.553	40.0	383.6	0.283	0.00708	0.708	67400	767.13	40.0	100.0	0.40	1.00	Kernstück. Sehr aestig. Bruch splittiger.
4	IV.	Untertrumm	7.88	3.94	40.775	50.0	160.94	0.100	0.0020	0.20	84790	444.51	49.8	99.6	1.60	3.20	Kernholz auf der Druckseite. Aestig. Gespalten.
5	V.	Mitteltrumm	8.90	5.15	67.988	50.0	124.1	0.0875	0.00175	0.175	66300	432.06	49.9	99.8	0.70	1.40	Kernholz neutrale Faser. Aestig. Bruch splittiger.
6	VI.	Ast	5.15	3.64	16.090	40.0	271.9	0.192	0.0048	0.48	77370	699.18	39.88	99.7	1.20	3.00	Kernstück. Aestig. Bruch splittiger.
7	VII.	Untertrumm	9.46	5.26	78.454	50.0	82.85	0.0615	0.0012	0.12	70180	366.45	49.9	99.8	0.85	1.70	Kernholz. Zuckfaser. Aestig. Bruch splittiger.
8	VIII.	Mitteltrumm	9.70	5.21	81.601	50.0	76.6	0.06	0.0012	0.12	53300	287.21	49.8	99.6	1.60	3.20	Kernholz neutrale Faser. Mit grossen Aestig. Ctm. spalten an denselben.
9	IX.	Ast	5.75	3.71	20.442	40.0	125.81	0.149	0.0037	0.37	41700	504.46	39.95	99.9	0.60	1.50	Kernstück. Sehr aestig. Bruch stumpf.
10	X.	Untertrumm	9.91	5.23	85.595	50.0	102.23	0.067	0.00134	0.134	64300	394.3	50.0	100.0	0.45	0.90	Kernholz in der neutralen Faser. Aestig. Bruch stumpf.
11	XI.	Mitteltrumm	6.78	4.64	35.549	40.0	211.0	0.1147	0.0029	0.29	72350	545.00	40.0	100.0	0.50	1.25	Zugseite. Splintholz. Aestig. Bruch splittiger.
12	XII.	Ast	5.66	3.73	19.926	40.0	203.88	0.14	0.0035	0.35	68200	564.58	40.0	100.0	0.50	1.25	Kernstück. Sehr aestig. Bruch stumpf.
13	XIII.	Untertrumm	8.53	5.00	60.634	50.0	123.7	0.107	0.00214	0.214	59600	350.46	4.99	99.8	0.30	0.60	Kernholz. Druckfaser. Aestig. Bruch splittiger.
14	XIV.	Mitteltrumm	8.22	4.94	55.639	50.0	118.0	0.10	0.002	0.2	63180	393.15	4.98	99.6	0.83	1.66	Kernholz neutrale Faser. Aestig. Bruch splittiger.
15	XV.	Ast	5.20	3.44	15.494	40.0	181.6	0.19	0.00475	0.475	51700	443.7	39.9	99.7	0.90	2.25	Kernstück. Sehr aestig. Bruch splittiger.
16	XVI.	Untertrumm	9.14	4.70	65.439	50.0	95.51	0.06	0.0012	0.12	74500	429.8	49.9	99.8	0.62	1.24	Aestig. Bruch splittiger.
17	XVII.	Mitteltrumm	7.15	3.93	33.485	40.0	141.8	0.089	0.0022	0.22	64260	438.63	39.9	99.7	0.70	1.75	Aestig. Bruch splittiger.

18	XVIII.	Unter- trum Salweide	9·60	5·24	80·486	50·0	102·51	0·072	0·0014	0·14	62200	407·68	49·6	99·2	1·04	2·08	Astlos. Bruch splittiger.
19	XIX.	Mittel- trum	6·26	4·23	27·627	40·0	204·05	0·106	0·00265	0·265	78670	588·40	39·8	99·5	1·00	2·50	Wenig ästig. Bruch splittiger.
20	XX.	Unter- trum	9·05	4·91	67·160	50·0	111·67	0·089	0·0018	0·18	62000	335·0	49·9	99·8	1·40	2·80	Kernholz neutrale Faser. Astlos. Bruch splittiger.
21	XXI.	Mittel- trum Winter- linde	7·53	5·02	47·439	50·0	79·05	0·060	0·0012	0·12	73900	382·06	49·95	99·9	0·80	1·60	Astlos. Bruch splittiger.
22	XXII.	Ast	5·54	3·91	20·011	40·0	231·12	0·228	0·0057	0·57	60200	437·26	39·95	99·9	0·60	1·50	Kernstück. Astlos. Bruch stumpf.
23	XXIII.	Unter- trum	9·39	5·10	74·946	50·0	112·6	0·0715	0·0014	0·14	69880	375·27	49·8	99·6	0·80	1·60	Astlos. Bruch splittiger.
24	XXIV.	Mittel- trum Feld- ulme	7·69	4·56	44·932	40·0	200·25	0·124	0·0031	0·31	59660	500·63	39·8	99·5	1·50	3·75	Kernholz. Druckseite. Ästig. Bruch splittiger.
25	XXV.	Ast	6·36	4·15	27·991	40·0	189·8	0·168	0·0042	0·42	47540	435·4	40·0	100·0	0·40	1·00	Kernstück. Ästig. Bruch stumpf.
26	XXVI.	Unter- trum	8·76	5·05	64·587	50·0	174·2	0·1116	0·0022	0·22	73700	580·6	49·7	99·4	0·77	1·54	Astlos. Bruch stumpf. Teilweise gespalten.
27	XXVII.	Mittel- trum Berg- ahorn	7·32	4·88	43·580	40·0	186·44	0·108	0·0027	0·27	63940	501·94	40·0	100·0	0·30	0·75	Kernholz neutrale Faser. Ästig. Bruch splittiger.
28	XXVIII.	Ast	8·59	5·24	64·441	50·0	213·37	0·133	0·0026	0·26	79000	509·18	49·9	99·8	0·47	0·94	Kernstück. Ästig. Bruch stumpf.
29	XXIX.	Unter- trum	9·22	4·73	66·015	50·0	204·5	0·16	0·0032	0·32	60500	497·04	49·9	99·8	0·70	1·40	Kernholz. Zugfaser; in derselben Ast. Ästig. Bruch stumpf.
30	XXX.	Mittel- trum Weiss- buche	6·71	4·74	35·569	40·0	302·2	0·163	0·0041	0·41	70400	632·57	40·0	100·0	0·30	0·75	Astlos. Bruch stumpf.
31	XXXI.	Ast	5·53	3·51	17·890	40·0	314·42	0·185	0·0046	0·46	84200	733·83	39·9	99·7	0·68	1·70	Kernstück. Ästig. Bruch splittiger.
32	XXXII.	Unter- trum	8·68	4·97	62·534	50·0	219·00	0·112	0·00224	0·224	94700	784·57	49·8	99·6	1·00	2·00	Mit Ast. Bruch splittiger.
33	XXXIII.	Mittel- trum Roth- buche	8·65	5·07	63·225	50·0	177·9	0·085	0·0017	0·17	100600	632·66	49·8	99·6	1·12	2·24	Kernholz. Druckfaser. Astlos. Bruch splittiger.
34	XXXIV.	Ast	5·60	3·50	18·283	40·0	239·3	0·1485	0·0037	0·37	77500	588·6	40·0	100·0	0·54	1·35	Kernstück. Ästig. Bruch splittiger.
35	XXXV.	Unter- trum	9·78	4·74	75·562	50·0	140·61	0·10	0·002	0·20	60700	434·24	49·9	99·8	0·30	0·60	Kernholz. Druckfaser. Astlos. Bruch stumpf. Teilweise gespalten.
36	XXXVI.	Mittel- trum Trauben- eiche	7·98	4·98	52·854	50·0	212·84	0·185	0·0037	0·37	63300	473·0	49·9	99·8	0·70	1·40	Kernholz. Druckseite. Wenig ästig. Bruch stumpf.
37	XXXVII.	Ast	8·64	5·24	65·194	50·0	172·6	0·16	0·0032	0·32	54200	450·58	50·0	100·0	0·42	0·84	Kernstück. Grossästig. Bruch splittiger.
38	XXXVIII.	Unter- trum	9·33	5·20	75·442	50·0	227·84	0·142	0·0028	0·28	73500	559·22	50·0	100·0	0·29	0·58	Kernholz. Druckseite. Wenig ästig. Bruch splittiger.
39	XXXIX.	Mittel- trum Stiel- eiche	7·40	4·80	43·808	40·0	313·87	0·1575	0·0039	0·39	73400	677·92	39·9	99·7	1·00	2·50	Ästig. Bruch splittiger.
40	XL.	Ast	6·10	4·21	26·109	40·0	402·16	0·22	0·0055	0·55	78480	790·0	39·9	99·7	0·6	1·50	Kernstück. Ästig. Gespalten.

Ergebnisse der Torsionsversuche

mit Holzarten aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwalde.

Ausgeführt vom 10. bis 30. Juni 1878.

Fortlaufende Nummer	Material		Dimensionen			Probeklänge in Ctm.	Elasticitäts-grenze in Klg. pro Ctm.	Verdrehung an der Elasticitäts-grenze		Elasticitätsmodul in Klg. pro Ctm.	Torsionsfestigkeit in Klg. pro Ctm.	Bleibende Verdrehung an der Bruchgrenze		Bemerkung
			Durchmesser in Ctm.	Querschnittsmodul bez. auf Ctm.	Absolut in Ctm.			in Grad.	Absolut in Ctm.			in Grad.		
1	I.	Untertrumm	8.29	111.865	40.0	30.17	0.190	2°37'33"	63850	53.64	1.60	22° 7' 0"	Mit kleinen Aesten. Riss der Länge nach.	
2	II.	Mitteltrumm	7.98	99.792	40.0	30.06	0.209	3° 0' 0"	40083	52.60	0.80	11°30' 0"	Kernstück. Mit kleinen Aesten. Bruch plötzlich.	
3	III.	Ast	5.95	41.349	40.0	41.72	0.202	3°53'24"	84110	81.62	1.05	20°12'35"	Kernstück. Theile trennen sich schraubenförmig ab. Mit kleinen Aesten.	
4	IV.	Untertrumm	8.53	121.864	40.0	22.16	0.190	2°38' 0"	49246	37.95	1.80	24° 9'22"	Astlos. Sehr stark verdreht. Der ganzen Länge nach gespalten in zwei Theile.	
5	V.	Mitteltrumm	7.38	78.922	40.0	33.26	0.278	4°20' 0"	46730	54.167	0.50	7°45'45"	Mit einer Aststelle, an welcher der Bruch erfolgt.	
6	VI.	Ast	4.53	18.252	40.0	69.85	0.323	8°10'10"	88050	90.4	0.40	10° 7' 0"	Kernstück mit Aesten. Schalenförmige Theile abgespalten.	
7	VII.	Untertrumm	7.13	71.170	40.0	42.22	0.328	5°16' 0"	78670	57.96	1.10	17°40'45"	Mit Aesten. Spaltiger Bruch; stark verdreht.	
8	VIII.	Mitteltrumm	8.41	116.793	40.0	23.12	0.159	2° 9'50"	60200	51.37	—	—	—	
9	IX.	Ast	4.59	18.982	40.0	49.39	0.308	7°41'24"	65850	79.01	—	—	Kernholz. Sehr spröde. Ganz entwei.	
10	X.	Untertrumm	8.43	118.048	40.0	47.01	0.29	3°56'30"	66380	73.06	1.05	14°16' 0"	Astlos; mit grossen Spiegeln.	
11	XI.	Mitteltrumm	6.71	59.319	40.0	35.4	0.305	5°12'36"	48170	56.72	0.50	8°32'56"	Mit Ast; Bruch nach den Spiegeln erfolgt.	
12	XII.	Ast	3.96	12.193	40.0	36.91	0.164	4°45' 0"	—	180.72	0.48	13°53'24"	Kernstück mit vielen Aesten. Grosse Spiegel, nach diesen getheilt.	
13	XIII.	Untertrumm	7.85	94.981	40.0	21.32	0.102	1°30' 0"	90243	63.17	0.60	8°45' 5"	—	
14	XIV.	Mitteltrumm	7.13	71.170	40.0	33.72	0.241	3°52'23"	55463	60.07	0.65	10°26' 0"	Ast; mit dunklen Kern. Schalen abgetrennt.	
15	XV.	Ast	4.82	21.98	40.0	37.53	0.32	7°37'30"	47060	85.30	1.25	29°46'50"	Kernstück; mit Aesten. Sehr zäh, stark zu verdrehen. Bruch spaltiger.	
16	XVI.	Untertrumm	7.83	94.257	40.0	20.70	0.127	1°51'30"	70000	47.74	1.10	16° 5'53"	Astlos. Schalenförmig abgesprengt.	
17	XVII.	Mitteltrumm	8.07	103.193	40.0	27.62	0.239	3°23'35"	51600	43.61	1.08	15°20' 0"	Astlos. Sehr dichtes Holz. Bruch langsam erfolgt.	

18	XVIII.	Salweide	Untertrumm	7·74	91·044	40·0	26·36	0·127	1·052'48"	94140	78·26	1·15	17° 0' 0"	Mit Aesten; schlechte Stelle in der Mitte, im Kern auch gerissen.
19	XIX.		Mitteltrumm	5·70	36·362	40·0	30·94	0·137	2·045' 0"	93750	109·3	0·90	18° 5' 0"	Mit dem Kern; Stab biegt sich S-förmig aus.
20	XX.		Untertrumm	6·10	44·567	40·0	25·24	0·149	2·047'38"	67313	75·73	0·360	6°46' 0"	Dicht mit kleinen Aesten. Bruch plötzlich der ganzen Länge nach.
21	XXI.	Winterlinde	Mitteltrumm	6·68	58·527	40·0	20·50	0·14	2·024' 0"	56250	76·88	2·35	40°20' 0"	Stark verdreht; biegt sich S-förmig aus.
22	XXII.		Ast	3·95	12·006	40·0	24·99	0·416	12° 4' 0"	23430	49·97	0·60	17°24' 0"	Kernstück; innen schlechte Stelle. Bruch durch Spaltung erfolgt.
23	XXIII.		Untertrumm	8·01	100·908	40·0	29·73	0·27	3·051'47"	44044	78·04	0·50	7°10' 0"	Bruch erfolgt allmählig.
24	XXIV.	Feldulme	Mitteltrumm	5·50	32·667	40·0	27·55	0·162	3·023' 6"	72310	80·35	3·65	76° 0' 0"	Mit Kern. Stark verdreht und sehr langsam entzwei.
25	XXV.		Ast	6·82	62·269	40·0	28·9	0·205	3·026'24"	55060	72·16	0·85	14°26'45"	Kernstück mit durchgehenden Aesten. Bruch splittiger.
26	XXXVI.		Untertrumm	8·25	110·253	40·0	57·82	0·385	5·020'50"	60000	105·44	2·10	29°10' 0"	Astlos; dichtes Holz. Bruch plötzlich.
27	XXXVII.	Bergahorn	Mitteltrumm	8·16	106·684	40·0	49·21	0·282	3·057'36"	73360	94·90	1·10	15°27' 0"	Dichtes Holz; kleiner Ast. Bruch plötzlich erfolgt.
28	XXXVIII.		Ast	5·90	40·316	40·0	70·69	0·355	6·054' 0"	93000	107·9	0·75	14°34' 0"	Kernstück. Längsprung bis zum Kern gehend.
29	XXXIX.	Weissbuche	Untertrumm	7·29	76·078	40·0	31·54	0·183	2·052'26"	96180	122·24	1·35	21°13' 0"	Astlos; sehr dichtes Holz.
30	XXX.		Mitteltrumm	5·40	30·918	40·0	33·96	0·12	2·032'50"	110220	109·20	1·70	36°30' 0"	Mit Aesten; sehr dichtes Holz. Nach Längsachse gespalten.
31	XXXII.		Untertrumm	6·62	56·964	40·0	42·13	0·203	3·030'40"	85600	98·75	2·74	47°25'30"	Astlos; mit dunklem Kern. Sehr zähes Holz.
32	XXXIII.	Rothbuche	Mitteltrumm	8·03	101·666	40·0	38·36	0·20	2·051'18"	78700	84·84	1·55	22° 7' 0"	Astlos; sehr gleichmässiges Holz.
33	XXXIV.		Ast	7·95	98·658	40·0	30·41	0·164	2·027'50"	74170	83·62	1·65	23°47' 0"	Kernstück; mit Aesten. Sehr dicht. Keilförmige Stücke abgepalten.
34	XXXV.		Untertrumm	8·04	102·046	40·0	48·50	0·321	4·034'30"	61250	77·17	2·60	37° 3'25"	Astlos. Stark verdreht.
35	XXXVI.	Trauben-eiche	Mitteltrumm	8·41	116·793	40·0	32·11	0·205	2·048' 0"	6590	73·85	1·25	15°40' 0"	Astlos. Nach den Jahresringen abgedreht.
36	XXXVII.		Ast	4·98	22·500	40·0	50·00	0·34	7° 5' 0"	60600	161·1	0·75	17°15'30"	Kernstück mit Aesten. Schalenförmige Theile nach den Spiegeln abgedreht.
37	XXXVIII.		Untertrumm	7·53	83·833	40·0	59·05	0·335	5° 5'24"	74550	98·41	0·50	7°37'12"	Mit Aststelle, an welcher der Bruch erfolgt.
38	XXXIX.	Stiel-eiche	Mitteltrumm	8·22	109·055	40·0	48·14	0·249	3·028'12"	82530	96·28	0·85	11°51' 0"	Bruch plötzlich. Längsgespalten.
39	XL.		Ast	5·85	39·30	40·0	66·79	0·355	6·033'36"	86420	105·00	1·15	22°31'36"	Kernstück. Sehr dicht. Längsprünge entstanden.

Unter- und Mittelholze, und diese sind nahezu einander gleich, weiters ist die Biegefestigkeit beim Unterholze am kleinsten, beim Astholze am grössten.

In Bezug auf diese Festigkeit zeigt sich das Astholz am festesten, das Unterholz am wenigsten fest; bezüglich der Elasticität stellt sich gleichfalls das Unterholz minder elastisch, also steifer als das Mittelholz heraus, während das Astholz die grösste Elasticität besitzt. In den Rubriken über die bleibende Einbiegung nach dem Bruche ist das Verhalten der Probestücke nach dem Bruche charakterisirt.

Torsionsversuche.

Die für diese Versuche verwendeten Probestücke hatten einen kreisförmigen Querschnitt und waren mit quadratischen Köpfen versehen, mit welchen sie in die Maschine centrisc eingepasst wurden. Zur Bestimmung der Verdrehungen wurde blos eine Faser beobachtet, was hier, wo die Formveränderungen regelmässig sind, ohne Schaden der Genauigkeit geschehen konnte. Es gestalten sich daher diese Versuche viel einfacher und leichter durchführbar, als die früher erwähnten.

Der Bruch der Torsionsstäbe erfolgte hiebei in der Weise, dass die Stücke der Länge nach gespalten wurden. Der Spalt erstreckte sich oft bis in die Mitte (neutrale Faser) des Probestückes. Bei Einigen erfolgte sogar eine Theilung in zwei oder mehrere Stücke. Wo dies nicht eintrat, wurden die Fasern kurz abgerissen; es zeigte sich daher bei einigen weichen Holzarten der Bruch splitterig. Dem Bruche ging vielfach eine bedeutende (bis 160 Grad) Verdrehung voraus und war mit dieser gewöhnlich ein S-förmiges Verdrehen und eine Verkürzung des Stabes in Verbindung, welches letzterem Bestreben die Befestigungsstücke in Folge der Einrichtung der Maschine folgen konnten.

In der auf Seite 16 und 17 befindlichen Tabelle sind die Ergebnisse der neununddreissig Torsionsversuche enthalten. Diese lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die Elasticitätsgrenze für Torsion liegt beim Astholze am höchsten, beim Mittelholze am tiefsten und befindet sich circa bei $\frac{1}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der Inanspruchnahme des Materials an der Bruchgrenze. Die Verdrehungen sind beim Astholze ebenfalls am grössten, beim Mittelholze entweder grösser als diese oder nahezu gleich jenen beim Unterholze. Der Elasticitätsmodul ist beim Mittelholze am kleinsten, beim Unterholze theils grösser, theils kleiner als beim Astholze. Die Torsionsfestigkeit ist beim Astholze am grössten, beim Mittelholze am kleinsten. Es ist deshalb das Astholz am festesten, das Mittelholz am wenigsten fest, während mit Rücksicht auf die Elasticitätsverhältnisse das Mittelholz am steifsten, Ast- und Unterholz sich aber in dieser Beziehung nahezu gleich verhalten.

Die den Tabellen angeschlossenen Rubriken betreffs der bleibenden Verdrehung an der Bruchgrenze wurden gegeben, um ein beiläufiges Bild des Verhaltens der einzelnen Probestücke an der Bruchgrenze und nach dem Bruche zu geben.

Abscheerversuche.

Bei diesen Versuchen wurden cylindrische Probestücke von kreisförmigem Querschnitte verwendet, und zwar war der Durchmesser bei sämtlichen Stücken nahezu gleich. Jedes Probestück wurde auf seine Scheerfestigkeit sowohl in der Faserrichtung als auch quer

gegen dieselbe untersucht und sind diese Resultate in der folgenden Tabelle (Seite 20 bis 22) von sechsundsiebzig Versuchen zusammengestellt.

Bei jenen Versuchen, bei welchen das Holz quer zur Faserrichtung untersucht wurde, drangen die beiden Abscheerbacken (deren Scheerflächen einen Winkel von circa 80 Grad mit der Verticalen einschlossen) in das Holzstück oft ziemlich tief ein und erfolgte erst dann durch Abreissen der anderen Fasern der Bruch, wobei die zwei Stücke mit Gewalt abflogen. Bei jenen Probestücken, deren Abscheerfestigkeit in der Faserrichtung untersucht wurde, war das Eindringen nur schwach und wurden die Stücke auch ruhig entzwei geschoben.

Die Festigkeit in der Richtung quer gegen die Fasern ist beim Astholz am kleinsten, beim Unterholze theils grösser, theils kleiner als beim Mittelholze, in der Richtung der Fasern ist die Festigkeit bei der Mehrzahl der Holzarten beim Mittelholze grösser als beim Ast- und Unterholze, welch' letztere sich in dieser Beziehung nahezu gleich stellen.

Fasst man nun die sämmtlichen Versuchsergebnisse zusammen, so zeigt sich, dass wegen der grossen Verschiedenheit der Werthe für die Elasticitäts- und Bruchgrenze, sowie der Moduli, für die Holzarten untereinander, eine sehr grosse Zahl¹⁾ von Versuchen nothwendig wäre, um genügende Mittelwerthe aufstellen zu können. Es wurde daher in dieser Arbeit von einer solchen Aufstellung abgesehen. Folgenden Schluss lassen die angeführten Versuche trotz ihrer verhältnissmässig geringen Zahl dennoch ziehen: Nimmt man speciell auf die Festigkeit Rücksicht, so ergibt sich nachstehende Reihe, wenn die grösste Festigkeit vorangesetzt wird: Astholz, Unterholz, Mittelholz. In Bezug auf Elasticität, wenn die grösste Elasticität vorausgesetzt wird: Astholz, Unterholz, Mittelholz, woraus das Schlussergebniss resultirt, dass dem Holze von grösserer Festigkeit auch die grössere Elasticität zukommt.

Schliesslich mögen noch die Resultate einer kleinen Reihe von Zug- und Druckversuchen mit Hölzern aus dem Flachlande Böhmens (Tabellen Seite 23 und 24) angeschlossen werden. Die Bäume, denen die Probestücke (Ausschnitte) entnommen sind, waren auf einer gegen Norden gelegenen Lehne gestanden. Der Untergrund war Lehm mit Kies gemischt.

Diese Holzarten wurden bloss auf Zug- und Druckfestigkeit untersucht. Die Probestücke hatten für die Zugversuche kreisförmigen Querschnitt, waren für die Druckversuche nahezu als gleichseitige Cylinder adjustirt und wurden dieselben direct zwischen die beiden Druckplatten gelegt.

Bei vielen Zugstäben sind die Befestigungsköpfe abgescheert, und für diese Fälle die approximative Abscheerfestigkeit eingesetzt worden.

Es zeigt sich auch hier wieder, dass im Allgemeinen das Astholz fester als das Unterholz, und dieses fester als das Mittelholz ist.

¹⁾ Es liegt in der Absicht der k. k. forstlichen Versuchsleitung derartige Untersuchungen in grösserem Massstabe, für Fichte, Lärche und Schwarzkiefer durchführen zu lassen. v. Seckendorff.

Ergebnisse der Abscheerversuche

mit Holzarten aus den fürstl. Johann Adolf zu Schwarzenberg'schen Waldungen im Böhmerwald.

Ausgeführt vom 17. bis 19. Juli 1878.

Fortlaufende Nummer	Material			Richtung des Drucks gegen die Faser-richtung	Dimensionen		Abscheerfestigkeit Klg. pro □Ctm.	Bemerkungen	
	Zeichen	Holzart	Baumtheil		Durchmesser in Ctm.	Fläche des Querschnitts in □Ctm.			
1	I.	Fichte	Untertrumm	⊥	3·55	9·90	295·4		
2					3·53	9·78	43·4		
3	II.		Mitteltrumm	⊥	3·55	9·90	222·2		
4					3·53	9·78	58·8		
5	III.		Ast	⊥	3·53	9·78	224·9		Kernstück
6					3·55	9·90	37·8		
7	IV.	Tanne	Untertrumm	⊥	3·54	9·84	266·7		
8					3·55	9·90	25·2		
9	V.		Mitteltrumm	⊥	3·54	9·84	279·5		
10					3·56	9·95	37·7		
11	VI.		Ast	⊥	3·53	9·78	217·3		Kernstück
12					3·52	9·73	66·8		
13	VII.	Kiefer	Untertrumm	⊥	3·54	9·84	223·5		
14					3·53	9·78	30·67		
15	VIII.		Mitteltrumm	⊥	3·55	9·90	204·5		
16					3·55	9·90	32·8		
17	IX.		Ast	⊥	3·54	9·84	162·6		Kernstück
18					3·56	9·95	60·3		
19	X.	Lärche	Untertrumm	⊥	3·56	9·95	231·1	Die Fasern wurden förmlich abgeschnitten	
20					3·54	9·84	38·1		
21	XI.		Mitteltrumm	⊥	3·55	9·90	262·6		
22					3·55	9·90	48·0		
23	XII.		Ast	⊥	3·52	9·73	154·1		Kernstück
24					3·55	9·90	65·6		

Fortlaufende Nummer	Material			Richtung des Drucks gegen die Faser-richtung	Dimensionen		Abscheerfestigkeit Klg. pro □Ctm.	Bemerkungen
	Zeichen	Holzart	Baumtheil		Durchmesser in Ctm.	Fläche des Querschnitts in □Ctm.		
25 26	XIII.	Schwarz- erle	Untertrumm	⊥ 	3·54 3·53	9·84 9·78	254·0 58·8	Kernstück detto
27 28	XIV.		Mitteltrumm	⊥ 	3·53 3·55	9·78 9·90	204·5 55·5	
29 30	XV.		Ast	⊥ 	3·55 3·55	9·90 9·90	227·2 60·6	
31 32	XVI.	Weisserle	Untertrumm	⊥ 	3·52 3·51	9·73 9·84	192·7 33·0	
33 34	XVII.		Mitteltrumm	⊥ 	3·50 3·55	9·62 9·90	239·0 30·0	
35 36	XVIII.	Salweide	Untertrumm	⊥ 	3·55 3·56	9·90 9·95	179·3 67·84	
37 38	XIX.		Mitteltrumm	⊥ 	3·58 3·55	10·06 9·90	273·4 70·7	
39 40	XX.	Linde	Untertrumm	⊥ 	3·54 3·60	9·84 10·18	256·6 39·3	Kernstück detto
41 42	XXI.		Mitteltrumm	⊥ 	3·51 3·56	9·67 9·95	217·1 42·7	
43 44	XXII.		Ast	⊥ 	3·54 3·57	9·84 10·00	193·0 50·0	
45 46	XXIII.	Feldulme	Untertrumm	⊥ 	3·54 3·56	9·84 9·95	304·9 45·2	
47 48	XXIV.		Mitteltrumm	⊥ 	3·55 3·52	9·90 9·73	237·4 77·0	
49 50	XXV.		Ast	⊥ 	3·56 3·54	9·95 9·84	301·5 45·7	

Fortlaufende Nummer	Material			Richtung des Drucks gegen die Faser-richtung	Dimensionen		Abscheerfestigkeit Klg. pro □Ctm.	Bemerkungen	
	Zeichen	Holzart	Baumtheil		Durchmesser in Ctm.	Fläche des Querschnitts in □Ctm.			
51 52	XXVI.	Bergahorn	Untertrumm	⊥ 	3·55 3·55	9·90 9·90	265·1 55·5	Kernstück detto	
53 54	XXVII.		Mitteltrumm	⊥ 	3·54 3·55	9·84 9·90	340·4 90·9		
55 56	XXVIII.		Ast	⊥ 	3·53 3·55	9·78 9·90	317·0 70·7		
57 58	XXIX.		Weissbuche	Untertrumm	⊥ 	3·55 3·55	9·90 9·90		303·0 70·7
59 60	XXX.			Mitteltrumm	⊥ 	3·53 3·55	9·78 9·90		317·0 73·2
61 62	XXXII.			Rothbuche	Untertrumm	⊥ 	3·55 3·54		9·90 9·84
63 64	XXXIII.	Mitteltrumm	⊥ 		3·53 3·54	9·78 9·84	368·1 91·4		
65 66	XXXV.	Traubeneiche	Untertrumm		⊥ 	3·53 3·54	9·78 9·84	204·5 66·0	
67 68	XXXVI.		Mitteltrumm	⊥ 	3·55 3·55	9·90 9·90	176·7 75·7		
69 70	XXXVII.		Ast	⊥ 	3·53 3·55	9·78 9·90	276·1 37·8	Kernstück detto	
71 72	XXXVIII.		Stieleiche	Untertrumm	⊥ 	3·55 3·52	9·90 9·73	323·2 107·91	
73 74	XXXIX.			Mitteltrumm	⊥ 	3·54 3·54	9·84 9·84	376·0 76·21	
75 76	XL.	Ast		⊥ 	3·56 3·56	9·95 9·95	397·0 70·4	Kernstück detto	

Sämtliche Versuchsstücke waren aus Kernholz hergestellt. Bei denen der Aeste war der Kern im Stücke enthalten (Kernstück).

Ergebnisse der Zugversuche

mit Holzarten aus den gräfl. Althann'schen Waldungen bei Jitschin (Böhmen).

Ausgeführt am 28. Juli 1878.

Fortlaufende Nummer	Material		Alter	Dimensionen des Probestabes		Absolute Zugfestigkeit Klg. pro □Ctm.	Abscheerfestigkeit (approximativ) Klg. pro □Ctm.	Bemerkung
	Holzart	Stammtheil		Durchmesser in Ctm.	Fläche in □Ctm.			
1	Eiche	Untertrumm	28	2·06	3·33	> 675·7	63·6	Kopf abgescheert Kernstück
2		Mitteltrumm	24	2·04	3·27	634·5	—	Kernstück
3	Weissbuche	Untertrumm	23	2·10	3·46	> 722·5	78·1	Kopf abgescheert Kernstück
4		Mitteltrumm	20	2·04	3·27	> 779·8	80·0	Kopf abgescheert Kernstück
5	Ulme	Untertrumm	40	1·96	3·02	> 705·6	45·2	Kopf abgescheert Kernstück
6		Mitteltrumm	20	2·03	3·23	> 650·1	61·7	Kopf abgescheert Kernstück
7		Gipfel	18	2·14	3·60	> 520·8	61·7	Kopf abgescheert Kernstück
8	Spitzahorn	Untertrumm	23	2·09	3·43	634·1	—	Kernstück
9	Aspe	Untertrumm	23	2·07	3·36	> 357·1	36·0	Kopf abgescheert Kernstück
10		Mitteltrumm	16	1·99	3·11	209·0	—	Kernstück
12	Linde	Untertrumm	25	2·03	3·60	> 464·4	45·0	Kopf abgescheert Kernstück
13		Mitteltrumm	20	2·03	3·23	232·2	—	Kernstück

Ergebnisse der Druckversuche

mit Holzarten aus den gräfll. Althann'schen Waldungen bei Jitschin (Böhmen).

Ausgeführt am 26. und 27. Juli 1878.

Fortlaufende Nummer	Material		Alter	Dimensionen des Probestückes			Absolute Druckfestigkeit Klg. pro □Ctm.	Bemerkung
	Holzart	Stammtheil		Durchmesser in Ctm.	Druckfläche in □Ctm.	Höhe in Ctm.		
1	Eiche	Untertrumm	28	4·49	15·83	4·77	281·1	Ausbauchen der Mantelfläche. Theilweises Knicken der Fasern.
2		Mitteltrumm	24	4·77	15·975	4·96	234·7	detto.
3	Weissbuche	Untertrumm	23	4·86	18·55	4·90	270·6	Ausbiegen der Mantelfläche.
4		Mitteltrumm	20	4·11	13·267	4·52	282·6	detto.
5	Ulme	Untertrumm	40	5·96	27·90	6·10	344·3	Kernstück. Die Fasern geknickt.
6		Mitteltrumm	20	4·65	16·98	4·65	304·8	Knicken der Fasern.
7		Gipfel	18	4·93	19·09	5·05	196·4	Scharfes Knicken der Fasern vorkommend.
8	Spitzahorn	Untertrumm	23	5·19	21·155	5·31	270·6	Knicken der Fasern.
9	Aspe	Untertrumm	22	4·44	15·48	4·52	185·7	Knicken und Splintern.
10		Mitteltrumm	16	4·51	15·975	4·57	234·74	Ausbiegen der Mantelfläche.
11	Linde	Untertrumm	30	4·72	17·497	4·90	185·74	Spalten des Cylinders.
12		Untertrumm	24	4·34	14·79	4·70	229·9	detto.
13		Mitteltrumm	18	4·40	15·20	4·67	172·6	Knicken der Fasern und Spalten des Cylinders.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [2_1881](#)

Autor(en)/Author(s): Mikolaschek Carl

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens. 1-24](#)