© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Untersuchung einiger physikalischen Eigenschaften verschiedener Holzarten.

(Theodor Hoh.)

Die physikalische Erforschung organischer Körper hat wegen der grossen Abhängigkeit derselben von den äusseren Umständen, wie ihrer raschen Veränderlichkeit mit so vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, dass mehr noch, als dies für naturwissenschaftliche Arbeiten überhaupt gilt, die Beobachtungsfehler erst aus einer langen Reihe experimentaler Resultate genugsam entfernt werden können, um diesen allgemeinere Geltung zuschreiben zu dürfen. Zu solcher Vervielfachung empirischer Thatsachen trägt sowohl der ausgedehnte und umsichtige Fleiss Eines Arbeiters als die Betheiligung mehrerer bei, und wenn sich dieselben abweichender Methoden bedienten, wird dies nicht immer die Vergleichbarkeit ihrer Errungenschaften gänzlich aufheben, sondern bloss bei Benützung der letzteren zu sorgfältiger Erwägung der Nebenumstände einladen, welche um so weniger bedenklich erscheinen, je einfacher unbeschadet der Sicherheit das Verfahren sich gestaltet. Unter diesem Gesichtpunkt hielt ich es für nicht ganz überflüssig, einige mir zur Verfügung stehende Holzarten auf Eigenschaften zu prüfen, welche zwar theils mehrfach Forschungs-Objekte waren, theils als unwichtig oder hinlänglich klar nur vorübergehend ins Auge gefasst wurden, doch aber in zusammenhängende Uebersicht gebracht zu werden verdienen. Die in diesem Sinne versuchte Darstellung, welche ich später auf organische Stoffe vornehmlich thierischer Abstammung auszudehnen beabsichtige, deren Material ich übrigens bei den beengten Verhältnissen, unter denen ich arbeite, mit höchst einfachen Mitteln gewinnen musste, betrifft zehn Holzarten, welche im Text zur Abkürzung mit den beistehenden Buchstaben bezeichnet werden: Ebenholz, Eb; Ahorn,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

A; Zwetschenbaum, Z; Kirschbaum, K; Fichte, F; Eiche, Ei; Erle, Er; Birke B; Rothbuche, BR; Weissbuche, BW.

Hinsichtlich der mittels der gewöhnlichen hydrostatischen Wage wie aräo- und pikno-metrisch bestimmten, auf 0° Temperatur reducirten specifischen Gewichte des lufttrocknen Zustandes ordnen sich dieselben in folgender ansteigender Reihe: Er, 0.553: Ei, 0.660; A, 0.674; F, 0.704: K, 0.709; BW, 0.739; B, 0.753; BR, 0.770; Z, 0.829; Eb, 1.115. Die Bestimmungen im Einzelnen mitzutheilen, erscheint unnöthig; einerseits, weil dieselben völlig elementarer und so gut wie endgiltig festgestellter Natur sind, anderseits, weil eben deshalb diese Untersuchung nur einen vorbereitenden Charakter zur Constatirung einer möglichst normalen Beschaffenheit der Materialien tragen sollte. Es genügt zu bemerken, dass die Abweichungen der mit den einzelnen Methoden erzielten Werthe nie über die zweite Decimale hinausgehen, auch dann schon, wenn irgend beträchtlich, zu mehrfachen Control-Versuchen veranlassten, und in ihrem Einfluss auf die oben hingestellten Mittelwerthe mit möglichst sorgfältiger Berücksichsigung aller Nebenumstände abgeschäzt wurden. Ohne Ausnahme lieferte die Dichtebestimmung der Hölzer mittels einer guten Greiner'schen Senkwage verhältnissmässig die grössten (muthmasslich fehlerhaftesten) Zahlen.

2. Einer der häufigsten Behandlungs-Arten der Hölzer gegenüber, dem Zersägen, wurde der Widerstand im trocknen und durchfeuchteten Zustand folgendermassen festgestellt. Cylindrische Stäbchen von 1cm Durchmesser also 0.785 q. cm. Querschnitt wurden unverrückbar zwischen den Eisenwangen eines Werkbankschraubstockes eingespannt und am herausragenden Stück mit einer kleinen Handsäge angegriffen, welche auf Centimeterlänge 5, 1.5mm tiefe 1mm breite nicht sonderlich geschärfte Zähne besitzt und unter möglichster Gleichförmigkeit des Druckes wie der Geschwindigkeit in einer wirksamen Längsstrecke von 6cm durchs Holz geführt ward. Die bei den Holzarten stehenden Zahlen bedeuten die zum Durchschneiden nothwendigen Doppelzüge: Eb, 225; A, 150; Z, 160; K, 71; F, 18; Ei, 90; Er, 40; B, 88; BR, 140; BW, 115; auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

steigend: F, Er, K, B, Ei, BW, BR, A, Z. Eb. Nachdem die Hölzer 6 Stunden in Brunnenwasser von + 10°C vollständig eingetaucht gehalten worden waren, prüfte ich ihren Widerstand gegen das Zersägen genau in der vorerwähnten Weise und fand die beigeschriebenen Zahlen der zur Trennung ausreichenden Doppelzüge: Eb, 260; A, 217; Z, 208; K, 150; F, 31; Ei, 100; Er, 104; B, 133; BR, 200; BW, 144. Die Resultate stimmen insofern überein, als alle Werthe grösser sind, wie die im trocknen Zustand erhaltenen; dagegen zeigt die aufsteigende Reihe: F, Ei, Er, B, BW, K, BR, Z, A, Eb in der Hauptsache zwar mit der obigen unverkennbaren Parallelismus, doch immerhin einige auffällige Verschiebungen, zumal für Ei und K, von denen ersteres von der 5. auf die 2. Stelle herab, letzteres von der 3. zur 6. hinauf gerückt ist, was indess mehr zufälligen Störungen, als einem wesentlich differenten Verhalten der betreffenden Holzarten zuzuschreiben sein dürfte, indem ergänzende Versuche zwar nicht der ersteren Ordnung ganz entsprechende, doch aber ihr mehr als der zweiten angenäherte Werthe gab, nämlich für K 125, für Ei 135. Die absoluten Unterschiede der Widerstands-Werthe schwanken zwischen 67 (A) und 13 (F); im Procentsatz beträgt die Steigerung des Widerstandes vom trocknen zum feuchten Zustand, auf jenen als Einheit reducirt in aufsteigender Reihe: Eb, 15.5; BW, 25.1; Z, 30.0; BR, 42.8; A, 44.6; Ei, 50.0; B, 51.1; F, 72.2; K, 77.4 (?); Er, 160.0 prc. —

3. Die Prüfung der Hölzer auf Biegungs-Elasticität wurde nach zwei Methoden und an viererlei modificirtem Material vorgenommen, nämlich an cylindrischen und an parallelepipedischen Stäben von nah 1qcm Querschnitt, sowohl in lufttrocknem, als vollkommen durchfeuchtetem Zustand, einmal so, dass zwei Stütz-Punkte um 18cm auseinanderlagen und der 1mm dicke abgerundete Hacken der Belastungsschale in der Mitte aufgehängt wurde, dann unter einseitiger fester Einklemmung eines 4cm langen Endstückes zwischen den oben erwähnten Schraubbacken, während die Last 44cm vom Innenrand der letzteren entfernt am andren freien Ende der Stäbe angriff. Mit Zirkel und Massstab wurde die bestimmten Ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wichten entsprechende Ausweichung oder der Biegungs-Pfeil gemessen in Bezug auf einen stets in derselben Höhe angebrachten horizontalen Glasstab. In der folgenden Zusammenstellung der an den trocknen cylindrischen, doppelt unterstützten, central belasteten Stäben erzielten Werthe bedeutet die oberste Reihe die Belastung in Kilogrammen, jede darunter stehende Zahl den unter ihr am vorbezeichneten Holze erhaltenen Biegungs-Pfeil in Millimetern.

	3	—	6	—	9	—	12	—	15kgr.			
Eb:	1	—	2	—	2.5	—	3	—	4 mm,	1.6, 2,	2,	2.2, 2.4
A:	1.3	—	2.5	—	3	—	3.5	—	4 „	2, 2,	3,	3.8, 5
Z:	1.3	—	2	—	3	—	4	—	4.7 „	1.8, 2.3,	3,	4, 5.8
K:	1.5	—	2	—	2.8	—	3.4	—	4.4 „	1.8, 2.9,	4.1,	5.8, 6.2
F:	1.4	—	2	—	3	—	4	—	5.4 „	1.8, 2.9,	4.1,	5.8, 9.2
Ei:	1.4	—	1.8	—	2.5	—	3	—	3.3 „	1.6, 2,	2,	3, 4
Er:	1.6	—	2	—	2.8	—	3.8	—	5.4 „	2.2, 3,	4.2,	6.9, 13.7
B:	1.3	—	1.9	—	2.4	—	3.4	—	4 „	1.3, 2.2,	3.7,	4.6, 8
BR:	1.5	—	2	—	2.5	—	3.1	—	4.4 „	1.2, 2.8,	4.6,	8, 14
BW:	1.3	—	1.9	—	2.4	—	3	—	3.8 „	1.3, 2,	3,	4.4, 7.

Zur leichteren Uebersicht sind rechts die unter denselben Belastungen von 3 bis 15k an den nassen Stäben beobachteten Biegungs-Pfeile angeschrieben, wozu bemerkt wird, dass F und B unter der Maximalbelastung einen Splitterbruch, Er und BR aber eine starke Knikung ohne Aufgabe der Cohäsion erlitten. Ausser diesen Arten zeigt nur noch BW eine beträchtliche Steigerung des letzten Biegungs-Werthes, während die andren Abweichungen gering sind. —

Betrachten wir die den Maximal-Belastungen entsprechenden Biegungs-Pfeile als Tangenten der Abweichungs-Winkel der halben Stablänge zwischen Unterstützungs- und Angriffs-Punkt = r, so ist der Ordnung nach

$$\left.\begin{array}{l} 3.3\ (\text{Ei}) \\ 3.8\ (\text{BW}) \\ 4\ \ (\text{Eb, A, B}) \\ 4.4\ (\text{K, BR}) \\ 4.7\ (\text{Z}) \\ 5.4\ (\text{Er, F}) \end{array}\right\} = \text{r. tg}\alpha$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

$\log tg\,\alpha = \log 3.3 + 10 - \log r$, etc., während $l = r$. $\sec\alpha = \frac{r}{\cos.\alpha}$ die vermehrte Halblänge der gebogenen, eigentlich allerdings nicht geknikten, sondern gekrümmten troknen Stäbe bildet. Hiefür steht folgende Berechnung der Winkel und Verlängerungen

log 3.3 = 0.5185139	+ 10 (log R)		8.5642714
log 3.8 = 0.5797836			8.6255411
log 4 = 0.6020600	− log 90 = 1.9542425		8.6478175
log 4.4 = 0.6434527			8.6892102
log 4.7 = 0.6720979	(r = $\frac{180mm}{2}$ = 90		8.7178554
log 5.5 = 0.7403627			8.7861202

Letzteren Werthen entsprechen die Winkel 2°6′, 2°25′, 2°32′40″, 2°48′, 2°59′20″, 3°29′50″; wonach die Biegungs-Winkel am wenigst nachgibigen Eichenholz und an den meist gebogenen Erle und Fichte nah wie 2 zu 3 sich verhalten. Für letztere ist auch eine hier nicht ausführlich mitzutheilende Verfolgung der einzelnen Phasen vorgenommen und dabei gefunden worden, dass, während die Belastung in arithmetischer Reihe von 3 auf 15 um je 3k steigt, die successiven Unterschiede der Biegungs-Winkel 6—3: 0°22′20″, 9—6: 0°38′20″, 12—9: 0°38′0″, 15—12: 0°38′10″ betragen, also zuerst verhältnissmässig grösster Widerstand gegen die biegende Gleichgewichtstörung stattfindet, eine im Verhältniss von 16 zu 11 ermässigte aber unter grösseren Belastungen, für welche daher die relativ stärksten, und, da die Winkel-Unterschiede der späteren Stufen wenig differiren, ziemlich gleichmässige Biegungs-Effecte erzielt wurden. An andren Hölzern sah man dies Verhalten theils bestätigt, theils namhaft modificirt, so dass schwerlich eine allgemein giltige Relation zwischen Belastung und Biegungs-Winkel besteht, dieselbe vielmehr in jedem einzelnen Fall von der Qualität des Materiales abhängt.

Die den einzelnen Lasten entsprechenden Verlängerungen schien genügend bloss an den extremen Gliedern Ei und F zu berechnen nach folgender leicht verständlichen Uebersicht.

 © Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

F. 90 log l = log — log cos σ + 10

= 1.9542425 —	9.9999464	=	1.9542961	90.011mm.
+ 10	9.9998934	=	1.9543491	90.022
	9.9997570	=	1.9544855	90.051
	9.9995697	=	1.9546728	90.090
	9.9991905	=	1.9550520	90.168mm.

Die aufeinanderfolgenden Unterschiede für je 3k Gewichtsteigerung sind demnach: 0.011, 0.011, 0.029, 0.039, 0.078; bleiben also anfangs constant, steigen dann mit der Last und betragen in minimo et maximo: 0.01, 0.08, im Ganzen aber 0.18 prc der ursprünglichen Länge.

Ei. 10 + 1.9542425 —	9.9999474	=	1.9542951	90.009
	9.9999125	=	1.9543300	90.018
	9.9998306	=	1.9544119	90.035
	9.9997527	=	1.9544898	90.051
	9.9997082	=	1.9545343	90.061

d für je 3k: 0.009, 0.009, 0.017, 0.016, 0.010;
prc: min: 0.01, max: 0.02, total: 0.068. —

Es zeigt sich hier deutlich eine anfängliche Uebereinstimmung beider so verschiedenartiger Hölzer, während schon von der zweiten Belastungsstufe ab der grössere, zuletzt sogar wieder wachsende Molekular-Widerstand des harten Holzes hervortritt. —

Bei denselben Dimensionen und Versuchs-Modalitäten wurde die Biegungs-Elasticität der nämlichen zwei Tage hindurch in Brunnen-Wasser von + 10°C eingelegten Holzstäbe geprüft mit folgenden Resultaten, von denen die den Belastungen von 3—15k in mm entsprechenden Biegungs-Pfeile schon auf S. 62 angegeben sind. Verwenden wir von den geordneten Maximalwerthen 2.4 (Eb) 4 (Ei) 5 (A) 5.8 (Z) 6.2 (K) 7 (BW) 8 (B) 9.2 (F) 13.7 (Er) 14 (BR) die beiden Zahlen für F (9.2 – 5.4 = 3.8) und BR (14 — 4.4 = 9.6), deren erste einen Bruch die zweite nur eine Knickung erzielte, zur Berechnung der zugelassenen Verlängerung, so steht

F. log 9.2 = 0.9637878 + 10 } 9.0095453 = log tang α
log 90 = 1.9542425 } α = 5°51'
— log cos α = 9.9977323 } 1.9565102
l = 90.471mm = 0.5 prc.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

$$\text{BR.} \quad \left.\begin{array}{l} -\log 14 = 1.1461280 + 10 \\ \log 90 = 1.9542425 \\ \log\cos\alpha = 9.9947985 \end{array}\right\} \begin{array}{l} 9.1918855 = \log\operatorname{tang}\alpha \\ \qquad\qquad\qquad\quad \alpha = 8^0 51' \\ 1.9594440 \end{array}$$

$$l = 91.084\text{mm} = 1.2 \text{ prc.}$$

Eine halbprocentige Verlängerung hob demnach im feuchten weichen Fichtenholz, das trocken unter gleicher Belastung noch nicht ein Drittel dieser Ausdehnung erfahren hatte, das Molekulargleichgewicht unwiderbringlich auf, während das harte Rothbuchenholz, das trocken nur einen Mittelwerth der Verlängerung gezeigt hatte, durchnässt einen sehr geringen Biegungs-Widerstand aber eine grosse Zähigkeit bewährte. —

Indem in einer weiteren Versuchsreihe von denselben Hölzern parallelepipedische Stäbe von 1qcm Querschnitt trocken wie durchfeuchtet belastet wurden, erhielt man folgende ähnlich wie auf S. 62 geordnete und zu verstehende Zahlentabelle:

	3	6	9	12	15kgr.		
Eb:	0	0.5	0.7	1.7	1.3mm.	0,	0.7, 1.1, 1.7, 1.9
A:	0	1.1	1.7	1.9	2.0 „	0,	1.2, 1.8, 2, 2.3
Z:	0.5	1.4	1.9	2.2	2.9 „	1,	1.7, 2, 2.3, 3
K:	0.6	1.2	1.6	1.7	2.1 „	0.6,	1.3, 1.6, 2, 2.3
F:	0	0.9	1.2	1.3	1.7 „	0,	1, 1.3, 1.6, 2.5
Ei:	0	1.1	1.3	1.4	1.5 „	0,	1.2, 1.3, 1.4, 2
Er:	0.8	1.3	1.5	1.9	2.6 „	0.8,	1.4, 1.6, 2, 3
B:	0	0.6	1.3	1.4	1.7 „	0.6,	0.9, 1.8, 1.9, 2.3
BR:	0	1	1.2	1.3	1.4 „	0.6,	1.2, 1.9, 2.8, 4
BW:	0	0.7	1.1	1.3	1.6 „	0.4,	0.8, 1.1, 1.4, 2.

Im Allgemeinen ist durch die Formveränderung der Biegungs-Widerstand viel mehr gewachsen, als aus der unerheblichen Vergrösserung des Querschnitts folgte, denn während letztere im Verhältniss von 0.785 : 1 steigt, betragen die Widerstände jetzt durchschnittlich doppelt so viel, nass extrem selbst 3 ja 4 mal mehr. Die Vermehrung des Biegungs-Werthes im letzteren Zustand erscheint auch hier als ausnahmslose Regel, aber die Unterschiede sind viel kleiner, denn sogar an dem, übrigens ähnlich wie beim Cylinderstab die auffälligste Modification in Folge der Quellung zeigenden BR er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

reicht derselbe nur 2.6mm gegen obige 9.6 oder beträgt hier bloss 0.09 gegen dort 1.08 prc der gegebenen Länge. —

4. — Die Prüfung der Biegungs-Elasticität bei einseitiger Befestigung und Belastung gestaltet sich wesentlich anders, weil hier auch bei schonendster Einlage der Gewichte oscillatorische Störungen des Molekulargleichgewichtes unvermeidlich sind, welche in der ersten Methode so gut wie gänzlich hintangehalten werden können. Durch jene Schwingungen geschieht eine so namhafte, vornehmlich durch die häufige und regelmässige Wiederholung derselben Bewegungs-Phasen wirksame, Lockerung des Fasergefüge, dass ein besonderes Studium der unter bestimmten Gewichten und Dimensionen ausgeführten Vibrationen der Stäbe rathsam schien, und jedenfalls die zuvörderst ohne Berücksichtigung dieser späteren Arbeit des Zusammenhanges wegen mit den bisherigen Mitteln erreichten Erfolge, besonders in den Schlusseffecten, grossentheils auf Rechnung der besagten molekularen Erschütterungen zu setzen sein dürften.

Cylindrische Stäbe von 1cm Durchmesser und 50cm Länge, wovon 7cm zwischen den festen Wangen eines eisernen Schraubstockes eingeklemmt waren, so dass ein freier Hebelarm der Belastung von 43cm verblieb, ergaben unter den Gewichten

	1	2	3	4	5	6	7k	
Eb:	15	31.5	51	70	89	110	130	(Bruch)
A:	48	80	131	150	(Bruch)	—	—	
Z:	46	82	131	210	255	(Bruch)		
K:	57	97	170	(Bruch)	—	—	—	
F:	66	100	(Bruch)	—	—	—	—	
Ei:	37	66	110	158	170	(Bruch)	—	
Er:	60	130	150	(Bruch)	—	—	—	
B:	26	30	(Bruch)	—	—	—	—	
BR:	40	117	190	(Bruch)	—	—	—	
BW:	47	80	132	200	(Bruch)	—	—	

Biegungs-Pfeile in mm.

Die grösste Last vertrug demnach Eb, die stärkste Biegung Z, letzteres mit folgendem Ausweichungs-Winkel und im Moment des Bruches erreichter Verlängerung, welche hier wie anderwärts allerdings keine gleichmässige

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Streckung der Linear-Dimension, sondern bloss ein wenigstens nahzu proportionaler Werthausdruck für die molekulare Zerrung ist.

$$\left.\begin{array}{l}\log 255 = 2.4065402 \\ \log 430 = 2.6334685 \\ \log \cos\alpha = 9.9345738\end{array}\right\} \begin{array}{l} = 10 \\ \\ 2.6988947\end{array} \left.\right\} 9.7730717 = \log \operatorname{tang} \alpha$$

$$\alpha = 30^0 40'$$

$$l = \left.\begin{array}{r}499.91 \\ 430\end{array}\right\} 69.91^{mm} = 16.2 \text{ prc.}$$

An der entgegengesetzten Grenze steht B mit diesem Rechnungsschema:

$$\left.\begin{array}{l}\log 30 = 1.4771213 \\ \log 430 = 2.6334685 \\ \log \cos\alpha = 9.9989452\end{array}\right\} \begin{array}{l} + 10 \\ \\ 2.6345233\end{array} \left.\right\} 8.8436528 = \log \operatorname{tang} \alpha$$

$$\alpha = 3^0 59' 30''$$

$$l = \left.\begin{array}{r}431.05 \\ 430\end{array}\right\} 1.05^{mm} = 0.2 \text{ prc.}$$

wonach das mit beträchtlicher Elasticität ausgestattete Z dem Winkel nach eine fast zehnfache Ablenkung aus der horizontalen Lage und eine achtzigmalige Procentualstreckung vor definitiver Störung des molekularen Gleichgewichtes gegenüber dem leicht und rasch daraus gerissenen B aushält. Unter den übrigen Hölzern entspricht F eben sowohl ein kleiner Biegungs-Pfeil, als eine geringe Last im Augenblick des Bruches. Eb geht um wenig mehr aus der wagrechten Ruhe heraus, trägt dabei aber in maximo fast die vierfache Last, besitzt also von den geprüften Materialien entschieden die bedeutendste Widerstandsfähigkeit gegen die Biegung. Die andren Hölzer weichen weder in der Belastung (3—5k) noch im Biegungs-Pfeil (150 – 200mm) namhaft von einander ab; nach der anfänglichen Reaktion, welche als reciprokes Mass für den der Minimalbelastung geleisteten Molekularwiderstand gelten kann, steigen sie in dieser Reihe auf: Eb, 15; B, 26; Ei, 37; BR, 40; Z, 46; BW, 47; A, 48; K, 57; Er, 60; F, 66; so dass die Biegungs-Widerstände der Endglieder = 66 : 15 = 4.4 : 1 = Eb : F stehen; B (?) und Er nähern sich den Extremen, für die sechs übrigen Arten lautet der auf die gleiche Einheit zurückgeführte Mittelwerth: 3.05. —

Die Prüfung in durchfeuchtetem Zustand wurde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zwar auch an sämmtlichen Hölzern ausgeführt, in Betracht des durch die vorigen Versuche theilweise beeinträchtigten Materiales indess sind bloss einige Resultate gut vergleichbar, was im Hinblick auf die anderwärts ungenau doch näherungsweise erzielten Werthe genügen dürfte

	1	2	3	4k
F:	48	96 (Bruch)		
Ei:	31.2	54.6	117	195 (Bruch)
BR:	104	220 (Bruch) —		

Die Anfangswerthe beider erster Hölzer im troknen Stande: 66 und 37, deuten im Vergleich mit den gegenwärtigen, deren Sinn auch am andren Material im Allgemeinen bestätigt ward, darauf hin, dass die imbibirte Flüssigkeit eine grössere Trägheit der anfänglichen Molekularverschiebung involvirt, welche sich zwar später ausgleicht, nicht aber zu Gunsten vermehrter oder auch nur erhaltener Elasticität, sondern in der Weise, dass die nassen Hölzer, wenn sie einmal die etwas später oder schwieriger eingeleitete Biegung begonnen haben, schneller einer völligen Aufhebung des Zusammenhanges zustreben, also leichter brechen, als biegen. An F ereignet sich jenes schon bei 96mm statt 100, allerdings unter gleicher Belastung; an Ei freilich erst bei 195 gegen 170, dafür aber schon mit dem vierten Kilogramm, während die letztere Maximalbiegung des troknen Holzes erst beim fünften den Bruch vorbereitet hatte. Ganz exorbitant ist das Verhalten von BR, das wie durchweicht erschien, schon unter 1k sich aufs mehr als doppelte der troknen Ausweichung bog, dann hierin beim zweiten Kilogramm verhältnissmässig noch mehr leistete, aber zugleich ans Ende seiner Widerstandfähigkeit kam, das trocken mit einem nahstehenden Biegungs-Pfeil (220, 190) erst bei 3k erreicht ward.

Die parallelepipedischen Holzstücke von 1qcm Querschnitt, im Uebrigen denselben Dimensions-Verhältnissen (nur betrug der Hebelarm 43.7cm) zeigten eine an den Cylindern weniger constatirte Uebereinstimmung darin, dass der auch hier stets erzielte Bruch allemal nächst dem innren Klemmrand erfolgte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

	1	2	3	4	5	6	7	8	9k Belastung.
Eb:	12.5	28	36	53	70	85	100	123	147mm(Bruch)
A:	32	54	80	129	150	(Bruch)			
Z:	30.7	62	118	155	200	250	(Bruch)		
K:	27	51	77	110	155	170	(Bruch)		
F:	22	42	70	135	150	(Bruch)			
Ei:	30.5	63	92	146	(Bruch)				
Er:	27.5	51.7	87	147	(Bruch)				
B:	26	48.7	90	137	210	(Bruch)			
BR:	25	49.5	100	175	240	(Bruch)			
BW:	15	27.5	55	89	240	(Bruch)			

Im Vergleich zu der auf S. 66 gegebenen Reihe sehen wir hier ausnahmslos die Cohäsionstrennung später unter einer 1—3k höheren Belastung eintreten, was wie oben mehr als der geringen Querschnittvermehrung der Formänderung zuzuschreiben sein möchte. Sonst ist auch hier constatirt, dass Z die grösste Biegung vor dem Bruch gestattet, und dass bei den meisten Hölzern die letzterem vorangehenden Biegungs-Pfeile da wie dort durchschnittlich zwischen 130 und 240 liegen. Nur F und B machen eine auffällige Ausnahme, indem bei cylindrischer Form beide schon unter dem zweiten Kilogramm mit geringer Biegung brachen. Bei F steht letztere der bei quadratischen Querschnitt erzielten immerhin nah genug; an B jedoch deutet ihr siebenfach kleinerer Werth auf einen Beobachtungsfehler, welcher denn auch in einem Structurfehler der Holzfaser des Cylinders nachträglich erkannt wurde. In augenblicklicher Ermangelung passenden Materiales konnte nur mit einem kürzeren Stück ein Controlversuch gemacht werden, dessen nicht unmittelbar den andren Zahlen vergleichbares, doch unter möglichster Berücksichtigung aller beeinflussenden Umstände reducirtes Resultat auf einen unter dem dritten Kilogramm nach einer Biegung von 130—140mm eintretenden Bruch schliessen lässt.

Im durchfeuchteten Zustand konnten in Betracht des verfügbaren Materiales bloss vier Holzarten untersucht werden:

	1	2	3	4	5	6k Belastung.
A:	10.8	22.8	30	58	76.8	121mm (Bruch)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

K:	9.8	20.4	29.4	36.4	77	110mm (Bruch)
Ei:	16.5	41.8	119.9 (Bruch)			
BR:	5.9	37.7	89.7	172	234 (Bruch)	

Gegenüber dem troknen Zustand sind die den Bruch bewirkenden Gewichte von unbedeutender Abweichung, die demselben vorangehenden Biegungen (auch unter Einbezug der an verkürzten andren Stäben, allerdings nicht in exacten Zahlen, doch qualitativ vergleichbaren, erhaltenen Werthe) jedesmal kleiner.

5. — Betreffs der auf S. 66 erwähnten Betheiligung der Schwingungen einseitig befestigter Stäbe wurde vorbehaltlich einer grösseren selbständigen Untersuchung dieser Erscheinungen einstweilen constatirt, dass trokne Cylinder von 1cm Durchmesser, 4cm eingeklemmter 45cm freier Länge bei Belastung mit 1k in 44cm Abstand vom Stütz-Punkt, wenn sie um 10—20mm gewaltsam über ihre freiwillige Biegung hinausgeführt wurden, in Schwingungen geriethen, welche mit der funfzigsten unmerklich waren; dies geschah an K (Biegungs-Pfeil 75mm) nach 30, an F (57) nach 20, an BR (73) nach 25 Sekunden. Unter Belastung von 1.5k schwangen K und BR beziehentlich in 20 und 18 sec. dreissigmal; F brach, bevor etwas festgestellt werden konnte. Im durchfeuchteten Zustand wurden daher bloss K und BR geprüft. Eine präcise Verfolgung der Schwingungen war hier äusserst misslich, weil die durch die Quellung beträchtlich verminderte Elasticität es sofort zu enorm starker Biegung und zu höchst geringfügiger, die Intensität des Vibrations-Vorganges in geradem Verhältniss bedingender, Rückwirkung des Molekular-Gefüges kommen lässt. So zeigte unter obigen Dimensionen K unter 1kgr Belastung einen Biegungs-Pfeil von 200mm, schwang, nachdem derselbe momentan gewaltsam um 10mm vermehrt worden war, 20mal in 10 sec. und brach unter 1.5k. — BR zeigte bei 0.5k Belastung 150mm Biegungs-Pfeil und 16 Schwingungen in 10 sec; unter 1k 4 solche in 5 sec und brach gleichfalls mit 1.5k Belastung. —

6. — Sofern aus den bisherigen Versuchen ein zwar ziemlich unregelmässiger doch zweifelloser Bezug der Festig-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

keits- und Elasticitäts-Verhältnisse zur Durchfeuchtung der Hölzer fliesst, erschien die Untersuchung der Imbibitions-Phänomene für sich von Wichtigkeit.

Nach 24stündiger Einlage kleiner cylindrischer Holzstücke von angenähert 1 cub. cm Inhalt, welche nach der Herausnahme zwischen Fliesspapier sorgfältig von aller oberflächlicher Flüssigkeit befreit wurden, erhielt man folgende Werthe:

Holzart	Trockengewicht	Feuchtgewicht	Aufnahme.
Eb	0.966	1.271	0.305
A	0.548	0.907	0.359
Z	0.674	1.053	0.379
K	0.358	0.662	0.304
F	0.363	0.618	0.255
Ei	0.517	0.910	0.393
Er	0.352	0.814	0.462
B	0.474	0.924	0.450
BR	0.473	0.833	0.360
BW	0.621	0.961	0.340

Es ergeben sich hieraus vier Gruppen zur Berechnung von Quellungs-Mittelwerthen: Er, B: 0.456; Z, Ei, BR, BW, A: 0.366; Eb, K: 0.3045; F: 0.255; und werden von 1 cub. cm Holz der bezeichneten Qualität beziehlich 45.6, 36.6, 30.4, 25.5 Volumen-Procente Wasser binnen eines Tages aufgenommen.

Während hier gleiche Volumina der Quellungskörper als Vergleichungs-Grund gelten, geschieht in Folgendem die Umrechnung der Imbibitions-Quanta auf gleiche Gewichte. Danach imbibirt 1gr Eb: 0.315, A: 0.655, Z: 0.562 K: 0.849, F: 0.702, Ei: 0.760, Er: 1.312, B: 0.949, BR: 0.761, BW: 0.546gr Wasser, oder nach Gewicht-Procenten geordnet: Er, 131.2; B, 94.9; K, 84.9; BR, 76.1; Ei, 76.0; F, 70.2; A, 65.5; Z, 56.2; BW, 54.6; Eb, 31.5 prc. —

7. — In gleich qualificirtem Wasser wurde mit einem gut ausgetrokneten Stückchen Eichenholz von 0.776gr Gewicht bei verschiedenen Temperaturen experimentirt, um einen etwaigen Einfluss derselben auf die Quellung zu erkennen, welcher vermuthlich deutlicher hervorgetreten wäre,

 © Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wenn mit grösseren Massen hätte gearbeitet werden können. Nach einstündiger Einlage unter unmerklicher Schwankung der Wärmegrade, welche mittels Sand- und Flüssigkeitsbädern möglichst auf der entscheidenden Höhe erhalten wurden, resultirte bei + 10°C: 0.913, + 27°: 0.894, + 40°: 0.896, + 65°: 0.906; die Unterschiede gegen das Trokengewicht: 0.137, 0.118, 0.120, 0.130 stimmen so nah überein, dass die Abweichungen eher in Beobachtungsfehlern, oder den thermalen Expansionen des Fluidums, als in Imbibitions-Differenzen begründet erscheinen. — Zur Vergleichung wurden ungeleimte Papiere von gleicher Beschaffenheit und den Gewichten 0.448, 0.469, 0.467, 0.467gr in Wasser gelegt, dessen Temperaturen zu Anfang und Ende des Versuches beziehlich 0 und + 5; + 23.75, 22.5; + 38.75, 36.25; + 57.5, 53.75°C waren, und nach vier Stunden die Gewichte: 1.071, 1.080, 1.137, 1.212gr, also die fast gleichen Quellungs-Mengen 0.623, 0.611, 0.670, 0.745 mit nur kleiner Ansteigung zu Gunsten der höheren Temperatur erhalten.

8. — Der Zeiteinfluss wurde geprüft indem gleichartige Holzstükchen einmal 2 Stunden, das andremal 2 Tage in Wasser derselben Art gelegt wurden. Ein erheblicher Unterschied trat nur an A, Ei und F zu Tag, indem die betreffenden Troken-Gewichte 0.548, 0.517, 0.363 im ersten Fall auf 0.589, 0.609, 0.399, im zweiten auf 0.907, 0.910, 0.618gr stiegen, demnach in der 24mal längeren Zeit um 0.318, 0.301, 0.219 mehr betrugen. Somit wären ungefähr $\frac{2}{3}$ in der kürzeren ersten Frist eingetreten, das letzte $\frac{1}{3}$ in der sich daran schliessenden sehr viel längeren Zeit. Da die übrigen Hölzer in dieser Hinsicht ganz unerhebliche Unterschiede gaben, welche indess dem Sinne nach mit dem vorgetragenen Verhalten harmoniren, darf angenommen werden, dass die hauptsächlichste Wasser-Aufnahme in der ersten Zeit der Einlage geschieht und die Verlängerung derselben nur einen kleinen Uebererfolg erzielt.

9. — Zum Studium der Quellung in Alkohol von 0.791 spcf. Gw. wurden Vorversuche mit verschiedenen Materialien angestellt. Stücke von 1q.dm. Fläche und den Tro-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kengewichten a zeigten nach 1stündiger Imbibition von Wasser oder Alkohol die Gewichte b und c.

Filtrir-Papier	a: 0.511,	b = 1.430,	c = 0.910;	b — a =	0.919,	c — a = 0.399
Linnen	„ 0.990 „	1.819 „	1.800 „		0.829 „	0.810
Kalbleder	„ 1.975 „	7.561 „	5.410 „		5.586 „	3.435
Schweinsharnbl.	2.469 „	5.123 „	2.610 „		2.654 „	0.141

Von sämmtlichen Stoffen wird mehr Wasser als Alkohol aufgenommen, doch in ungleichem Verhältniss, denn während der jenseitige Ueberschuss für Linnen bloss 0.019gr beträgt, steigt er für Blase aufs 17fache des kleineren Werthes. Auf gleiche Gewichte berechnet ergeben sich in obiger Ordnung die Imbibitions-Procente: b, 180; c, 78. — b, 83; c, 80.—b, 280; c, 170.—b, 107; c, 6 prc. —

Mit den 24h in Alkohol eingelegten Hölzern wurden für die Trokengewichte a die Quellungs-Gewichte b, die aufgenommenen Quanta b—a und die zuletzt stehenden Gewicht-Procente erzielt.

Eb:	a =	0.995	b = 1.043	b—a =	0.048	5prc.
A:	„	0.560	„ 0.870	„	0.310	50 „
Z:	„	0.680	„ 0.967	„	0.287	42 „
K:	„	0.382	„ 0.628	„	0.246	64 „
F:	„	0.352	„ 0.548	„	0.196	55 „
Ei:	„	0.465	„ 0.649	„	0.184	39 „
Er:	„	0.368	„ 0.758	„	0.390	106 „
B:	„	0.475	„ 0.871	„	0.396	83 „
BR:	„	0.470	„ 0.678	„	0.208	44 „
BW:	„	0.621	„ 0.947	„	0.326	52 „

Auf Eb als relative Einheit zurückgeführt stehen die Quellungs-Procente in dieser aufsteigenden Reihe: Eb, 1; Ei, 7.8; Z, 8.5; BR, 8.8; A, 10; BW, 10.4; F, 11; K, 12.8; B, 16.6; Er, 21.2. Zur Vergleichung sind in der gewöhnlichen tabellarischen Ordnung mit den Folgezahlen der Wasser- (römisch) und Alkohol- (arabisch) Imbibition die Differenzen der Procente für die einzelnen Hölzer zusammengestellt.

Eb: I, 1; 31—5 = 26. Ei: VI, 2; 76—39 = 37.
A: IV, 5; 65—50 = 15. Er: X, 10; 131—106 = 25.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Z: III,	3;	56—42	= 14.	B: IX,	9;	95—83	= 12.
K: VIII,	8;	85—64	= 21.	BR: VII,	4;	76—44	= 32.
F: V,	7;	70—55	= 15.	BW: II,	6;	55—52	= 3.

Ueberall ist die aufgenommene Wassermenge grösser als diejenige des Alkohol, nach Procenten in der Regel zwischen den Grenzen 12 und 27; beide Buchenarten zeigen eine auffällige Ausnahme, welche indess wiederholt bestätigt wurde, indem dem Imbibitions-Unterschied an BR, der nur von Ei: 37 übertroffen wird, ein nahe zehnmal kleinerer Werth für BW gegenübersteht. —

10. — Die Wärmeleitung der Hölzer wurde nach der bekannten Methode der Wachs-Abschmelzung geprüft. Kreisrunde Scheiben von 10cm Durchmesser und 2mm Dicke überzog ich mit einer gleichförmig 1mm dicken Schicht gelben Wachses und befestigte sie mittels eines central ausgebohrten Loches von 3cm Weite auf einer hohlen kupfernen Hülse mit starker Reibung. Diese auf einen bleiausgegossenen Korkfuss und hiemit auf eine grosse Syenit-Platte gestellte Metallbüchse, um welche herum die Holzscheibe ohne jede weitere feste Berührung frei in der Luft stand, deren Temperatur + 15°C betrug, wurde mit ungefähr 300gr Quecksilber gefüllt, welches unmittelbar daneben (unter Abhaltung der Wärmestrahlung vom Versuchs-Objekt) auf 300°C erhitzt worden war. Stets schmolz in den ersten fünf Minuten eine 3—4mm breite Wachsschicht um die Wärmequelle herum ab, was in den nächsten 10min. zwar weiter nach Aussen vorschritt, doch mehr mit blosser Erweichung als wirklicher Schmelzung der peripherischen Ringe, deren nicht scharf feststellbare Demarkationslinie im Einzelnen unregelmässig gekerbt, im Allgemeinen zur elliptischen Form hinneigend verlief. Weder hinsichtlich dieser Gestalt noch der feineren Dimensionen konnte indess ein deutlich differentes Verhalten der einzelnen Arten constatirt, und auch aus Gründen ungenügender technischer Beihilfe nichts Genaueres über den Einfluss der Faserung eruirt werden. —

Nicht in Erwartung brauchbarer Werthe der thermischen Leitung, sondern mit Rücksicht auf alle hiebei in Betracht kommende Momente wurde schliesslich folgende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuchreihe angestellt. Parallelepipedische Stäbe von 1q.cm. Querschnitt und 32cm. Länge erhielten vier ausgebohrte Löcher von beziehlich 5, 10, 15, 20cm. Abstand vom hinteren Ende, während das vordere unter horizontaler Lagerung des Stabes so ohne Reibung, doch mit Belassung nur geringer Lücken durch einen Schirm gezogen war, dass 6cm. auswärts desselben lagen. Am freien Ende, wobei die in die oben erwähnten Löcher vertikal versenkten Thermometer durch den Schirm vor jeder directen Wärme-Mittheilung geschüzt waren, wurde das Holz mittels einer darunter gestellten Weingeistlampe angezündet, welche solang fortbrannte, bis ein circa 5cm langes Stück grösstentheils eingeäschert, zum Theil verkohlt an der ziemlich scharf begrenzten Demarkationslinie des Brandes freiwillig abfiel. Die Resultate stehen in folgender an sich verständlichen Uebersicht beisammen:

Holz,	Zeit,	Weingeistverbrauch,	Anfangs-Temp.	I	II	III	IVTh.
Eb:	40min.	32gr.	14°	18.7,	16.2,	16.1,	15.7°C
A:	10 „	8 „	14	17.2,	15	15	14.7
Z:	25 „	20 „	15	18	15.4,	15.1,	15
K:	7 „	6 „	13.7	17.1,	14.4,	14	13.8
F:	9 „	7 „	13.7	16.6,	14.1,	14	13.9
Ei:	10 „	8 „	12.5	16.5,	14.7,	14.5,	14
Er:	10 „	8 „	12	15	13	12.2,	12.1
B:	10 „	8 „	15	19	15.6,	15.4,	15.1
BR:	10 „	8 „	10	12.5,	11.4,	10.9,	10.7
BW:	10 „	8 „	15.6	19.5,	16.1,	15.7,	15.6°.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 11_1

Autor(en)/Author(s): Hoh Theodor

Artikel/Article: Untersuchung einiger physikalischer Eigenschaften verschiedener Holzarten. 59-75