ohne neue Zerlegung, jedoch unter Beibehaltung der früher erlittenen, gelangt dann wieder in die Linse, wird dabei durch doppelte Brechung abermals zerlegt und kann dann mit dem schon bei *C* reflectirten Theile, mit dem er eines Ursprunges ist, zur Interferenz kommen. Dabei werden die Gangunterschiede infolge der grösseren Wegunterschiede rascher wachsen, und es könnten Interferenzen auch von Strahlen grösserer Wellenlänge sichtbar werden.

Indessen, ich bin hier meiner Sache nicht absolut sicher, die Erscheinung ist, wie gesagt, noch viel schwächer und flüchtiger, als die der Haidinger'schen Polarisationsbüschel.

**IX. Untersuchungen über den Einfluss
der Feuchtigkeit auf den Längenzustand von
Hölzern und Elfenbein;
von Rudolf Hildebrand.**

(Hierzu Taf. II. Fig. 14.)

I. Einleitung.

Die Hölzer unterliegen bezüglich ihrer Ausdehnung nicht nur den Einflüssen der Wärme, sondern auch denen der Feuchtigkeit. Und zwar sind letztere Einflüsse die bei weitem bedeutenderen, denn sie können in den äussersten Fällen bis 2 Proc. der Länge, gemessen in Richtung der natürlichen Fasern, betragen, während die bisher ermittelten Aenderungen durch Wärme selten 1 Prom. erreichen. Es liegen bisher meines Wissens nur drei Arbeiten¹⁾ vor, welche die Längenänderungen des Holzes vom trockenen zum nassen Zustande behandeln.

Die älteren unter diesen Arbeiten sind die von Laves und Weissbach. Letzterer behandelt die Angelegenheit vom rein technischen Standpunkte aus, verwendet sehr be-

1) Laves, Polyt. Centralbl. p. 798. 1837; Weissbach, Polyt. Centralbl. 6. p. 570. 1845; Villari, Pogg. Ann. 133. p. 400. 1868.

trächtliche Holzklötze zu seinen Untersuchungen und benutzt ein ziemlich rohes Messungsverfahren. Das Hauptinteresse lag für ihn überdies in der Feststellung der Gewichtszunahme, welche die Hölzer durch längeres Liegen im Wasser erleiden. Auch sorgt er nicht in zureichender Weise für völlige Austrocknung der Hölzer und legt letztere, nachdem sie getrocknet sind, in fließendes Wasser. Auch Laves trocknet die Hölzer nicht genügend aus. Er nimmt an, dass sie durch längeres Liegen in einem Raume mit Zimmertemperatur den Zustand grösster Trockenheit und Kürze erreichen. Um den Hölzern Feuchtigkeit zuzuführen, legt er sie in einen feuchten Keller. Er kommt aber im Verlaufe seiner umfänglichen Versuche zu dem Ergebniss, dass die Feuchtigkeit ein Factor sei, der den Längenzustand der Hölzer beträchtlich beeinflusse, und dass dieser Einfluss bei ungenügender Vorsicht so mächtig werden könne, dass er hölzerne Bauwerke plötzlich zu zerstören vermöge. Die dritte Arbeit über den Gegenstand stammt von Villari her. Er trocknet die Hölzer, indem er mit Hülfe höherer Temperaturen das Imbibitionswasser verdampft, ein Verfahren, durch welches die Holzfaser der chemischen Veränderung sowohl als der Veränderung durch die physikalische Einwirkung der Wärme ausgesetzt ist. Um die Hölzer nach der Austrocknung wieder zu verlängern, legt er sie ebenfalls in Wasser.

Die Beobachtungen, deren Resultate in der vorliegenden Arbeit mitgetheilt sind, wurden auf die freundliche Anregung des Hrn. Prof. F. Kohlrausch unternommen und hatten einen dreifachen Zweck:

- 1) wollten sie in einer den Physiker befriedigenden Weise, zunächst von einem rein quantitativen Interesse geleitet, die Längenunterschiede von Hölzern in völlig trockenem Zustande und dem Zustande der Feuchtigkeit, der aus gesättigter feuchter Luft stammte, feststellen und die diesen Längenänderungen entsprechenden Schwankungen des von den Zellwänden aufgenommenen Wasserquantums bestimmen, sowie den Einfluss der völligen Tränkung der Hölzer mit Wasser ermitteln.

- 2) verfolgten sie den Zweck, zu untersuchen, ob und in

wie weit Hölzer durch die täglichen Schwankungen der Luftfeuchtigkeit in ihrem Längenzustande und Gewichte beeinflusst werden.

3) wollten sie untersuchen, ob und in wie weit eine geeignete Behandlung des Holzes, als z. B. Politur, Lacküberzug, Tränkung mit Paraffin u. s. f. das Holz vor den Einflüssen der Luftfeuchtigkeit in Bezug auf Länge und Gewicht zu schützen vermöchte.

Alle diese Untersuchungen beziehen sich auf die Ausdehnungen und Zusammenziehungen, welche die Hölzer in Richtung ihrer Fasern erleiden, während die Aenderungen, welchen die Hölzer in Richtung der Radien des Stammquerschnittes und im Stammquerschnitte senkrecht zu diesen in Richtung des Stammumfanges durch Feuchtigkeitseinflüsse unterliegen, nicht berücksichtigt wurden, obwohl sie bei weitem bemerkbarer sind als die Längenänderungen. Diese Beschränkung schien mir namentlich durch die praktische Erwägung gerechtfertigt zu sein, dass es in der That niemandem einfallen wird, Hölzer, von denen er eine möglichst gute Constanz der Längen wünscht, in anderer Richtung als der der Fasern verwenden zu lassen. Das „Quellen“ und noch mehr das „Schwinden“ der Hölzer senkrecht zur Richtung der Fasern sind zu bekannte Thatsachen, als dass man sich bei Holzconstructionen von diesen Einflüssen nicht von vornherein möglichst frei zu halten suchte.

Bietet der erste Punkt vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus unzweifelhaft ein gewisses Interesse dar, so ist es namentlich der zweite Punkt, welcher das Interesse des Physikers, des Geodäten, überhaupt aller derer, welche Präcisionsmessungen machen, in Anspruch nehmen muss. Denn wenn die Hölzer in der That mittelst ihrer hygroskopischen Eigenschaft in den Längen nachweisbaren Schwankungen mit der Veränderung der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind, so muss dieser Umstand bei allen Untersuchungen zur Vorsicht mahnen, bei denen Hölzer als Maassstäbe oder als Träger von solchen in Anwendung zu kommen pflegen.

II. Das Untersuchungsverfahren.

Die Beobachtungen wurden im Sommersemester 1886 und im darauffolgenden Wintersemester im physikalischen Institute der Universität zu Würzburg ausgeführt und zwar in einem mit den Fenstern nach Norden gelegenen Erdgeschoss, welches sich durch eine ausserordentliche Gleichmässigkeit der Zimmerwärme auszeichnete. Die im Sommer zwischen den heissesten und kühlestn Tagen in diesem Raume vorkommenden Temperaturschwankungen bezifferten sich noch nicht auf 5° C., ein Umstand, der der Sicherheit meiner Beobachtungen sehr zu statten kam, indem er mich vor beträchtlicheren Veränderungen des benutzten stählernen Grundmaassstabes durch Temperaturwechsel und vor zu jähen Feuchtigkeitsänderungen der Luft, die von ungünstigem Einflusse auf mein Untersuchungsmaterial hätten sein können, bewahrte.

Was das Untersuchungsmaterial selbst anlangt, so musste ich darauf bedacht sein, den Stäbchen, welche ich beobachten wollte, keine zu grosse Stärke zu geben, damit die Gesammtheit der Holzfasern der umgebenden Feuchtigkeit möglichst leicht zugänglich wäre. Der durch diesen Gesichtspunkt bedingte mässige Querschnitt gestattete wiederum eine nur knapp bemessene Länge der Hölzer, wenn der Gefahr der Verbiegung möglichst vorgebeugt werden sollte. Die Stäbchen erhielten daher einen quadratischen Querschnitt von beiläufig 5 mm Seitenlänge¹⁾ und eine Länge von 220 mm. Sie wurden, wenn es der Wuchs des Holzes erlaubte, aus einem gespaltenen Stück mit möglichster Vorsicht so zurecht gehobelt, dass womöglich alle Fasern nur an den quadratischen Endflächen und nirgends an den prismatischen Seitenflächen quer durchschnitten wurden.

Die Messungen selbst wurden mit einem Comparator ausgeführt, welcher aus zwei Mikroskopen, die auf einer Stahlschiene befestigt waren, bestand. Die Mikroskope waren von genügender Vergrösserung und mit je einer Theilung

1) Nur einige der Hölzer waren von etwas geringerem Querschnitt, wodurch sich ihr leichteres Gewicht erklärt.

von 80 Theilstrichen versehen. Der Abstand je zweier benachbarter Theilstriche betrug 0,0945 mm. Die Ablesungsfehler bei einer einzelnen Ablesung werden sich in seltenen Fällen (nach einiger Uebung) bis auf zwei Zehntel der Entfernung zweier Theilstriche (0,02 mm) belaufen haben, sodass in den ungünstigsten Fällen die durch zwei aufeinanderfolgende Beobachtungen gesuchte Längendifferenz auf derselben Seite eines Stäbchens, mit einem möglichen Fehler von 0,04 mm behaftet sein kann. Als Marken für die Ablesung mittelst der Mikroskope benutzte ich, nach mannigfachen Versuchen, sorgfältig in Siegellack mit einer feinen Spitze eingerissene Striche. Der Siegellack war in Aether gelöst und mit einem Pinsel in mässiger Stärke an den Enden der Stäbchen aufgetragen und sorgfältig getrocknet worden, bevor die Marke hergestellt wurde.

Nachdem die Stäbchen in der angegebenen Weise an den Enden der vier Seitenflächen mit je zwei solchen Marken, die möglichst genau in der Entfernung von 200 mm angebracht wurden, versehen waren, wurden sie zunächst auf allen vier Seiten zwischen den Marken gemessen und dann gewogen. Alsdann kam es mir darauf an, die zunächst im lufttrockenen Zustande befindlichen Hölzer, welche übrigens sämmtlich von seit langer Zeit geschlagenen Bäumen stammten, wirklich auszutrocknen, d. h. das ihnen in den Zellwänden noch imbibirte Wasser zu entziehen.

Zu diesem Zwecke hängte ich die Stäbchen in einen zweckmässig gestalteten Recipienten der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe, welcher auf seinem Boden mit concentrirter Schwefelsäure bedeckt war. Die so bewirkte Austrocknung im luftleeren Raume war gewöhnlich nach Verlauf einiger Tage beendet und wurde mit der Wage festgestellt. Dabei wurde vor der Herausnahme der Stäbchen aus dem Recipienten die Vorsicht gebraucht, dass die wieder zugelassene Luft mit Hülfe von Trockenflaschen von aller Feuchtigkeit befreit war.

Die Hölzer selbst zeigten in diesem Zustande der völligen Austrocknung eine solche Begier, Wasserdampf aus der Luft aufzusaugen, dass sie so ohne weiteres nicht gewogen

werden konnten, weil wegen der hastigen Aufnahme von Feuchtigkeit und der damit verbundenen Gewichtszunahme die Ausführung einer genauen Wägung unmöglich war.

Die Stäbchen wurden daher gleich bei der Herausnahme aus dem Recipienten einzeln in leichte Reagensgläser gebracht, die gerade lang und weit genug waren, um die Hölzer aufzunehmen, und die Gläser mit gut passenden Pfropfen verschlossen. Von dem so ermittelten Gewicht wurde dann das Gewicht des Glases mit Kork abgezogen.

Nach der Wägung wurden die Stäbchen, die bis zu dieser Zeit unter Luftabschluss trocken gehalten werden mussten, gemessen. Die Messung wurde möglichst rasch vollzogen; besondere Vorsichtsmaassregeln waren nicht nothwendig. Die Stäbchen zeigten, während sie ohne besonderen Schutz unter dem Comparator lagen, trotz der dabei unvermeidlich stattfindenden Aufnahme von Wasserdampf aus der Luft, keine nachweisbare Längenänderung. Um die Verkürzungen, welche die Stäbchen sämmtlich während der Austrocknung erfahren hatten, durch Aufnahme von Luftfeuchtigkeit wieder auszugleichen, waren immerhin mehrere Stunden Zeit erforderlich; die während einer verhältnissmässig kurzen Zeit von zwei bis drei Minuten stattfindende Wasseraufnahme, welche sich bei der Wägung ungeschützter Stäbchen störend erwies, vermochte eine sichtbare Längenänderung noch nicht hervorzu-
bringen.

Hiernach wurden die Stäbchen in geeignete, gut verschliessbare Glasgefässe, deren Böden mit Wasser bedeckt waren, und an deren Seitenwänden sich Fliesspapier befand, gehängt. Das vom Boden der Gefässe und dem sich stets vollgesaugt erhaltenden Papier verdampfende Wasser, sättigte die Luft der Gefässe sehr bald, wie sich aus dem Niederschlage an den Gefässdeckeln zeigte.

Die Stäbchen wurden nun wiederholt nach Verlauf gewisser Pausen gewogen und dann gemessen. Bei den Wägungen wurden die Stäbchen unter Luftabschluss gehalten. Einzelne der Stäbchen wurden gleich vom lufttrockenen Zustande aus in die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft gebracht, und nachdem sie den Zustand grösster Länge erreicht hatten,

ausgetrocknet. Näheres geht aus den in den folgenden Abschnitten aufgeführten Tabellen hervor.

Das hier angegebene Verfahren bezieht sich auf die im III. und V. Abschnitte angeführten Beobachtungen. Für die Beobachtungen unter dem IV. Abschnitte ist das Nöthige betreffenden Ortes selbst bemerkt.

Correctionen. Von Correctionen, welche bei der Verwerthung des zahlenmässigen Beobachtungsmaterials zu beachten waren, ist wesentlich namentlich diejenige, welche den Einfluss einer geringen Biegung der Stäbchen zu eliminiren bestimmt ist. Hölzer, welche eine zu starke Verbiegung annehmen, wurden von der weiteren Beobachtung ausgeschlossen. Es ereignete sich aber, dass Stäbchen, welche anfangs gerade waren, nach der Austrocknung, seltener nach dem Einbringen in die feuchte Luft, eine kleine Krümmung annehmen. Eine solche Krümmung ist durch Rechnung leicht zu corrigiren, wenn die Mittellinie des Stäbchens im Sinne einer einfach gekrümmten Curve verbogen worden ist. War dagegen die Krümmung im Sinne einer zweifach (räumlich) gekrümmten Curve oder wellenförmig erfolgt, so wurde das betreffende Stäbchen von weiterer Beobachtung ausgeschlossen, weil eine derartige Verbiegung eine einigermaßen sichere Correctur auf die wahre Länge nicht leicht gestattet.

Unter der Annahme, dass die Verbiegung der Mittellinie der Stäbchen im Kreisbogen geschah, s die Länge dieses Bogens, $2a$ die Länge der zugehörigen Sehne, b aber die Pfeilhöhe zwischen Bogen und Sehne bedeutet, würde die an einem verbogenen Stäbchen in Wirklichkeit gemessene Sehne $2a$ auf den Werth des Bogens:

$$s = 2r\varphi = \frac{a^2 + b^2}{b} \cdot \arcsin\left(\frac{2ab}{a^2 + b^2}\right)$$

zu corrigiren sein. Es ist völlig genügend, hierfür zu schreiben:

$$s = 2a\left(1 + \frac{2}{3} \frac{b^2}{a^2}\right).$$

Für b wurde, falls das Stäbchen in nur einer Richtung durchgebogen erschien, die mit dem Millimeterstabe direct gemessene Durchbiegung in die Correctionsformel eingeführt.

War das Stäbchen an zwei anstossenden Seiten durchgebogen, sodass die Mittellinie in der Diagonalebene zweier gegenüberliegender Kanten des geraden parallelepipedischen Stäbchens oder in einer hiervon wenig abweichenden Ebene verbogen war, so wurde b als Quadratwurzel aus der Summe der beiden Quadrate der Durchbiegungen berechnet. Das Correctionsglied wurde zu dem Mittelwerthe hinzugefügt, der aus den Messungen auf den vier Seiten des Stäbchens erhalten wurde.

Correctionen, wegen Veränderung des stählernen Maassstabes und des die Mikroskope tragenden Stahlstabes sind, unter Zugrundelegung von 0,000012 als linearen Ausdehnungscoëfficienten des Eisens für 1°C. , nur bei den Tabellen unter dem IV. Abschnitte angewendet worden. Sie betragen nie eine volle Einheit der zweiten Decimale, bleiben also weit hinter den möglichen Ablesungsfehlern zurück.

Relative Bedeutung der Resultate. Was nun die Resultate selbst angeht, so sind diese recht wohl geeignet, einen Einblick und Ueberblick in die Grössen der Längenänderungen, welche durch den Wechsel des Feuchtigkeithaltens der Luft hervorgerufen werden und den Wassergehalt des Holzes bedingt sind, zu geben. Gleichwohl können die Resultate nur einen individuellen Werth in Bezug auf die gerade untersuchten Holzstücke beanspruchen. Denn die nachgewiesenen Maximallängenänderungen verschiedener Stücke der nämlichen Holzsorte, wenn diese Stücke von verschiedenen Stämmen, vielleicht nur von verschiedenen Seiten desselben Stammes herrühren, können selbst noch um das Doppelte, resp. die Hälfte voneinander verschieden sein (s. Eiche). Da Bäume derselben Gattung und Art je nach der Natur des Bodens, auf dem sie wachsen, der Art ihrer Umgebung und den allgemeinen Witterungsbedingungen, denen sie ausgesetzt sind, ganz verschieden in Bezug auf die Dichte und Festigkeit ihres Holzes ausfallen können, so ist es wahrscheinlich, dass die ermittelten Ausdehnungswerthe durch Feuchtigkeit nur für Hölzer, welche unter gleichen Lebensbedingungen entstanden sind und derselben Gattung, Art und Familie angehören, eine allgemeinere Gültigkeit haben können.

Es folgen in den nächsten drei Abschnitten in tabellarischer Uebersicht die Resultate der angestellten Beobachtungen. Im III. Abschnitte stehen die Tabellen, die von den nachweisbaren Maximallängendifferenzen zwischen trockenem und feuchtem Zustande handeln, dann kommen im IV. Abschnitte die durch Schwankungen der Luftfeuchtigkeit hervorgerufenen Veränderungen. Im V. Abschnitte stehen die Veränderungen, die Trockenheit und Luftfeuchtigkeit auf Hölzer ausüben, die mit Politur, Lack u. s. w. behandelt sind.

Beobachtungen.

Diejenigen Holzarten, welche die grösste Ausdehnung zeigen, sind vorangestellt. Einestheils um eine Controle über die angestellte Umrechnung zu ermöglichen, anderentheils um zu zeigen, inwieweit die Längendifferenzen auf den vier verschiedenen Seiten der Stäbchen die gleichen waren, sind, wenigstens bei einer Anzahl von Tabellen (5, 6, 7), in einer besonderen Spalte hinter den aus den Messungen auf den vier Seiten resultirenden mittleren Werthen, die auf jeder Seite gegen die vorbergehende Messung auftretenden Differenzen in Ganzen und Zehnteln der Originaltheilung des Mikroskopes angeführt. Bei diesen ausführlichen Tabellen sind auch die wegen Verbiegung angebrachten Correctionswerthe hinter den corrigirten Mittelwerthen in Einheiten der letzten Decimale beigestellt. Unterscheiden sich diese Differenzen auf den vier Seiten, wie sie bei aufeinanderfolgenden Zuständen des Stäbchens ermittelt wurden, um mehr als vier Zehntel der Mikroskoptheilung, so muss angenommen werden, dass sich die Holzfasern auf den vier verschiedenen Seiten des Stäbchens verschieden stark in ihrer Länge verändert haben, sofern nicht Krümmung im Spiele ist. Die im Cyklus gezählten Seiten der Stäbchen sind mit *A, B, C, D* bezeichnet. Die Hölzer wurden so lange im Trockenraume unter der Luftpumpe gelassen, resp. wieder dahin gebracht, bis ein Gewichtsverlust nicht mehr nachzuweisen war. Aus der gesättigten feuchten Luft wurden die Hölzer entfernt, wenn nach Verlauf mehrerer Tage eine Ausdehnung nicht mehr zu constatiren war.

III. Maximalausdehnungen zwischen trockenem und feuchtem Zustande.

Um zu ermitteln, welchen Einfluss völlige Durchtränkung der Hölzer mit Wasser auf den Längenzustand ausübt, wurden dieselben Hölzer, welche erst in feuchter Luft waren, unter den Recipienten der Luftpumpe in Wasser gelegt. Die in solcher Weise im Wasser liegenden Hölzer verloren nach einiger Zeit ausnahmslos die Fähigkeit zu schwimmen. Bei der Austrocknung war mit dem Minimalgewicht stets auch die Minimallänge erreicht. Die Tabellenangaben reichen bis zur beendeten Längenzunahme durch Feuchtigkeit. Die ursprünglich in drei Decimalstellen von mir berechneten Tabellen sind nachträglich auf zwei Stellen reducirt worden.

1. Nussbaum.

Tabelle 1.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,31	2,35	1,19	—	—	—
Getrocknet 1 Tag	197,17	0,20	—	—	—	—
„ 2 Tage	196,96	—	—	—	—	—
„ 3 „	196,97	—	—	2,66	—	—
In gesättigter Luft						
nach 6 Tagen	200,82	3,86	1,96	3,54	87	32,7
„ 7 „	200,91	3,94	2,01	3,56	90	33,8
„ 15 „	201,02	4,06	2,07	3,60	93	35,0
„ 18 „	201,04	4,07	2,08	3,60	94	35,1
Getrocknet nach 4 Tagen	196,99	0,03	—	2,64	— 3	—

Bemerkung. Die Längfasern sind etwas gewellt.

Tabelle 2.

Lufttrocken	199,58	2,13	1,08	2,97	42	16,3
Getrocknet 3 Tage	197,45	—	—	2,55	—	—
In gesätt. Luft nach 5 T.	200,95	3,50	1,77	3,46	91	35,5
„ „ „ „ 8 „	200,98	3,52	1,78	3,48	92	36,2
„ „ „ „ 11 „	201,02	3,56	1,80	3,49	93	36,5
„ „ „ „ 14 „	201,04	3,59	1,82	3,50	95	37,1
Voll Wasser	201,10	3,65	1,85	7,08	451	176,4
Getrocknet 3 Tage	197,50	0,05	—	2,55	—	—
Lufttrocken nach 90 Tagen	199,65	2,20	1,11	3,00	45	17,9

Bemerkung: Fasern gewellt.

Tabelle 3.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,24	1,08	0,54	2,80	28	11,5
Getrocknet 6 Tage . .	199,16	—	—	2,52	—	—
In gesättigter Luft nach						
$\frac{1}{4}$ Tage (6 Std.)	200,10	0,94	0,47	2,78	26	10,6
1 " "	200,93	1,76	0,89	3,10	58	23,7
2 Tagen	201,04	1,88	0,94	3,26	74	30,0
3 " "	201,10	1,94	0,97	3,31	79	32,0
7 " "	201,12	1,96	0,99	3,37	66	34,8
Voll Wasser	201,22	2,06	1,00	6,80	428	174,9
Getrocknet 4 Tage . .	198,92	—0,25	—	2,51	—1	—

Bemerkung: Fasern gerade.

Tabelle 4.

Lufttrocken	200,22	1,22	0,61	2,66	28	12,0
In gesätt. Luft nach 1 T.	200,92	1,92	0,96	3,02	65	27,2
" " " " 2 "	201,08	2,08	1,05	3,10	73	30,6
" " " " 3 "	201,15	2,15	1,08	3,16	79	33,2
" " " " 5 "	201,23	2,23	1,12	3,21	84	35,5
" " " " 10 "	201,23	2,23	1,12	3,25	88	37,0
Getrocknet 10 Tage . .	199,00	—	—	2,37	—	—
Voll Wasser	201,81	2,31	1,16	7,04	467	196,8

Bemerkung: Fasern gerade.

Aus allen vier Tabellen geht in Uebereinstimmung hervor, dass mit jeder Längenänderung auch stets eine Gewichtsveränderung verknüpft ist, und zwar in dem gleichen Sinne. In den Tabellen 1 und 2 sind die Stäbchen bei der zweiten Austrocknung ziemlich genau in den Zustand der ersten Austrocknung in Betreff der Länge zurückgekehrt, bei Tab. 2 kehrt auch die Gewichtszahl fast genau wieder. Bei allen vier Tabellen ist bemerkenswerth, dass der Zustand der Zustand der ersten Länge erst bei völliger Durchtränkung mit Wasser eintritt. Die Bildung von Pilzwuchs erlaubte nicht, die Stäbchen noch längere Zeit der gesättigten feuchten Luft auszusetzen. Bei den meisten der im Folgenden aufgeführten Beobachtungen, die sich auf andere Hölzer beziehen, stimmt hingegen die in der gesättigten Luft erlangte grösste Ausdehnung mit der durch völlige Durchtränkung erzielten gut überein. Ich neige daher zu

2. Mahagoni. Tabelle 5.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	K	Differenzen in Theilen des Mikroskops				Längenunter- schiede gegen den I. trockenen Zu- stand in mm	Proc.	Ge- wichte in g	Gewichts- differenzen in 1/100 g	Proc.
			A	B	C	D					
Lufttrocken	200,18	—	—	—	—	—	0,82	0,41	—	—	—
Getrocknet 1 Tag . . .	199,56	—	— 6,6	6,2	6,5	6,9	0,20	0,10	—	—	—
„ „ 3 Tage . . .	199,37	—	— 1,8	1,8	2,5	2,2	—	—	3,10	—	—
Gesätt. Luft nach 6 Tagen	200,43	—	+ 11,2	10,8	11,7	11,5	1,07	0,54	3,73	62	20,0
„ „ 15 „ . . .	200,48	—	+ 0,9	0,2	0,5	0,5	1,12	0,56	3,90	80	25,7
Getrocknet 4 Tage . . .	199,35	1	— 12,4	11,0	12,2	13,0	— 0,02	—	3,11	+ 1	—

Tabelle 6.)

Lufttrocken	199,97	—	—	—	—	—	0,81	0,41	3,81	41	12,0
Getrocknet 5 Tage . . .	199,16	—	— 8,0	8,7	8,8	8,8	—	—	3,40	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tag	200,15	—	+ 9,8	10,6	10,7	10,6	0,99	0,50	3,96	55	16,3
„ „ 2 Tag.	200,26	—	+ 1,2	1,2	1,2	1,1	1,10	0,55	4,04	64	18,9
„ „ 3 Tag.	200,28	—	+ 0,1	0,3	0,2	0,3	1,12	0,56	4,10	69	20,4
Getrocknet 4 Tage . . .	199,15	—	— 11,9	12,0	11,8	12,3	— 0,01	—	3,43	+ 3	—
Voll Wasser	200,28	—	+ 11,8	11,8	11,8	12,3	1,11	0,56	5,65	225	66,1
Lufttrocken nach 75 Tg.	200,05	—	— 2,9	2,0	1,7	2,8	0,89	0,45	3,90	50	14,7
„ „ 80 „	199,77	—	— 2,9	3,0	3,1	3,0	0,61	0,30	3,74	34	10,0

Tabelle 7.

Lufttrocken	199,74	—	— 5,8	5,3	5,0	4,9	0,50	0,25	3,32	30	9,9
Getrocknet 6 Tage . . .	199,25	—	—	—	—	—	—	—	3,02	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	199,50	—	+ 3,3	2,7	2,5	2,2	0,25	0,13	3,52	20	6,7
„ „ 1 Tag	199,86	—	+ 3,5	4,0	3,7	3,8	0,61	0,30	3,52	50	16,7
Voll Wasser	199,91	11	+ 0,3	0,5	0,5	0,3	0,66	0,33	3,66	65	21,4
Getrocknet 4 Tage . . .	199,83	11	— 12,8	10,7	11,0	12,6	— 0,42	—	5,82	280	92,8
									3,01	— 1	—

Bemerkung: 1) Das Holz hing vom 3. Tage an ausserdem noch 9 Tage lang in der gesättigten Luft, ohne weitere Längenänderung.

der Ansicht, dass es auch bei dem Nussbaumholz gelingen würde, die grösstmögliche Ausdehnung schon durch Feuchtigkeitsaufnahme aus der gesättigten Luft zu erzielen, wenn sich die Pilzbildung, welche die Hölzer chemisch zu verändern droht, vermeiden liesse. (Siehe die Tab. 5, 6, 7 auf p. 372).

Während die Stäbchen von Tab. 5 und 6 bei der zweiten Austrocknung die bei der ersten Austrocknung angenommene Länge ziemlich genau wieder annahmen, ist dies bei dem Stäbchen von Tab. 7 nicht der Fall. Hier wiederholt sich nur das Gewicht wieder ziemlich genau, im Längenzustand ist eine wesentliche Verkürzung gegen die erste Austrocknung geschehen. Die weiteren Beobachtungen desselben Stückes in lufttrockenem Zustande, bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit, zeigen aber offenbar, dass das Holz sich nicht dauernd verändert hatte.

3. Eiche.

Tabelle 8.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,47	0,50	0,25	—	—	—
Getrocknet 1 Tag . . .	199,13	0,17	0,08	—	—	—
„ 2 Tage . . .	199,03	0,06	0,03	—	—	—
„ 3 „ . . .	199,00	0,03	0,01	—	—	—
„ 6 „ . . .	198,97	—	—	2,93	—	—
In gesätt. Luft nach 5 T.	199,64	0,67	0,34	3,82	89	30,3
„ „ „ „ 11 „	199,64	0,68	0,34	3,90	96	32,9
„ „ „ „ 28 „	199,67	0,70	0,35	4,05	111	37,9
Voll Wasser	199,67	0,70	0,35	7,98	504	172,0
Lufttrocken nach 80 Tag.	199,53	0,56	0,28	3,44	51	17,4

Tabelle 9.

Lufttrocken	201,01	0,54	0,27	2,99	35	18,1
Getrocknet 6 Tage . . .	200,47	—	—	2,64	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tag	201,22	0,75	0,37	3,10	46	17,5
„ „ „ „ 2 Tg.	201,38	0,91	0,45	3,28	64	24,4
Getrocknet 4 Tage . . .	200,47	+0,00	—	2,67	+3	—
Voll Wasser	201,36	0,89	0,45	4,39	175	66,6
Lufttrocken nach 75 Tg.	201,16	0,69	0,34	3,06	43	16,1
„ „ „ „ 80 „	201,04	0,57	0,28	2,91	27	10,8

Bemerkung: Der Längenzustand am 2. Tage in gesättigter Luft war bis zum 6. Tage nicht weiter verändert.

Tabelle 10.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,39	0,71	0,35	3,02	45	17,4
Getrocknet 5 Tage . .	199,68	—	—	2,58	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	200,01	0,34	0,17	2,81	23	8,8
" " " " 1 Tag	200,41	0,73	0,37	3,13	55	21,4
" " " " 3 Tg.	200,53	0,86	0,43	3,28	71	27,4
" " " " 6 "	200,63	0,95	0,46	3,40	83	32,0
" " " " 7 "	200,65	0,97	0,49	3,45	87	33,7
Getrocknet 6 Tage . .	199,70	+0,02	—	2,59	+ 1	—
Voll Wasser	200,65	0,97	0,49	5,70	312	121,1

In allen drei Fällen bei Tab. 8, 9, 10 stimmen die in der gesättigten Luft erreichten Maximallängen mit den durch völlige Durchtränkung erreichten gut überein. Bemerkenswerth ist die Raschheit, mit der bei Tab. 9 das Maximum in der gesättigten Luft erreicht wurde.

4. Weissbuche.

Tabelle 11.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,30	0,53	0,27	3,80	53	16,2
Getrocknet 6 Tage . .	198,77	—	—	3,27	—	—
In gesätt. Luft nach 5 T.	199,44	0,67	0,34	4,32	105	32,0
" " " " 8 "	199,45	0,68	0,34	4,34	106	32,5
Voll Wasser	199,44	0,66	0,33	7,06	378	115,5
Trocken	198,70	-0,07	—	3,28	—	—
Lufttrocken nach 75 Tg.	199,31	0,53	0,27	3,84	57	17,3

Tabelle 12.

Lufttrocken	201,02	0,44	0,22	3,86	44	13,0
Trocken 6 Tage . . .	200,58	—	—	3,42	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tag	201,21	0,62	0,31	4,19	77	22,6
" " " " 2 Tg.	201,22	0,64	0,32	4,30	88	25,8
" " " " 3 "	201,24	0,66	0,33	4,44	102	29,9
" " " " 4 "	"	"	"	4,49	107	30,7
" " " " 5 "	201,25	0,66	0,33	4,52	110	32,1
Getrocknet 4 Tage . .	200,52	-0,06	—	3,44	+ 2	—
Voll Wasser	201,25	0,66	0,33	7,45	408	119,5
Lufttrocken nach 75 Tg.	201,08	0,50	0,25	4,04	62	18,2
" " 80 "	200,99	0,41	0,20	3,79	38	11,1

Tabelle 13.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	198,34	0,56	0,29	4,29	64	17,4
Trocken	197,77	—	—	3,65	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	198,11	0,34	0,17	4,01	36	9,8
" " " " 1 Tg.	198,38	0,61	0,32	4,64	99	27,1
" " " " 2 "	198,44	0,67	0,42	4,78	113	31,0
Voll Wasser	198,44	0,67	0,42	8,06	441	120,7
Lufttrocken	198,11	0,34	0,17	4,00	35	10,0

In Tab. 11 ist das Stäbchen voll Wasser etwas kürzer, als im Endzustande in der gesättigten Luft; in Tab. 12 und 13 stimmt der Endzustand mit der im Wasser erlangten Länge überein.

5. Erle.

Tabelle 14.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,28	0,49	0,25	—	—	—
Getrocknet 1 Tag . . .	198,87	0,09	0,04	—	—	—
" " 2 Tage	198,79	0,00	0,00	—	—	—
" " 3 "	198,78	—	—	2,57	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Tg.	199,48	0,70	0,35	3,57	101	39,3
Voll Wasser	199,48	0,70	0,35	7,41	484	188,7
Trocken (5 Tage) . . .	198,77	—0,01	—	2,50	—6	—
Lufttrocken nach 65 Tg.	199,34	0,56	0,28	2,92	35	13,8

Das Stäbchen von Tab. 14 hat über 3 Wochen lang in Wasser gelegen. Es ist bemerkenswerth, dass danach die Fähigkeit der Längenänderung nicht verändert ist.

Tabelle 15.

Lufttrocken	200,34	0,34	0,17	3,00	33	12,2
Getrocknet 6 Tage . . .	200,00	—	—	2,67	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	200,52	0,51	0,26	3,32	65	24,2
" " " " 2 "	200,56	0,55	0,27	3,39	72	26,9
" " " " 3 "	200,57	0,56	0,28	3,42	75	28,2
Getrocknet 4 Tage . . .	200,10	0,09	—	2,68	1	—
Voll Wasser	200,57	0,56	0,28	7,02	435	162,9
Lufttrocken nach 75 Tg.	200,49	0,48	0,24	3,10	43	16,0
" " 85 "	200,44	0,43	0,22	2,93	25	9,5

Tabelle 16.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,67	0,53	0,27	3,19	45	16,4
Trocken	199,13	—	—	2,74	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	199,45	0,31	0,16	3,03	28	10,4
" " " " 1 Tg.	199,74	0,60	0,30	3,38	64	23,4
" " " " 2 "	199,80	0,67	0,34	3,56	82	30,0
Voll Wasser	199,82	0,69	0,34	7,20	446	162,6
Getrocknet nach 12 Tg.	199,48	0,84	0,17	2,93	19	6,8

Bemerkung: Veränderte die Länge vom 2. Tage an in der gesättigten Luft während sechs weiteren Tagen nicht mehr.

6. Schwarzes Ebenholz.

Tabelle 17.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,72	0,28	0,14	—	—	—
Getrocknet 1 Tag. . . .	200,52	0,07	0,04	—	—	—
" 2 Tage	200,45	0,01	0,00	—	—	—
" 3 "	200,44	—	—	4,18	—	—
In gesätt. Luft nach 2 Tg.	200,72	0,28	0,14	4,91	72	17,4
" " " " 19 "	200,75	0,31	0,15	6,32	215	51,4
Voll Wasser	200,75	0,31	0,15	7,73	355	85,0
Lufttrocken nach 65 Tag.	200,74	0,30	0,15	4,78	60	14,3

Bemerkung: Die Ausdehnung erfolgte zwischen dem 2. und 19. Tage in der gesättigten Luft ziemlich unregelmässig auf den vier Seiten, war am 19. Tage aber erst zu Ende.

Tabelle 18.

Lufttrocken	200,90	0,38	0,19	4,48	50	12,6
Getrocknet 6 Tage . . .	200,52	—	—	3,98	—	—
In gesätt. Luft nach 5 Tg.	200,97	0,45	0,23	5,39	141	35,4
" " " " 8 "	200,99	0,47	0,23	5,55	157	39,4
" " " " 14 "	200,02	0,50	0,25	5,93	195	48,9
Voll Wasser	200,98	0,46	0,23	7,50	351	88,3
Trocken nach 3 Tagen	200,47	-0,05	—	3,88	10	—
Lufttrocken nach 65 Tag.	200,92	0,39	0,20	4,48	50	12,5

Bei Tabelle 18 ist auffällig, dass das Holz voll Wasser kürzer ist als im Maximalzustande, den es in der gesättigten Luft erreichte. Ich möchte aber aus den Resultaten der

zweiten Austrocknung schliessen, dass das Holz sich überhaupt verändert hat.

Tabelle 19.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,85	0,22	0,11	5,46	48	9,7
Trocken nach 4 Tagen	200,62	—	—	4,98	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	200,76	0,14	0,07	5,17	19	3,9
" " " " 1 Tg.	200,92	0,30	0,15	5,60	62	12,5
Voll Wasser	200,92	0,30	0,15	8,66	368	74,0
Getrocknet 4 Tage . .	200,55	-0,08	—	4,74	-24	—

Bemerkung: Zeigte nach dem 1. Tage in gesättigter Luft bei täglicher Beobachtung in weiteren 8 Tagen keine weitere Ausdehnung.

Das Stäbchen aus Tab. 19 färbte das Wasser im Gefässe, in welchem es zur Quellung bewahrt wurde, stark dunkel, sodass die Vermuthung nahe liegt, dass es von einem mit Farbe behandelten Stücke stammen möchte. Es zeigt sich, wie das Stäbchen von Tab. 18, bei der zweiten Austrocknung beträchtlich kürzer und leichter als bei der ersten. Das Stäbchen aus Tab. 18 färbte das Wasser nicht.

7. Fichte.

Tabelle 20.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,48	0,36	0,18	—	—	—
Getrocknet 1 Tag. . .	199,27	0,15	0,07	—	—	—
" 2 Tage	199,16	0,04	0,02	2,62	2	0,8
" 3 "	199,13	0,01	0,01	2,61	1	0,4
" 7 "	199,12	—	—	2,60	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Tg.	199,48	0,36	0,18	3,34	74	28,5
" " " " 16 "	199,52	0,40	0,20	3,37	77	29,8
Trocken	199,12	$\pm 0,00$	—	2,61	+1	—
Voll Wasser	199,52	0,40	0,20	7,42	482	185,8
Lufttrocken	199,48	0,36	0,18	3,05	45	17,5

Tabelle 21.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	201,01	0,23	0,11	2,77	32	13,0
Getrocknet 6 Tage . . .	200,79	—	—	2,45	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	201,03	0,24	0,12	2,97	52	21,3
„ „ „ 2 „	201,04	0,25	0,12	3,05	60	24,6
Trocken	200,80	+0,01	—	2,47	+2	—
Voll Wasser	201,02	0,23	0,12	6,80	435	177,9
Lufttrocken nach 65 Tag.	201,04	0,26	0,13	2,85	41	16,7

Tabelle 22.

Lufttrocken	200,84	0,34	0,17	3,02	44	17,3
Getrocknet	200,51	—	—	2,57	—	—
In gesätt. Luft nach 6 Std.	200,74	0,24	0,12	2,88	31	11,9
„ „ „ 1 Tg.	200,85	0,34	0,16	3,23	65	25,5
„ „ „ 2 „	200,86	0,35	0,17	3,33	76	29,6
Voll Wasser	200,86	0,35	0,17	7,20	463	179,9

8. Kiefer.

Tabelle 23.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,89	0,44	0,22	2,82	39	15,9
Getrocknet 3 Tage . . .	199,46	0,01	0,00	2,44	—	—
„ „ 5 „	199,45	—	—	2,43	—	—
In gesätt. Luft nach 5 Tg.	200,04	0,59	0,29	3,09	65	26,9
„ „ „ 8 „	200,04	0,59	0,30	3,11	67	27,7
Voll Wasser	200,04	0,59	0,30	6,69	425	174,8
Getrocknet 3 Tage . . .	199,48	+0,03	—	2,40	—3	—
Lufttrocken nach 65 Tag.	199,93	0,47	0,24	2,82	39	16,1

Tabelle 24.

Lufttrocken	200,35	0,28	0,14	2,85	34	13,7
Getrocknet 6 Tage . . .	200,07	—	—	2,51	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	200,45	0,38	0,19	3,04	53	21,3
„ „ „ 2 „	200,50	0,43	0,22	3,14	63	25,3
„ „ „ 3 „	200,51	0,44	0,22	3,17	66	26,3
Getrocknet 4 Tage . . .	200,09	+0,02	—	2,53	+1	—
Voll Wasser	200,52	0,45	0,22	6,99	448	178,5
Lufttrocken nach 75 Tag.	200,43	0,37	0,18	2,95	44	17,6
„ „ 85 „	200,47	0,40	0,20	2,80	29	11,6

Beide Kiefernstäbchen aus Tab. 23 und 24 haben offenbar eine dauernde Veränderung erlitten, wie aus der Vergleichung der Längen und Gewichte zu Anfang und Ende der Tabellen hervorgeht.

Tabelle 25.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,61	0,52	0,26	2,80	42	17,8
Trocken	199,09	—	—	2,37	—	—
In gesätt. Luft nach 6 St.	199,46	0,37	0,19	2,66	29	11,8
" " " " 1 Tg.	199,71	0,61	0,31	2,97	60	25,1
" " " " 2 "	199,76	0,67	0,34	3,01	64	27,0
" " " " 10 "	199,79	0,69	0,35	3,05	68	28,5
Voll Wasser	199,79	0,69	0,35	6,86	449	188,9
Lufttrocken	199,47	0,38	0,19	2,63	25	10,9

9. Linde.

Tabelle 26.

Lufttrocken	200,31	0,25	0,13	—	—	—
Trocken	200,04	—	—	2,60	—	—
In gesätt. Luft nach 2 Tg.	200,34	0,30	0,15	3,07	48	18,4
" " " " 9 "	200,35	0,31	0,16	3,32	72	27,9
" " " " 14 "	200,39	0,34	0,17	3,39	79	30,5
Trocken	200,02	—0,02	—	2,58	—1	—

Tabelle 27.

Lufttrocken	200,14	0,24	0,12	3,40	36	11,8
Getrocknet 6 Tage . . .	199,91	—	—	3,05	—	—
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	200,21	0,30	0,15	3,67	63	20,5
" " " " 2 "	200,23	0,32	0,16	3,82	78	25,5
Getrocknet 4 Tage . . .	199,91	±0,00	—	3,07	+2	—
Voll Wasser	200,21	0,30	0,15	7,13	330	108,5
Lufttrocken nach 65 Tag.	200,17	0,26	0,13	3,52	47	15,6

Das Stäbchen von Tab. 27 ist voll Wasser etwas kürzer als am 2. Tage in der gesättigten Luft; die Differenz ist aber in den Grenzen der möglichen Ablesungsfehler.

Tabelle 28.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,04	0,30	0,15	3,05	39	14,6
Trocken	199,74	—	—	2,66	—	—
In gesätt. Luft nach 6 St.	199,80	0,07	0,03	2,87	21	7,8
" " " " 1 Tg.	200,05	0,31	0,15	3,26	60	22,6
" " " " 2 "	200,06	0,35	0,18	3,38	72	26,9
Voll Wasser	200,06	0,32	0,16	7,13	447	167,9

10. Birnbaum.

Tabelle 29.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,39	0,27	0,13	3,38	35	11,7
Getrocknet 4 Tage . .	200,12	—	—	3,03	—	—
In gesätt. Luft nach 6 St.	200,36	0,24	0,12	3,32	29	9,5
" " " " 1 Tg.	200,47	0,35	0,17	3,72	69	22,8
Voll Wasser	200,47	0,35	0,17	6,51	348	114,9
Getrocknet 3 Tage . .	200,12	±0,00	—	3,02	—1	—

Tabelle 30.

Lufttrocken	199,09	0,33	0,17	3,34	37	12,4
In gesätt. Luft nach 2 Tg.	199,25	0,49	0,25	3,83	86	28,9
" " " " 3 "	199,27	0,51	0,26	3,87	89	30,1
Getrocknet 7 Tage . .	198,76	—	—	2,97	—	—
Voll Wasser	199,27	0,51	0,26	6,58	561	188,5

11. Apfelbaum.

Tabelle 31.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Längenunter- schiede gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen gegen den 1. trockenen Zu- stand in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	201,84	0,32	0,16	3,55	39	12,2
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	201,91	0,40	0,29	3,97	81	25,5
Trocken	201,51	—	—	3,17	—	—
Voll Wasser	s. Bemerkg.	—	—	6,26	—	—

Bemerkung: Marken zuletzt unsichtbar geworden.

Zusammenfassung der in den Tabellen 1—31 niedergelegten Resultate.

Am deutlichsten tritt aus den vorstehenden Tabellen offenbar der Umstand zu Tage, dass sämtliche der untersuchten Hölzer beträchtlichen Längenänderungen infolge von Feuchtigkeitseinwirkungen unterliegen. Bei Nussbaum- und Eichenholz sind diese Änderungen sogar unerwartet hohe. Sämtliche Hölzer zeigen nach ihrer Austrocknung eine beträchtliche Verkürzung und Gewichtsabnahme, kehren dann mit zunehmender Wasserdampfaufnahme in den alten Längen-

zustand und das alte Gewicht zurück und überschreiten diesen Längenzustand unter fortgesetzter Aufnahme von Wasserdampf. Trägt man die in Procenten ausgedrückten Feuchtigkeits- und Längenzunahmen, vom ersten trockenen Zustande an gerechnet, als Abscissen, beziehentlich Ordinaten, in Coordinatenpapier ein und verbindet die zunächst gelegenen Punkte geradlinig, so ergeben sich gebrochene Linien, die, als Curven betrachtet, ihre convexe Seite nach oben wenden, wenn die Wasseraufnahme als Abscisse, die Ausdehnung als Ordinate aufgetragen wird (siehe Fig. 14). Die Tabellenangaben enthalten die angestellten Beobachtungen nur soweit, als die Hölzer noch Längenzunahme zeigten. Die Gewichtszunahme dauerte in allen Fällen noch so lange fort, als die Hölzer in der gesättigten Luft aufbewahrt wurden, d. h. 8—14 Tage. Nach Verlauf dieser Zeit zeigten sich die Hölzer mit Pilzen beschlagen und mussten aus der gesättigten Luft entfernt werden.

Die Feuchtigkeitsaufnahme wuchs rasch, solange die Hölzer das Maximum ihrer Länge noch nicht erreicht hatten, sie machte aber von diesem Zeitpunkte an nur noch langsame Fortschritte. So wog z. B. das Weissbuchenstäbchen von Tab. 11, welches in grösster Trockenheit das Gewicht 3274 mg hatte, in gesättigter Luft:

nach	5	8	11	14	18 Tagen
	4323	4337	4343	4349	4355 mg.

Am fünften Tage war die Längenausdehnung im wesentlichen beendet, während sie am achten Tage definitiv zu Ende war.

Das Fichtenstäbchen von Tab. 21, welches getrocknet das Gewicht 2447 mg hatte, wog in der gesättigten Luft:

am	1.	2.	3.	4. Tage
	2969	3050	3081	3105 mg.

Vom zweiten Tage an zeigte sich die Länge constant.

Es ist ferner bemerkenswerth, dass mit Ausnahme des Ebenholzes, welches höhere Werthe zeigt, die bis zur beendeten Längenausdehnung beobachtete Feuchtigkeitszunahme durchschnittlich etwa 30 Proc. des Gewichtes des trockenen Holzes beträgt.

Des weiteren geht aus den Tabellen hervor, dass die grössten Längenausdehnungen, deren die Hölzer in Richtung ihrer Fasern durch Feuchtigkeitsaufnahme, aus der mit Wasserdampf gesättigten Luft fähig sind, durch völlige Durchtränkung mit Wasser nicht weiter vergrössert werden können. Die Längenänderung erfolgt eben infolge der Feuchtigkeit, welche die Holzzellwand aufzunehmen vermag, während das Wasser, welches die Hohlräume des Holzes ausfüllt, für die Grössenänderung ohne Einfluss ist. Dass die Abweichung hiervon bei dem Nussbaumholze wahrscheinlich nur eine scheinbare ist, ist früher (p. 373) bemerkt worden.

Der Gedanke ist wohl naheliegend, dass der Zustand der Hölzer nach beendeter Längenausdehnung durch Feuchtigkeitsaufnahme aus der gesättigten Luft mit der hierzu erforderlichen Menge aufgenommenen Wasserdampfes dem Zustande des frischen Holzes am lebenden Baume entspricht.¹⁾

Besondere Erwähnung verdient fernerhin der Umstand, dass die Hölzer durch den Verlust sowohl, als die Aufnahme von Feuchtigkeit nicht dauernd verändert werden, sondern fähig sind, denselben Längenzustand mit dem entsprechenden Gewichte wiederholt anzunehmen.

IV. Längenänderungen der Hölzer infolge der Schwankungen der Luftfeuchtigkeit.

Die Empfindlichkeit der Hölzer für die Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit ist bei den Hölzern am grössten, welche im vorigen Abschnitt die grössten Längenänderungen infolge von Feuchtigkeitsaufnahme aus der gesättigten feuchten Luft aufwiesen. Allen Holzarten steht auch hier das Holz des Nussbaumes, welches bei einer Aenderung der relativen Luftfeuchtigkeit von 0,802 zu 0,570 bei einer Länge von ca. 200 mm eine Längendifferenz von fast 0,6 mm, also 0,3 Proc. der Länge zeigt.

1) Vgl. J. Sachs; Ueber die Porosität des Holzes. Arb. d. botan. Inst. in Würzb. 2. 1882.

Diese Beobachtungen wurden nur im Sommer angestellt, weil in dieser Jahreszeit die beträchtlichsten Schwankungen der Luftfeuchtigkeit vorzukommen pflegen und keine Zimmerheizung störend einwirkt. Die Bestimmungen der Feuchtigkeit wurden mit dem Psychrometer vorgenommen, sind natürlich aber mit den Unsicherheiten behaftet, welche sich bei solchen Beobachtungen innerhalb geschlossener Räume nicht vermeiden lassen. Die Berechnung der absoluten Luftfeuchtigkeit fand unter Vernachlässigung der Barometerschwankungen nach der Formel statt:

$$f = f' - 0,64(t - t'),$$

wobei f' das Maximum der Luftfeuchtigkeit bei der Temperatur t' , und t die Zimmertemperatur bedeutet. Der Maassstab ist auf constante Temperatur reducirt. Die ersten drei Tabellen, 32, 33 und 34, enthalten die relative Luftfeuchtigkeit und die mittlere Länge des auf den vier Seiten gemessenen Stäbchens und einzelne zugehörige Gewichtsbestimmungen.

Die relative Luftfeuchtigkeit f/f_0 ist stets aus mehreren Psychrometerbeobachtungen als Mittelwerth berechnet worden. Eine dieser Psychrometerbeobachtungen wurde ungefähr eine Stunde vor Beginn der Messung, die andere unmittelbar vor oder nach dieser vorgenommen. f/f_0 ist das Maximum des möglichen Wassergehaltes bei der Lufttemperatur t .

Tabellen 32. 33. 34.

T a g	Nussbaum			Mahagoni			Ebenholz		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
12. Juli	199,24		—	199,03		—	199,45		—
0,68 18,2		+0,19			+0,04			+0,03	
13. Juli	43		—	07		—	48		—
0,77 17,6		+0,08			±0,00			±0,00	
14. Juli	51		—	07		—	48		—
0,80 17,5		-0,28			-0,06			-0,05	
15. Juli	23		—	01		—	43		—
0,66 17,4		+0,20			+0,06			+0,04	
16. Juli	199,43		—	199,07		—	199,47		—
0,78 17,3		±0,00			±0,00			±0,00	

(Fortsetzung der Tabelle von p. 383.)

Tag <i>f/f₀</i> <i>t</i>	Nussbaum			Mahagoni			Ebenholz		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
17. Juli	199,48	±0,00	3,53	199,07	±0,00	3,41	199,47	±0,00	4,54
0,76 16,6		+0,23			+0,02			+0,01	
21. Juli	66	—	—	08	—	—	48	—	—
0,80 20,4									
22. Juli	71	—	—	12	—	—	49	—	—
0,82 21,2									
26. Juli	63	—	3,57	12	—	3,43	48	—	4,58
0,80 19,7									
29. Juli	06	—	3,45	01	—	3,36	44	—	4,50
0,57 18,6									
9. Aug.	58	—	3,56	10	—	3,42	48	—	4,58
0,83 17,4									
12. Aug.	199,41	—	3,52	199,08	—	3,40	199,46	—	4,55
0,70 18,4									

Tabellen 35. 36. 37.

Tag <i>f/f₀</i> <i>t</i>	Eiche			Linde			Kiefer		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
14. Juli	200,30	—	—	199,98	—	—	199,58	—	—
0,80 17,5									
15. Juli	27	—	—	199,98	—	—	53	—	—
0,66 17,4									
17. Juli	33	—	—	200,01	—	3,02	57	—	—
0,76 16,6									
22. Juli	42	—	—	200,02	—	—	60	—	—
0,81 21,2									
26. Juli	42	—	3,04	200,03	—	3,07	60	—	2,82
0,80 19,7									
29. Juli	24	—	2,94	199,98	—	2,96	51	—	2,72
0,57 18,6									
9. Aug.	48	—	3,01	200,01	—	3,05	59	—	2,80
0,79 19,7									
12. Aug.	29	—	2,97	199,97	—	3,00	55	—	2,75
0,58 18,7									
Im Vacuum getrocknet	199,68	—	2,58	199,74	—	2,66	09	—	2,37
In gesättigter feuchter Luft	200,85	—	3,45	200,06	—	3,38	199,78	—	3,05

Tabellen 38. 39. 40.

T a g <i>f/f₀</i> <i>t</i>	Erle			Weissbuche			Rothbuche		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
12. Juli	199,59		—	—		—	—		—
0,68 18,2		+0,02	—	—	—	—	—	—	—
13. Juli	61		—	—		—	—		—
0,77 17,6		+0,01	—	—	—	—	—	—	—
14. Juli	62		—	198,32		—	199,26		—
0,80 17,5		—0,05	—		—0,05	—		—0,02	—
15. Juli	57		—	27		—	24		—
0,66 17,4		+0,05	—		+0,07	—		+0,03	—
16. Juli	62		—	34		—	27		—
0,78 17,3		—0,01	—		+0,01	—		±0,00	—
17. Juli	61		3,16	35		4,24	27		4,54
0,76 16,6		+0,04	—		+0,01	—		—	—
21. Juli	65		—	36		—	—		—
0,80 20,4		+0,02	—		±0,00	—		+0,02	—
22. Juli	67		—	36		—	29		—
0,81 21,2		—0,02	—		±0,00	—		—0,03	—
26. Juli	65		3,20	36		4,30	26		4,61
0,80 19,7		—0,07	—		—0,10	—		—0,06	—
29. Juli	58		3,09	26		4,14	20		4,47
0,57 18,6		+0,06	—		+0,08	—		+0,05	—
9. Aug.	64		3,19	34		4,28	25		4,59
0,83 17,4		—0,02	—		—0,02	—		—0,02	—
12. Aug.	62		3,16	32		4,24	23		4,51
0,70 18,4		—0,49	—		—0,55	—		—	—
Im Vacuum getrocknet	13		2,74	197,77		3,65	—		—
In ges. f. Luft ausgedehnt	199,80	+0,67	3,56	198,44	+0,67	4,78	—	—	—

Tabellen 41. 42. 43.

T a g <i>f/f₀</i> <i>t</i>	Fichte			Ahorn			Pappel		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
16. Juli	—		—	199,74		—	—		—
0,78 17,3		—	—		±0,00	—		—	—
17. Juli	200,81		—	74		—	200,98		—
0,76 16,6		±0,00	—		+0,01	—		+0,05	—
22. Juli	200,81		—	199,75		—	201,03		—
0,81 21,2		+0,02	—		±0,00	—		—0,03	—

(Fortsetzung der Tabelle p. 385.)

T a g <i>f/f₀</i> <i>t</i>	F i c h t e			A h o r n			P a p p e l		
	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g	mittl. Länge mm	Diff. mm	Ge- wicht g
26. Juli 0,80 19,7	200,83	+0,02	3,04	199,75	±0,00	4,36	201,00	-0,03	3,87
29. Juli 0,57 18,6	82	-0,01	2,93	72	-0,03	4,21	200,89	-0,11	3,73
9. Aug. 0,79 19,7	82	±0,00	3,02	75	+0,03	4,32	200,96	+0,07	3,84
12. Aug. 0,58 18,7	81	-0,01	2,97	199,73	-0,02	4,26	200,92	-0,04	—
Im Vacuum getrocknet	51	-0,30	2,57	—	—	—	—	—	—
In ges. f. Luft ausgedehnt	200,86	+0,35	3,33	—	—	—	—	—	—

Aus den vorstehenden Tabellen 32—43 ist ersichtlich, dass sich die Längen der untersuchten Hölzer ebenso wie deren Gewichte in beträchtlicher Weise im Sinne der veränderlichen relativen Luftfeuchtigkeit verändern, und zwar ist nahezu Proportionalität vorhanden. Dass diese Proportionalität sich nur annähernd nachweisen lässt, liegt, abgesehen von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, wohl hauptsächlich daran, dass die Holzstäbchen ihren Feuchtigkeitszustand und damit Länge und Gewicht nicht so rasch wechseln können, als sich der relative Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft ändert. Tritt aber ein Wechsel im relativen Feuchtigkeitsgehalte der umgebenden Luft ein, so werden sich zunächst die äussersten Faserschichten der Hölzer dieser Aenderung anpassen, während die inneren Schichten erst später nachzufolgen vermögen. Diese unvermeidliche Fehlerquelle ist natürlich auch bei den im vorigen Abschnitte mitgetheilten Untersuchungen wirksam gewesen, hat sich jedoch dort nicht so störend erweisen können, weil es sich dort um stärkere Differenzen handelt, und die Hölzer sich lange Zeit in der gesättigten feuchten Luft befanden. Der Fehler wird jedenfalls um so grösser, je stärker die untersuchten Stäbe gewählt werden.

Dass sich die Schwankungen der Längen dem relativen Feuchtigkeitsgehalte der Luft proportional verhalten würden, war von vornherein wahrscheinlich. Die Hölzer besitzen, wenn der Ausdruck erlaubt ist, eine gewisse hygroskopische Kraft. Diese Kraft wird um so mehr Feuchtigkeit anziehen können, je näher die Luft ihrem Sättigungspunkte ist, sie wird die Feuchtigkeit um so weniger festzuhalten im Stande sein, je mehr der Sättigungsgrad der Luft herabsinkt.

Am unempfindlichsten gegen Längenänderungen, dabei aber ziemlich empfindlich für Gewichtsänderungen im Sinne der schwankenden relativen Luftfeuchtigkeit, zeigen sich Ahorn, Rothbuche, Kiefer und Fichte. Diese Holzarten dürften sich daher zur Anfertigung hölzerner Maassstäbe am meisten empfehlen. Als praktisches Resultat ergibt sich aus den beiden vorstehenden Abschnitten, dass Holz als ein geeignetes Material für Anfertigung von Maassstäben oder auch für Träger von solchen nicht betrachtet werden kann. Für feinere Messzwecke muss es überhaupt als untauglich erklärt werden, es sei denn, dass es in Räumen und unter Umständen gebraucht werde, welche einen Wechsel der relativen Luftfeuchtigkeit nicht gestatten. Es mag gestattet sein, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, dass in Anbetracht der vorkommenden grossen Längendifferenzen, welche Hölzer in feuchtem und trockenem Zustande aufweisen, jeder Holzdielenbelag in physikalischen Beobachtungsräumen auf die Genauigkeit der Resultate störend einwirken kann. Als Vorsichtsmaassregel möchte zu empfehlen sein, die Dielenbretter nicht in Längen von mehreren Metern aus einem Stücke, sondern in Aneinandersetzungen von kürzeren Brettern zu verwenden.

V. Verhalten von Ahorn, Rothbuche, Pappel und Pflaume.

Das Holz von Ahorn, Rothbuche, Pappel und Pflaumenbaum zeigte sich bei den Untersuchungen abweichend von dem Verhalten der im dritten Abschnitte behandelten Holzarten. Während letztere Hölzer nach der durch die Austrocknung hervorgerufenen Verkürzung sich durch Wasserdampfaufnahme wieder soweit verlängerten, dass sie den

ursprünglichen Längenzustand, den sie lufttrocken besaßen, wieder erreichten und bei weiterer Wasserdampfaufnahme überschritten, vermochten die obengenannten Hölzer den ursprünglichen lufttrockenen Längenzustand nach der Austrocknung nicht wieder zu erreichen, obwohl sie an Gewicht infolge von aufgenommenem Wasserdampf erheblich zunahmen. Dabei ist jedoch bemerkenswerth, dass die Ursache dieser Erscheinung bei dem Pflaumenholz eine andere zu sein scheint, als bei den übrigen Holzarten, die die gleiche Eigenthümlichkeit aufweisen. Ahorn, Rothbuche und Pappel zeigen nach der infolge von Wasserentziehung bemerkbaren Zusammenschrumpfung bei erneuter Wasseraufnahme wohl eine Längenzunahme, diese Zunahme bleibt aber kleiner, als die vorherige Einschrumpfung war. Wurden Stäbchen aus diesen Holzarten, ohne vorherige Austrocknung, in gesättigte feuchte Luft oder ins Wasser gebracht, so zeigten sie bei Gewichtszunahme auch eine Längenzunahme. Eine zweite Austrocknung führte bei diesen Hölzern gewöhnlich zu viel beträchtlicheren Verkürzungen, als bei der ersten Austrocknung erreicht werden konnte. Bei keinem dieser Hölzer war es jedoch möglich, nachzuweisen, dass eine Verkürzung infolge von Wasseraufnahme stattfand.

Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei den untersuchten Pflaumenholzstäbchen. Auch hier wird nach erfolgter Austrocknung bei erneuter Wasseraufnahme zuerst eine Längenzunahme bemerkbar, welche aber hinter dem Betrage der erst erfolgten Verkürzung zurückbleibt, es zeigt sich jedoch, dass bei weiterer Wasserdampfaufnahme sich das Stäbchen von neuem verkürzt.

Mit dieser Beobachtung stimmt auch die Thatsache überein, dass ein in lufttrockenem Zustande befindliches Stäbchen, nachdem es in die gesättigte feuchte Luft gebracht war, unter wachsendem Gewichte eine deutliche Abnahme der Länge zeigte.

Allen diesen Hölzern ist offenbar durch die völlige Wasserentziehung eine innere dauernde Veränderung zugefügt worden, welche sich durch nachherige erneute Aufnahme von Wasser nicht wieder ausgleichen lässt. Bei dem Pflaumen-

holz tritt die merkwürdige Erscheinung hinzu, dass es durch Wasseraufnahme kürzer zu werden vermag. Sogar die Pflaumenholzstäbchen, welche in lackirtem und polirtem Zustande in die gesättigte feuchte Luft gebracht wurden, zeigten eine weit über die möglichen Beobachtungsfehler hinausgehende Verkürzung, nachdem die Feuchtigkeit durch Lack und Politur diffundirt war (siehe nächsten Abschnitt). Im Folgenden sind einige Tabellen aus dem zahlreicheren Beobachtungsmaterial aufgeführt, aus denen obige Ausführungen erhellen.

Ahorn.
Tabelle 44.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		1/10 g	Proc.
Lufttrocken	199,62	+ 0,31	0,15	4,07	45	12,4
Getrocknet 5 Tage . . .	199,31	—	—	3,62	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Tagen	199,58	+ 0,26	0,13	4,68	106	29,3
" 9 "	199,59	+ 0,28	0,14	4,69	107	29,5
Voll Wasser	199,58	+ 0,26	0,13	7,62	399	110,2
Getrocknet	199,31	± 0,00	—	3,55	—7	—
Nach 65 Tag. lufttrocken	199,64	+ 0,33	0,16	4,15	53	14,6

Tabelle 45.

Lufttrocken	199,76	0,28	0,14	4,33	62	16,7
Getrocknet 5 Tage . . .	199,48	—	—	3,71	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	199,67	0,19	0,10	4,04	33	8,8
" 1 Tage	199,67	0,19	0,10	4,40	69	18,6
" 4 Tagen	199,70	0,22	0,11	4,94	123	33,0
Getrocknet 6 Tage . . .	199,51	+ 0,03	—	3,71	—0	—
Voll Wasser	199,70	0,19	0,10	7,46	375	100,9

Tabelle 46.

Lufttrocken	200,87	0,43	0,21	2,83	34	13,7
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	201,02	0,58	0,29	2,95	47	18,7
" 1 Tage	201,12	0,67	0,34	3,17	68	27,4
" 2 Tagen	201,13	0,69	0,34	3,21	73	29,2
Getrocknet 4 Tage . . .	200,44	—	—	2,48	—	—

Tabelle 47.

Lufttrocken	200,81	0,53	0,26	2,94	41	16,3
In gesätt. Luft nach 1 Tg.	200,96	0,68	0,34	3,19	66	26,3
" " " 5 "	201,02	0,74	0,37	3,65	112	35,4
Getrocknet 6 Tage . . .	200,28	—	—	2,53	—	—

Rothbuche.

Tabelle 48.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,24	0,63	0,32	4,61	65	16,4
Getrocknet 5 Tage . . .	198,60	—	—	3,96	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden	198,79	0,19	0,10	4,26	30	7,6
„ 1 Tage	199,07	0,47	0,24	4,70	74	18,6
„ 2 Tagen	199,08	0,48	0,24	5,13	117	29,5
„ 5 „	199,13	0,53	0,27	5,32	135	34,2
Getrocknet 6 Tage . . .	198,25	-0,35	-0,17	3,97	+1	—
Voll Wasser	198,85	0,25	0,13	7,82	386	97,4

Besonders auffällig ist in vorstehender Tabelle die starke Einschrumpfung bei der zweiten Austrocknung, obwohl fast genau das Gewicht wie bei der ersten Austrocknung vorhanden ist.

Tabelle 49.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,77	0,59	0,29	4,52	55	13,9
Getrocknet 3 Tage . . .	199,21	0,03	0,01	3,98	1	—
„ 6 „	199,19	—	—	3,97	—	—
In gesätt. Luft nach 5 Tg.	199,53	0,34	0,17	5,29	132	33,2
Voll Wasser	199,42	0,24	0,12	7,81	384	96,7
Getrocknet 3 Tage . . .	198,47	-0,72	-0,36	3,98	1	—
Lufttrocken nach 65 Tag.	198,91	-0,28	0,14	4,59	62	15,6

Auch hier ist bei der zweiten Austrocknung fast genau das Gewicht wie bei der ersten Austrocknung vorhanden, aber die Einschrumpfung bei der zweiten Austrocknung ist noch grösser als bei der vorigen Tabelle.

Tabelle 50.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	199,83	0,40	0,20	2,75	36	15,3
In ges. feucht. Luft n. 1 T.	199,95	0,52	0,26	2,99	60	25,2
„ „ „ „ 6 „	200,00	0,58	0,29	3,12	74	31,0
Getrocknet 6 Tage . . .	199,43	—	—	2,38	—	—
Voll Wasser	200,01	0,57	0,29	5,80	341	143,1

Tabelle 51.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,19	0,62	0,31	2,69	31	13,0
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	200,32	0,75	0,38	2,82	44	18,3
„ 1 Tage	200,45	0,88	0,44	3,03	65	27,3
„ 2 Tagen	200,48	0,91	0,46	3,05	67	28,3
„ 3 „	200,48	0,91	0,46	3,16	78	32,6
„ 4 „	200,48	0,92	0,46	3,19	81	34,2
Getrocknet $\frac{1}{2}$ Tag . . .	200,06	0,50	0,45	2,62	24	10,0
„ 6 Tage	199,57	—	—	2,38	—	—
Voll Wasser	200,48	0,92	0,46	5,80	342	143,9

In Tab. 50 und 51 ist bemerkenswerth, dass die Hölzer nach der Austrocknung im Wasser genau die Länge annehmen, welche sie in der gesättigten feuchten Luft angenommen hatten.

Pappel.

Tabelle 52.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in mm	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
		mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	200,94	0,83	0,21	3,84	54	16,5
Getrocknet 5 Tage . . .	200,30	—	—	3,30	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	200,46	0,15	0,07	3,55	25	7,6
„ 1 Tage	200,68	0,37	0,18	3,90	60	18,2
„ 3 Tagen	200,74	0,43	0,21	4,20	91	27,5

Tabelle 53.

Lufttrocken	200,51	0,35	0,18	3,30	43	15,1
Getrocknet 5 Tage . . .	200,16	—	—	2,87	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 3 Tagen	200,23	0,07	0,04	3,74	87	30,4
Voll Wasser	200,23	0,07	0,04	6,98	411	143,5
Getrocknet 3 Tage . . .	199,32	—0,84	—0,42	2,90	3	—
Lufttrocken nach 65 Tag.	199,57	—0,59	—0,29	3,33	47	16,3

Tabelle 54.

Lufttrocken	198,90	0,40	0,20	2,80	35	14,0
In gesätt. feucht. Luft						
nach 1 Tage	198,95	0,44	0,22	3,06	60	24,6
„ 2 Tagen	198,96	0,45	0,23	3,17	72	29,4
Getrocknet 6 Tage . . .	198,51	—	—	2,45	—	—
Voll Wasser	198,94	0,43	0,22	6,00	355	144,6

Tabelle 55.

Zustand des Holzes	Mittlere Länge in	Verlängerungen gegen den 1. trockenen Zu- stand in		Ge- wichte in g	Gewichtsdifferen- zen vom 1. trockenen Zu- stande aus in	
	mm	mm	Proc.		$\frac{1}{100}$ g	Proc.
Lufttrocken	202,47	0,36	0,18	2,94	32	12,21
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	202,52	0,42	0,21	3,07	45	17,1
„ 1 Tage	202,57	0,46	0,23	3,32	70	26,8
„ 2 Tagen	202,58	0,47	0,23	3,39	78	29,6
„ 3 „	202,58	0,47	0,23	3,43	81	31,1
Getrocknet $\frac{1}{4}$ Tag . .	202,42	0,31	0,38	2,87	26	9,8
„ 6 Tage	202,11	—	—	2,62	—	—
Voll Wasser	202,58	0,47	0,23	6,27	365	139,8

Pflaumenbaum.

Tabelle 56.

Lufttrocken	198,30	0,27	0,17	3,53	37	11,8
Getrocknet 4 Tage . .	198,04	—	—	3,16	—	—
In gesätt. feucht. Luft						
nach 6 Stunden . . .	198,24	0,20	0,10	3,42	26	8,8
„ 1 Tage	198,22	0,18	0,09	3,86	70	22,6
„ 2 Tagen	198,18	0,14	0,07	3,96	80	25,7
„ 3 „	198,16	0,12	0,06	3,99	83	26,8
Voll Wasser	198,16	0,12	0,06	6,70	354	114,4
Getrocknet 4 Tage . .	197,98	—0,06	—0,03	3,16	—	—

Tabelle 57.

Lufttrocken	199,95	0,11	0,05	4,42	46	11,7
In gesätt. feucht. Luft						
nach 1 Tage	199,95	0,10	0,05	4,72	77	19,5
„ 2 Tagen	199,91	0,06	0,03	4,79	83	21,0
„ 3 „	199,90	0,02	0,01	4,84	88	22,2
Trocken	199,85	—	—	3,96	—	—
Voll Wasser	199,88	0,04	0,02	6,53	257	63,6

VI. Verhalten von polirten, lackirten und ölgetränkten
Hölzern.

Nach den bisher angestellten Untersuchungen lag die praktische Frage nahe, ob die Hölzer durch eine geeignete Behandlung, als z. B. Politur, Lacküberzug, Paraffin- oder Oeltränkung wirksam gegen den längenändernden Einfluss der Feuchtigkeit geschützt werden könnten. Es wurden einige Stäbchen von denselben Dimensionen, die bisher angewendet wurden, aus verschiedenen Holzarten hergestellt und sorg-

fältig und allseitig polirt, lackirt oder mit Leinöl, resp. Paraffin getränkt. Die bei gewöhnlicher Temperatur getränkten Hölzer blieben drei Tage im Oele liegen, die im heissen Leinöl getränkten Stäbchen blieben einige Minuten in dem siedenden Oele.

Das Resultat dieser Versuche besteht darin, dass sich keines der auf die angegebene Art behandelten Holzstäbchen unempfindlich gegen die Feuchtigkeitseinflüsse erwies. Nachdem die Stäbchen einige Zeit in gesättigter feuchter Luft gewesen waren, zeigten sie ausnahmslos Gewichts- und Längenänderungen wie die nicht behandelten Hölzer, nur in schwächerem Maasse. Besonders stark ist durch Politur und Lacküberzug die Ausdehnung des Nussbaumholzes verringert worden. Die Stäbchen wurden nur wenige Tage in der gesättigten feuchten Luft gelassen, während dieser Zeit zeigten sich Politur und Lacküberzug wohl erhalten.

Tabelle 58.

Art des Holzes	Art der Behandlung	L ä n g e n		G e w i c h t e	
		trocken mm	4 Tage in gesätt. Luft mm	trocken g	4 Tage in gesätt. Luft g
Nussbaum	Paraffintränkung	200,98	203,06	3,79	4,67
"	Politur	201,00	201,13	2,71	3,18
"	Lacküberzug	198,75	198,80	2,52	2,73
Mahagoni	Paraffintränkung	197,29	197,66	3,74	4,23
"	Leinöltränkung	198,84	199,07	3,61	4,07
"	Tränkung mit heissem Leinöl	197,55	197,81	3,42	3,81
"	Politur	199,16	199,53	2,86	3,20
"	Lacküberzug	198,39	198,49	2,63	2,84
Eiche	Paraffintränkung	199,54	199,95	2,55	2,98
"	Politur	198,61	198,94	2,55	2,96
"	Lacküberzug	198,53	198,77	2,32	2,53
Pappel	Tränkung mit heissem Leinöl	201,40	201,61	2,72	3,26
Pflaumen- baum	Politur	197,94	197,86	3,12	3,50
	Lacküberzug	198,55	198,51	3,00	3,22

Der Einfluss der Paraffintränkung selbst auf den Längen-
zustand war nicht festzustellen, da sich die Marken im
heissen Paraffin auflösten. Die mit Paraffin behandelten
Hölzer zeigten sich gleichmässig mit Paraffin durchdrungen

und überall einen glänzenden, fettigen Schnitt. Jedoch war allenthalben nur die Zellwand durchdrungen, die Zelllumina zeigten sich offen. Es ist bemerkenswerth, dass die Behandlung mit Paraffin die Hölzer am wenigsten vor dem Feuchtigkeitseinflusse bewahrte, obwohl sie am tiefsten in die Hölzer eindrang.

Beide Pflaumenholzstäbchen zeigen sich nach der durch Diffusion stattgefundenen Wasseraufnahme verkürzt.

Die Paraffintränkung gewährt keinen Schutz vor der Feuchtigkeit und der infolge davon stattfindenden Längenänderung. Auch die Tränkung mit Leinöl und Politur schützt nur in geringem Grade. Den relativ besten Schutz gewährt offenbar der Lacküberzug, weshalb sich dieser für hölzerne Maassstäbe besonders empfehlen dürfte.

VII. Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf Elfenbein.

Als Untersuchungsstück diente ein in der Längenrichtung des Zahnes ausgeschnittenes Lineal von 15 mm Breite, 2 mm Stärke und 300 mm Länge. Die Marken waren in derselben Weise wie auf den Holzstäbchen in Siegellack eingerissen, der aufgelöst aufgetragen worden war. Das Ausstrocknen erfolgte im Recipienten der Quecksilberluftpumpe. Das Stäbchen wurde auf seinen beiden Breitseiten gemessen und aus diesen Messungen das Mittel genommen.

Tabelle 59.

	Mittl. Länge mm	Ge- wichte g	Längenunter- schiede v. trock. Zustande aus	Gewichts- untersch. v. tr. Zust. aus
Lufttrocken	202,91	18,21	0,94%	11,9%
Getrocknet 1 Tag . .	201,56	16,96	0,27 „	4,0 „
„ 2 Tage . .	201,34	16,61	0,11 „	1,8 „
„ 3 „	201,01	16,31	—	— „
In ges. feucht. Luft 1 Tag	201,47	16,89	0,23 „	3,5 „
„ „ „ 3 Tage	203,37	19,20	1,17 „	17,7 „
„ „ „ 4 „	203,39	19,41	1,18 „	19,0 „

Die Längen zeigen sich den Gewichten sehr nahezu proportional. Elfenbein ist also in hohem Maasse hygroscopisch, wird nur von wenigen Hölzern in dieser Hinsicht über-

troffen und eignet sich daher wenig als Material für Maassstäbe.¹⁾

VIII. Schlussübersicht.

1) Innerhalb gewisser Grenzen erweist sich die Länge der Hölzer in Richtung ihrer Fasern abhängig von dem Wassergehalte der Holzzellwand, und zwar kann bei einer Wasseraufnahme von 20—30 Proc. die Längenzunahme je nach der Holzart 0,1 bis 2 Proc. betragen.

2) Die Hölzer sind am kürzesten, wenn ihnen alles Wasser entzogen ist.

3) Trockene Hölzer sind in hohem Grade hygroskopisch.

4) Die grösste Länge erreichen die Hölzer durch Aufnahme von Wasserdampf aus mit letzterem gesättigter Luft, oder durch völlige Durchtränkung mit Wasser.

5) Im allgemeinen wächst die Länge der Hölzer mit der Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes vom trockenen Zustande aus. Nachdem die Hölzer ihren grössten Längenzustand erreicht haben, dauert die Feuchtigkeitsaufnahme aus der gesättigten Luft zwar fort, geht aber viel langsamer als vordem vor sich.

6) Einige Hölzer vermögen nach ihrer völligen Austrocknung den Längenzustand, welchen sie lufttrocken besaßen, nicht wieder zu erreichen. Besonders merkwürdig ist das Verhalten des Pflaumenbaumholzes, welches nach Erreichung eines gewissen Maximums, umgekehrt proportional der Feuchtigkeitszunahme, an Länge abnimmt.

7) Längenzustand und Gewicht der Hölzer wachsen mit der relativen Feuchtigkeit der Luft und verkleinern sich mit derselben (siehe Tab. 62).

8) Die üblichen Behandlungsweisen der Hölzer mit Politur, Öltränkung, Lackirung vermögen die Hölzer vor dem Einflusse des Wasserdampfes der gesättigten Luft nicht zu bewahren. Den besten Schutz gewährt die Lackirung.

9) Elfenbein ist in der Längsrichtung des Zahnes star-

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 24. p. 24. 1885.

ken Längenänderungen im Sinne der Feuchtigkeitsänderungen unterworfen.

Als praktische Folgerung ergibt sich aus diesen Resultaten, dass bei der Verwendung von Holz zur Anfertigung von Maassstäben Vorsicht in der Auswahl der Holzarten durchaus geboten ist. Nussbaum, Mahagoni und Eiche sind für Messungszwecke überhaupt unverwendbar. Am besten dürfte sich Ahorn, Rothbuche, Fichte und Linde eignen. Diese Hölzer zeigen auch nur geringe Längenschwankungen infolge von Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit. Stets sollten aber Hölzer, die zu Messungszwecken verwendet werden, mit einem sorgfältigen Lacküberzug versehen werden. Auch bei der Verwendung von Elfenbein zu Maassstäben ist Vorsicht geboten.

Nachstehend folgen zwei Tabellen, von denen die erste die in den Tabellen 1—31 und 44—57 enthaltenen grössten Längenunterschiede mit den entsprechenden Gewichts-differenzen, beide in Procenten enthält; in der zweiten sind die aus den Tabellen 32—43 ersichtlichen grössten Längenunterschiede zusammengestellt, welche die Hölzer infolge der Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit zeigten.

Tabelle 60.

Nr. d. Tab.	Zunahmen in Proc. der		Nr. d. Tab.	Zunahmen in Proc. der	
	Längen	Gewichte		Längen	Gewichte
1. Nussbaum	2,08	35,1	18. Ebenholz	0,25	48,9
2. „	1,85	37,1		(0,23)	(39,4)
3. „	0,99	34,8	19. „	0,15	12,5
4. „	1,12	37,0	20. Fichte	0,20	29,8
5. Mahagoni	0,56	25,7	21. „	0,12	24,6
6. „	0,56	20,4	22. „	0,17	29,6
7. „	0,33	21,4	23. Kiefer	0,30	27,7
8. Eiche	0,35	37,9	24. „	0,22	26,3
9. „	0,45	24,4	25. „	0,35	28,5
10. „	0,49	33,7	26. Linde	0,17	30,5
11. Weissbuche	0,34	32,5	27. „	0,16	25,5
12. „	0,33	32,1	28. „	0,18	26,9
13. „	0,42	31,0	29. Birne	0,17	22,8
14. Erle	0,35	39,0	30. „	0,26	30,1
15. „	0,28	28,2	31. Apfel	0,20	25,5
16. „	0,34	30,0			
17. Ebenholz	0,15	51,4			
	(0,14)	(17,4)			

Tabelle 61.

Nr. d. Tab.		Zunahmen in Längen	Proc. der Gewichte	Nr. d. Tab.		Zunahmen in Längen	Proc. der Gewichte
44.	Ahorn	0,15*	12,4*	51.	Rothbuche	0,46	34,0
45.	"	0,14*	16,7*	52.	Pappel	0,21*	16,5*
46.	"	0,34	29,2	53.	"	0,18*	15,1*
47.	"	0,37	35,4	54.	"	0,23*	29,4*
48.	Rothbuche	0,32*	16,4*	55.	"	0,28	31,1
49.	"	0,29*	13,9	56.	Pflaumen- holz	0,17	11,8
50.	"	0,29	31,0	57.	Elfenbein	0,05	11,7
						1,18	19,0

NB. Die Zahlen, welche mit * versehen sind, beziehen sich auf den Unterschied zwischen dem lufttrockenen Zustand und der ersten Austrocknung.

Tabelle 62.

Relat. Luftfeuch- tigkeit		Längendiff. Proc.	Relat. Luftfeuch- tigkeit		Längendiff. Proc.
Nussbaum	{ 0,814 0,570	0,377	Erle	{ 0,814 0,665	0,047
Mahagoni	{ 0,814 0,570	0,057	Eiche	{ 0,798 0,584	0,062
Ebenholz	{ 0,814 0,665	0,030	Linde	{ 0,798 0,584	0,028
Fichte	{ 0,798 0,765	0,012	Ahorn	{ 0,814 0,665	0,019
Weissbuche	{ 0,814 0,570	0,050	Kiefer	{ 0,798 0,570	0,043
Rothbuche	{ 0,814 0,570	0,043	Pappel	{ 0,814 0,570	0,069

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Hrn. Prof. Dr. F. Kohlrausch für die Anregung zu dieser Arbeit und die fortdauernd freundliche Unterstützung beim Verlaufe der Beobachtungen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Phys. Inst. der Univ. Würzburg.