

Bz. 811

*Herrn Prof. Dr. Lang*

# Das Holz als Baustoff,

sein Wachstum  
und seine Anwendung zu Bauverbänden.

Den Bau- und Forstleuten gewidmet

von

**Gustav Lang,**

Geheimer Regierungsrat,

Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

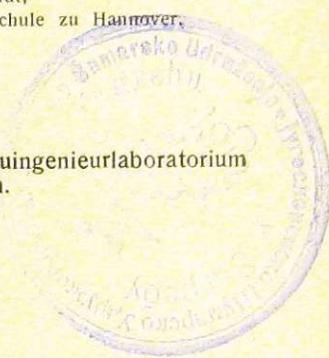
Mit zahlreichen Bildern aus dem Bauingenieurlaboratorium  
und 2 Beilagen.



Wiesbaden.

C. W. Kreidels Verlag.

1915.



*15. Nov.*  
*1915*



## Vorwort.

Das Holz ist der älteste unserer Baustoffe, in seinen wichtigsten Eigenschaften aber den meisten Bauleuten noch nicht genügend bekannt. Dies hat die Forstleute im vorigen Jahrhundert zur Einführung eines Waldwirtschaftbetriebes verführt, der zwar die Erträge steigert, die Güte des Bauholzes aber verschlechtert und der seine Berechtigung verliert, sobald die Bauleute gutes und minderwertiges Holz besser zu unterscheiden verstehen, und daher für letzteres geringere Preise bezahlen. Hierzu beizutragen, ist der Zweck dieses Buches; es wird dadurch die Sicherheit unserer Bauverbände erhöht und das einheimische Holz wieder höher geachtet, als bisher, wo Unmengen ausländischer Hölzer eingeführt werden. Denn der Bedarf an Bauholz hat sich trotz unseres Zeitalters des Eisens und Betons nicht vermindert, sondern steigt noch stetig.

Ueber 120 Millionen Mark\*) betrug bisher der jährliche Ueberschuß der Einfuhr ausländischer Hölzer gegenüber der Ausfuhr Deutschlands. Der Mehrbedarf erstreckt sich allerdings nicht bloß auf Bau- und Tischlerholz, sondern auch auf den Verbrauch unserer Holzstoff- und Papierfabriken (vgl. S. 203 „Ueber Wälder, die zu Papier werden“). Es könnte nach S. 233 ff. manches bei einer verbesserten Waldwirtschaft gespart werden, manches andere ferner durch Anpflanzung raschwüchsiger ausländischer Holzsorten, die bei uns gut gedeihen, vieles endlich durch besseren Schutz gegen Fäulnis und Feuergefahr.

---

\*) Nach Fischmann sind 1913 sogar für 303 Millionen Mark mehr Hölzer ein- als ausgeführt worden. Andere Angaben schwanken zwischen 120 und 300 Millionen. Den Zahlen des statistischen Amtes dürften in Zukunft schärfere Unterscheidungen zu wünschen sein, um die gegenwärtigen Unsicherheiten zu beseitigen.

die meine Zeit so stark beanspruchte, daß ich zur Durchsicht der Druckbogen wenig übrig behielt. Am 18. Januar 1915 wurde ich der Flieger-Ersatz-Abteilung V in Hannover zugeteilt mit der Aufgabe, Versuche zur Verbesserung der Holzteile unserer Flugzeuge anzustellen, und hatte dieselben eben in Gang gebracht, als am 26. Januar ein Windflügel mir die Elle des linken Unterarms zerschmetterte, so daß ich 9 Wochen im Garnisonlazarett schwer daniederlag und nur wenig für die Förderung meiner Arbeiten tun konnte. Immerhin ermöglichte dies Krankenlager, die Korrekturen zu vollenden, dieses Vorwort zu ergänzen und neue Versuche mit Luftschrauben einzuleiten. Die Heilung wird aber noch lange währen.

Von Fremdwörtern wird man in diesem Buche nur den Ausdruck „Bauingenieurlaboratorium“ finden, den ich aus Gründen beibehalten mußte, die ich demnächst an anderer Stelle bei einer Beschreibung von dessen Einrichtung rechtfertigen werde.

Wie nützlich dieses Laboratorium für die Baustoffprüfung sowie für den Unterricht in der Baustoff- und Bauverbandlehre wirkt, dürfte bezüglich des Holzes aus diesem Buche hervorgehen.

Auffällig mag manchem erscheinen, daß ich das alte internationale Zeichen „ $\frac{0}{0}$ “ beibehalten habe, dessen Ersatz durch „v. H.“ neuerdings überhand nimmt, manchmal aber besser durch „hundertstel“ ersetzt werden würde. Das Zeichen  $\frac{0}{0}$  kann jeder nach seinem Belieben und in jeder Sprache nach der dort geläufigen Bezeichnungsweise aussprechen, für den Druck scheint es mir daher beibehaltenswert und leichter lesbar als „v. H.“ zu sein.

Hannover, den 14. April 1915.

G. Lang.

## Inhaltübersicht.

	Seite
Vorwort. . . . .	III—VIII
Inhaltübersicht . . . . .	IX—XIV
Verzeichnis der Fußnoten . . . . .	XV—XVIII
Nachträge und Berichtigungen . . . . .	XIX—XXI

### Einleitung.

Das Holz der älteste und noch heute wichtigste Baustoff	1
Veränderungen im Holzhandel . . . . .	4
Notwendigkeit besserer Kenntnis und Prüfung des Holzes . . . . .	6

### I. Abschnitt.

Die äußeren Kennzeichen guten Holzes. . . . .	7— 32
Prüfung mit dem Auge. . . . .	7
Prüfung mit dem Gehör . . . . .	8
Prüfung mit dem Geruch . . . . .	8
Prüfung mit dem Gefühl . . . . .	8
Härte des Holzes. (Härteklassen S. 11/12) . . . . .	9
Spezifisches Gewicht $s$ . . . . .	13
Raumgewicht $r_g, r_t, r_n, r_o$ . . . . .	14
Feststellung des Raumgewichtes und der Feuchtig- keit . . . . .	14
Formeln für $r_o, r_n, n$ und Porenmaß $p_o$ . . . . .	18
Geschwindigkeit der Wasseraufnahme. . . . .	22
Beziehungen zwischen Raumgewicht, Festigkeit und Härte des Holzes . . . . .	23

### II. Abschnitt.

Das Kleingefüge des Holzes (Anatomie) und die daraus folgenden Kennzeichen und Eigenschaften der Hölzer . . . . .	32—203
Benennungen der verschiedenen Schnitte . . . . .	33
Einteilung der Hölzer in die drei Hauptgruppen A, B, C	34
A. Spitzkeimer (Palmen und Baumgräser) . . . . .	35
Palmen . . . . .	36
Bambus . . . . .	36
Festigkeitsversuche mit Bambus . . . . .	41

	Seite
Liste I und Tafel I, enthaltend Bild Sa bis [15 s. in Beilage . . . . .	
Vergleich mit abgesperrten Furnierrohren . . . . .	51
Biegen des Bambus . . . . .	53
Gemeinsame Eigenschaften der Nadel- und Laubhölzer . . . . .	53— 91
Die Zellenarten und ihre Aufgaben . . . . .	53
1. Leitzellen und Gefäße . . . . .	54
Füllzellen (Thyllen) . . . . .	57
2. Stützzellen oder Holzfasern . . . . .	58
3. Nährzellen (Parenchym) . . . . .	59
4. Zwischenzellräume . . . . .	60
5. Verdickungsschicht (Kambiumring), Bast und Rinde . . . . .	61
Größe der Zellen . . . . .	64
Chemische Zusammensetzung der verholzten Zell- wände . . . . .	65
Kern- und Splintholz . . . . .	66
Falscher Kern und Faulkern . . . . .	67
Grundzüge des Querschnitts eines Nadel- und Laub- holzstammes . . . . .	68
Der Kreislauf der Zellsäfte und das Dickenwachstum Stärke- und Fettbäume . . . . .	68 69
Teilung der Zellen der Verdickungsschicht . . . . .	71
Die Jahrringe, ihr Früh- und Spätholz . . . . .	71
Hemmung der allzustarken Frühholzentwicklung. Umtriebszeit . . . . .	74 75
Wassergehalt der Bäume; Wildfraß und andere Störungen . . . . .	75
Fällzeit und Nachbehandlung . . . . .	77
Jodprobe für gefälltes und ausgetrocknetes Holz	78
Das Flößen . . . . .	79
Das Ringeln . . . . .	81
Schutz beim Lagern im Walde . . . . .	87
Dauer des Holzes . . . . .	88
Größe, Umfang, Alter und Tod der Bäume . . . . .	89
B. Die Nadelhölzer . . . . .	91—123
Gingko . . . . .	91
Harzgänge und Harzgallen . . . . .	92
Liste II . . . . .	93
1. Die Fichte = <i>picea excelsa</i> (L) . . . . .	97
Liste III Abnutzung . . . . .	103
2. Die Weißtanne = <i>abies pectinata</i> (D. C.) . . . . .	103
3. Die Kiefer oder Föhre = <i>pinus silvestris</i> (L) und ihre Abarten . . . . .	105
Liste IV . . . . .	110
4. Die Lärche = <i>larix europaea</i> (D. C.) . . . . .	115
Vergleiche dieser vier Nadelholzarten Liste V	117
5. Die <i>Tsuga</i> -Arten, besonders die Douglastanne	117
6. Küstensequoia und Mammutbaum . . . . .	120

	Seite
7. Die Zedernarten . . . . .	120
8. Die Eibe = <i>Taxus baccata</i> . . . . .	121
9. Sumpfyzypresse = <i>Taxodium distichum</i> . . . . .	122
10. Araucarien oder Andentannen . . . . .	122
C. Die Laubhölzer . . . . .	122—176
Einteilung in ringporige und zerstreutporige Laubhölzer . . . . .	122

### I. Ringporige Laubhölzer.

1. Die Eiche = <i>Quercus</i> (L.) . . . . .	123
Liste VI Abnutzung . . . . .	141
2. Die Edelkastanie = <i>Castanea vesca</i> , Käste . . . . .	142
2a. Die Roßkastanie = <i>Aesculus hippocastanum</i> . . . . .	143
3. Der Maulbeerbaum = <i>Morus</i> . . . . .	143
3a. Der Mehlbeerbaum = <i>Sorbus aria</i> . . . . .	145
4. Das Tiekholz = Teak = <i>Tectona grandis</i> (L.) . . . . .	145
5. Quebracho . . . . .	146
6. Der Hülsendorn = <i>Robinia pseudoacacia</i> . . . . .	149
6a. Die echte Akazie = <i>Acacia</i> . . . . .	155
7. Die Ulme oder Rüster = <i>Ulmus</i> . . . . .	155
8. Die Esche = <i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .	157
8a. Die Eberesche = <i>Sorbus aucuparia</i> . . . . .	159
9. Der Hickory = <i>Carya alba</i> . . . . .	159

### II. Zerstreutporige Laubhölzer.

10. Die Rotbuche = <i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	162
10a. Die Rostbuche = <i>Fagus ferruginea</i> . . . . .	174
11. Die Weißbuche = <i>Carpinus betulus</i> (L.) . . . . .	174
12. Die Platane = <i>Platanus</i> . . . . .	174
13. Birke, Linde, Walnuß . . . . .	175
14. Ahorn = <i>acer</i> . . . . .	175
15. Erle = <i>alnus</i> . . . . .	175
16. Espe oder Aspe oder Zitterpappel = <i>populus tremula</i> . . . . .	176
17. Tulpenbaum = <i>Liriodendron tulipifera</i> . . . . .	176
18a. Tupelo = <i>Nissa aquatica</i> . . . . .	176
18. Sahlweide = <i>Salix Caprea</i> . . . . .	176
Australische Holzarten . . . . .	177
19. Talgholz = Tallow wood = <i>Eucalyptus microcorys</i> . . . . .	182
Liste VII, Festigkeiten verschiedener Eucalyptusarten . . . . .	184
20. Schwarzstamm = Blackbutt = <i>Eucal. pillularis</i> . . . . .	185
21. Blaugummibaum = Blue gum = <i>Eucalyptus globulus</i> . . . . .	185
22/3. Rot- und Graugummibaum sowie Turpentine . . . . .	185
24. Karri = <i>Eucalyptus diversicolor</i> . . . . .	186
25. Jarrah = <i>Eucalyptus marginata</i> . . . . .	186

	Seite
Afrikanische Holzarten . . . . .	190
26. Bongosi = Lophira alata, Kameruner Eisenholz	191
Bang, Afzelia, Njabi . . . . .	194—195
Westindische und südamerikanische Hölzer	196
27. Grünherz = Greenheart = Nectandra Rodioei	196
28. Mangelbaum = Mangrove = Rhizophora	
racemosa . . . . .	198
29/30. Peruba und Chaparro, Sandelholz . . . . .	199
Korkhölzer . . . . .	200
Giftigkeit mancher Holzarten . . . . .	202
Holzeinfuhr in Deutschland . . . . .	202

### III. Abschnitt.

Wuchsfehler des Holzes und Forderungen an die Forstwirtschaft . . . . .	204—237
a) Anforderungen an ein gutes Bauholz . . . . .	204
b) Wuchsfehler: 1. Drehwuchs . . . . .	205
2. krummer Wuchs u. Säbelwuchs	210
3. einseitiger (zentrischer) Wuchs	215
4. einseitiger u. Drehwuchs vereint	216
5. Aestigkeit und Astreinigung	217

### IV. Abschnitt.

Die Festigkeitprüfung . . . . .	238—331
Wandel in den Bezeichnungen der verschiedenen Arten von Festigkeit. Liste VIII. . . . .	240
Das Holz paßt nicht in die allgemeine Festigkeitlehre	241
Grenzwerte für $\sigma'_t$ , $\sigma'_l$ , $\sigma_b$ , $\tau_l$ und $\tau_q$ . Liste IX . .	242
Zulässige Spannungen abhängig vom Feuchte- grad $n\%$ . . . . .	243
Liste X: Zuläss. Spannungen für $n = 15$ . . . . .	244
Regeln für Holzverbände. . . . .	245
Federringe und Plattfedern . . . . .	246
Schwinden und Quellen des Holzes . . . . .	248
Allgemeine Forderungen des Weltverbandes betr. Holzprüfung . . . . .	252
Schutz gegen Luftrisse . . . . .	253
Versuche über Festigkeit der Hölzer . . . . .	254—331
Beschlüsse des Weltverbandes . . . . .	254
A. Druckversuche. a) in der Längsrichtung. . . . .	256
Form des Versuchstabes . . . . .	257
Würfel Festigkeit und Vierkantfestigkeit. Liste XI	257
b) Messung der Federung (Elastizität). . . . .	258
Bruchbildungen . . . . .	261
a) Bildung von Sprengköpfen und Spaltbruch. Liste XII . . . . .	262
β) Bildung schiefer Gleitflächen . . . . .	263
Druckfestigkeiten verschiedener Hölzer. Liste XIII. . . . .	265

	Seite
Einfluß des Alters . . . . .	266
γ) Bartbildung an den Köpfen. Liste XIV . . . . .	266
δ) Einfluß von Aesten. Liste XV . . . . .	267
Meßbilder für Druckversuche in der Längs- richtung . . . . .	268
c) Druckversuche quer zur Faserrichtung . . . . .	270
α) Vollbelastung des Holzklotzes über seine ganze Querfläche . . . . .	271
Lage der Jahrringe . . . . .	272
Einfluß der Feuchtigkeit auf die Quersam- menpressung . . . . .	275
β) Querfestigkeit bei nur teilweiser Belastung, Zapfen und Dollen . . . . .	277
Regeln für Druckverbände . . . . .	281
B. Zugversuche . . . . .	282
Liste XVI . . . . .	286
Federung $E_z$ und $E_d$ . Liste XVII . . . . .	288
C. Scherversuche . . . . .	289
Anordnung der Versuche . . . . .	291
Ergebnisse. Liste XVIII . . . . .	294
Mittelwerte nach Forster. Liste XIX . . . . .	296
D. Biegversuche . . . . .	297
Weltverband-Vorschriften . . . . .	298
Unsere Biegevorrichtungen . . . . .	300
Formeln zur Berechnung der Biegspannungen . . . . .	302
Ergebnisse mit Vollbalken . . . . .	306
E. Spaltversuche . . . . .	310
F. Abnutzversuche . . . . .	311
α) Durch Abschleifen . . . . .	312
β) Durch Sandstrahlgebläse . . . . .	312
G. Härteversuche . . . . .	314
Frühere Versuche . . . . .	314
Jankas Kugeldruckprüfung . . . . .	314
H. Raumgewicht $r_n$ und Feuchtigkeitgrad $n\%$ Beziehung zwischen Raumgewicht und Druckfestig- keit . . . . .	320
Beziehung zwischen Feuchtigkeit $n$ und Druck- festigkeit . . . . .	320
Bilder hierzu . . . . .	325—328
J. Messung des Schwindens und Quellens . . . . .	250 u. 329
K. Einfluß stoßweiser Belastung, Zähigkeit . . . . .	330
L. Drehfestigkeit des Holzes . . . . .	330
M. Haftfestigkeit von Nägeln und Schrauben . . . . .	330
N. Schall- und Wärmeleitung . . . . .	331
O. Feuer-, Wetter- und Fäulnisbeständigkeit . . . . .	331

### V. Abschnitt.

Festigkeit von Holzverbänden . . . . .	332—374
A. Stützen ohne Kopfbüge . . . . .	333

	Seite
B. Stützen mit Kopfbügel . . . . .	333
C. Verstärkte Balken . . . . .	337
1. Verzahnte Träger . . . . .	337
2. Verdübelte Träger . . . . .	339
2) Balken mit Hartholzdübeln . . . . .	340
3) Balken mit Eisendübeln . . . . .	343
3. Klammerbalken . . . . .	345
4. Verlaschte Balken mit Eisenbändern . . . . .	347
5. Bolzenverbindung mit Sandschicht . . . . .	348
D. Spreng- und Hängwerke aus Holz . . . . .	349
2) Einfache Sprengböcke . . . . .	351
3) Einfache Hängböcke . . . . .	351
E. Hängsäulen aus Holz . . . . .	359
F. Stoßverbände von Streckbalken . . . . .	367
2) Holzlaschen. Liste XX . . . . .	368
3) Eisenlaschen . . . . .	369
Schlußbemerkungen . . . . .	374
Verzeichnis der Stichwörter und Abkürzungen . . . . .	375