

## Literatur

über »Beton« und »Beton-Bereitung«.

- LECOINTE, A. Bemerkungen über einige mechanische Verfahrungsarten zur Bereitung des Mörtels und Betons. Allg. Bauz. 1843, S. 399.
- Horizontale Betonmaschine von LEPAIRE. Allg. Bauz. 1864, S. 332.
- FOWLRE, S. T. *Manuel of instruction for an improved method of building with concrete; or, how to make the best house at the least cost.* London 1866.
- REID, H. *A practical treatise on concrete, and how to make it; with observations on the use of cements, limes and mortars.* London 1869.
- HAGEN, G. Handbuch der Wasserbaukunst. 3. Aufl. I. Theil. 2. Bd. Berlin 1870. S. 322.
- KOPKA. Die mechanische Mörtel- und Beton-Bereitung. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1871, S. 97, 116, 131, 145.
- BÜES, C. Beitrag zur Beton-Frage. Deutsche Bauz. 1874, S. 52.
- LIEBOLD. Der Cement in feiner Verwendung im Hochbau und der Bau mit Cement-Beton zur Herstellung feuerficherer, gefunder und billiger Gebäude aller Art. Halle 1875.
- FRANZIUS. Transportabler Beton-Mischer. (MESSENT's Patent.) Deutsche Bauz. 1875, S. 153.
- Concrete as a building material.* Builder 1876, S. 353, 481, 502, 530.
- POTTER, TH. *Concrete; its use in building, and the construction of concrete calls, floors etc.* London 1877.
- SPETZLER, O. Verwendung der Hochofenschlacke zur Betonbereitung. Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 29.  
Siehe auch die Literatur-Angaben über »Beton-Bauten« im III. Theile dieses »Handbuches« (Abth. III, Abfchn. I, A. Kap. über »Mauern in Gufs- und Erdmassen«).

## 5 Kapitel.

## Holz.

Von Dr. W. F. EXNER und G. LAUBÖCK.

## a) Allgemeines.

Ungeachtet Gufseifen, Walzeifen und die verschiedenen Arten von Stahl in neuerer Zeit für das Bauwesen eine stets steigende Bedeutung erlangt haben, ist das Holz vermöge seiner Eigenschaften zur Verwendung als Baustoff in vielen Fällen ausschliesslich, in vielen anderen hervorragend geeignet.

Das Holz besitzt eine hohe Elasticität, eine grosse Festigkeit, besonders in der Richtung, welche zur Axe des Baumes, dem das Holz entnommen ist, parallel liegt. Sodann ist die Dauer des Holzes unter günstigen Verhältnissen eine sehr grosse. Jene Eigenschaft jedoch, welche das Holz unter vielen Baumaterialien bevorzugen lässt, ist die ausserordentlich leichte Bearbeitungsfähigkeit, welche gestattet, dasselbe mit geringen Kosten und in verhältnissmässig kurzer Zeit in jede gewünschte Gestalt zu überführen. Die durch die Verbindung der einzelnen Constructionstheile unter einander bedingte Form kann demnach überaus leicht hergestellt werden, und deshalb ist das Holz fast für jede constructive Aufgabe zulässig.

Ein weiterer Vorzug des Holzes besteht darin, dass es für eine Reihe von fog. Vollendungsarbeiten des inneren Ausbaues in hohem Mafse geeignet ist, wodurch die verschiedensten decorativen Zwecke mit Leichtigkeit erreicht werden können.

Diesen Eigenschaften, welche dem Holze auch für die Zukunft bei noch gesteigerter Verwendung anderer Materialien eine Hauptrolle im Bauwesen sichern,

III.  
Holz  
als  
Baustoff.

sind einige andere Eigenschaften gegenüber zu stellen, welche den Werth des Holzes für die in Rede stehenden Zwecke wesentlich herabdrücken.

Das Holz verändert, besonders in den auf die Axe des Baumes senkrechten Richtungen (Radial- und Sehnenrichtung in Bezug auf den Kreisumfang des Baumstammes), seine Abmessungen. Diese Tendenz, die Breite und Dicke der stab- und tafelförmigen Constructionstheile aus Holz in Folge verschiedener Einflüsse zu ändern, bildet einen kaum zu bekämpfenden Uebelstand. Das Holz »schwindet« und »quillt« unter den Einflüssen wechselnder Trockenheit und Feuchtigkeit, so lange es seine Elasticität und Festigkeit in dem ursprünglichen Masse behauptet, und es ist daher das Aufhören der Volumsänderung (das Arbeiten des Holzes) ein ungünstiges Symptom für den Werth des Materials.

Die Dauerhaftigkeit des Holzes wird unter gewissen Umständen sehr beeinträchtigt. Die Bildung von Pilzen, der Angriff des Holzes durch Thiere niederer Ordnung und verschiedener Art, endlich der sog. Hauschwamm zerstören das Holz in verhältnißmäßig kurzer Zeit und berauben es seiner Befähigung, weiter als Constructionstheil zu dienen. Endlich ist der hohe Grad von Brennbarkeit zu erwähnen, welcher das Holz von mancherlei Verwendungen im Bauwesen ausschließt.

Die angeführten ungünstigen Eigenschaften können bis zu einem gewissen Grade bekämpft und ungefährlich gemacht werden, und darin eben besteht eine der Hauptaufgaben des Baumeisters.

112. Schon im Vorangehenden wurde auf die Haupteigenschaften des Holzes Eigenschaften. hingewiesen; nun sollen dieselben der Reihe nach etwas eingehender erörtert werden.

113. 1) Aussehen und Gefüge des Holzes. Die Farbe des Holzes ist eine für Aussehen. jede Holzart mehr oder minder charakteristische; ein Abweichen von der normalen Farbe kann in der Regel als ein für die übrigen Eigenschaften des Holzes ungünstiges Symptom aufgefaßt werden.

Die Farbe des Holzes hat für die Architektur selbstverständlich immer dann eine Wichtigkeit, wenn das Holz ohne einen die Naturfarbe deckenden Ueberzug zur Verwendung gelangt. Häufig wird der Farbe des Holzes bloß ein wärmerer Ton oder eine tiefere oder lichtere Nuance verliehen in der Weise, daß das Holz durch Auftragen eines transparenten Stoffes auf der Oberfläche überkleidet wird. (Näheres hierüber unter e.)

Eine solche das Holz gegen den directen Einfluß der Atmosphärien schützende Schicht wird, wenn das Holz an der Außenseite der Gebäude zur Verwendung gelangt, nur in seltenen Fällen entbehrt werden können.

114. Die innere Organisation des Holzes wird durch die drei rechtwinklig auf Gefüge. einander geführten Schnitte, und zwar: 1) senkrecht auf die Längsaxe, 2) durch die Längsaxe oder 3) parallel zur Längsaxe, klar ersichtlich. Der erste der drei angeführten Schnitte heißt Querschnitt oder Hirnschnitt, der zweite Radial-, Spiegel- oder Spaltschnitt, der dritte Sehnen- oder Tangentialschnitt. Für praktische Zwecke wird das Holz sehr häufig schief, d. i. unter einem verschiedenen großen Winkel gegen die Längsrichtung des Stammes geschnitten.

In jeder der drei angeführten Hauptschnittrichtungen zeigt das Holz ein anderes, für die Holzart charakteristisches Aussehen, indem die zur Herbstzeit gebildeten dunkleren Theile der Jahresringe sich von den während des Frühjahres und der ersten Sommerzeit gebildeten Theilen derselben sichtlich abheben. Je größer der

Abstand in der Farbe zwischen Herbstholz und Frühlingsholz ist, desto deutlicher erscheint jene eigenthümliche Zeichnung des Holzes, welche man Textur oder Flader nennt.

Bei den zur Axe schief gelegenen Schnitten bildet die Textur ein Mittelglied zwischen der normalen Textur des Radial- und Hirnschnittes einerseits oder des Tangential- und Hirnschnittes andererseits. Die Textur des Holzes bildet aber im Zusammenhange mit der Farbe das Aussehen, welches für die Wahl des Holzes zu architektonischen Zwecken häufig bestimmend ist.

Im Gegenfatze zum Flader steht der Maser, in so fern als der letztere auf der unregelmäßigen, nicht naturgemäßen Ausbildung der Jahresringe, der Markstrahlen und der Anordnung der Zellengruppen beruht. Der Maserwuchs entsteht am häufigsten durch excessive Bildung von Knospen, auch wohl durch Schmarotzer und in Folge von Verletzungen durch Insecten etc. Der maserige oder wimmerige Wuchs des Holzes ist für manche Bauzwecke eben so wie der schöne Flader besonders geschätzt.

2) Specificisches Gewicht. Genauere Einsicht in das Gewichtsverhältniß der Hölzer ist in so fern von Bedeutung, als viele wichtige Eigenschaften des Holzes, z. B. die Härte, die Dauer, die Brennkraft, das Maß des Schwindens und Quellens mehr oder weniger mit dem Eigengewichte desselben in Verbindung stehen.

115.  
Specif.  
Gewicht.

Sind die Hohlräume des Holzes mit Wasser gefüllt, so muß sich dadurch das absolute Gewicht steigern. In der Praxis unterscheidet man daher das Grüngewicht bei ca. 45 Procent Wassergehalt, wie es der Baum bei der Fällung giebt, und das Lufttrockengewicht, wie es durch längeres Aufbewahren des Holzes unter Dach in trockenen Räumen bei noch ca. 15 bis 20 Procent Wassergehalt erscheint.

3) Elasticität. Die Elasticität wird wie bei den anderen Baustoffen einerseits durch den Elasticitäts-Modul(-Coefficienten), andererseits durch die Elasticitätsgrenze beurtheilt werden können. Auch beim Holze ist eine hohe Elasticität von ausschlaggebender Bedeutung für seine Verwendbarkeit als Constructions-material.

116.  
Elasticität.

Das Holz zeigt verschieden große Elasticitäten je nach der Richtung, in welcher dasselbe in Anspruch genommen wird; es besitzt also einen verschiedenen Elasticitäts-Modul und eine verschiedene Elasticitätsgrenze, je nachdem das Holz nach seiner Längen- (oder Fafer-) Richtung oder senkrecht auf diese im Sinne des Radius oder im Sinne der Sehne in den Jahresringen beansprucht wird. Diese Verschiedenheit der Elasticität in den drei genannten Richtungen ist durch den anatomischen Bau des Holzes begründet und muß bei der Verwendung wohl beachtet werden.

Bei Besprechung der wichtigeren Bauhölzer werden noch detaillirte Angaben über die Elasticitätsverhältnisse der verschiedenen Holzarten gemacht werden. Hier sei nur erwähnt, daß der Elasticitäts-Modul für Zug und Druck fast gleich groß ist und daß der Wassergehalt auf denselben nur einen geringen Einfluß hat; im Mittel kann dieser Modul nach *Winkler* zu  $114^t$  pro  $1\text{ qcm}$  (in der Faferichtung) angenommen werden.

Auf die Elasticitätsgrenze hat der Wassergehalt einen großen Einfluß; sie ist um so größer, je geringer der letztere ist. Bei stark gedörtem Holze liegt die Elasticitätsgrenze sogar in der Nähe der Bruchgrenze. Nach Versuchen beträgt die Elasticitätsgrenze für Zug  $0,20$  bis  $0,59$ , im Mittel  $0,27^t$  pro  $1\text{ qcm}$ , für Druck durchschnittlich das  $0,44$ -fache hiervon.

4) Tragfähigkeit und Festigkeit. Der Tragmodul, die Spannung des Holzes bis zur Elasticitätsgrenze, auf das Quadratcentimeter jener Querschnittsfläche bezogen, welche senkrecht zur Krafrichtung durch den Holzkörper gelegt wird, bildet das Maß der Tragfähigkeit. Da im Vorangehenden constatirt wurde, daß die Elasticitätsgrenze in demselben Holzkörper sich mit der Richtung der Kraft in Bezug auf die Axe des Stammes ändert, so wird auch der Tragmodul oder die Tragfähigkeit je nach der Richtung der Inanspruchnahme des Holzes gegenüber seiner Faserrichtung eine verschiedene sein.

In der Praxis ist es bekanntlich nicht zulässig, den auf Grund von experimentellen Untersuchungen ermittelten Tragmodul mit seinem vollen Werthe in die statischen Berechnungen einzuführen, weil erstens die Daten, welche von verschiedenen Autoren für den Tragmodul aufgestellt werden, sehr stark von einander abweichen, was sich durch den verschiedenen Grad der Präcision der Untersuchungen und durch die natürliche Verschiedenheit des Holzes erklären läßt; zweitens, weil auch bei derselben Holzart die Structur, Dichte, kurz alle mechanisch-technischen Eigenschaften, also auch die Tragfähigkeit, durch die Verschiedenheit von Boden, Standort (Exposition), Klima, forstliche Bewirthschaftungsart, Fällungszeit, Transportart etc. etc. variiert werden. Man unterscheidet demnach die praktische Tragfähigkeit von der theoretischen, und es hat bekanntlich die erstere nur einen aliquoten Theil der letzteren zu bilden. Hiervon, im Wesentlichen also von der Wahl des sog. Sicherheitsgrades, wird in der nächsten Abtheilung (Statik der Hochbau-Constructionen) noch eingehend die Rede sein; hier sei nur bemerkt, daß wir es vorziehen, in der eben angedeuteten Weise vorzugehen, statt, wie dies häufig geschieht, die Tragfähigkeit aus dem Bruchcoefficienten zu bestimmen; denn in der Ermittlung des letzteren besteht eine noch größere Unsicherheit; die Angaben über den Bruchmodul weichen noch mehr von einander ab, als jene über den Tragmodul; die experimentelle Ermittlung des Bruchmoduls führt noch schwieriger zu sicheren Ergebnissen.

Unter Zugfestigkeit des Holzes soll hier der Widerstand desselben gegen Zerreißen in der Faserrichtung verstanden werden; wirkt dagegen die Zugkraft senkrecht zur Holzfafer, so wollen wir dies Querszugfestigkeit nennen.

Druck- und Knickfestigkeit beziehen sich stets auf die Beanspruchung in der Richtung der Holzfasern, während bei der Bruchfestigkeit, wohl auch Biegefestigkeit genannt, eine Belastung normal zur Faserrichtung vorausgesetzt wird. Die Biegsamkeit des Holzes läßt sich ausdrücken durch die äußere Größe der Biegung, welche unter festgesetzten Umständen ein an seinen beiden Enden unterstützter, in der Mitte seiner Länge belasteter Stab annimmt, bevor er bricht. In diesem Sinne gebraucht man dafür gewöhnlich den Ausdruck Zähigkeit. Frisches (grünes), durchnäßtes oder gedämpftes Holz ist in viel höherem Grade biegsam oder zäh, als trockenes. Sofern das Holz nach solcher Behandlung die ihm gegebene Form behält, spricht man von dessen Formbarkeit.

In der schon mehrfach erwähnten »Denkschrift über die Einrichtung von Prüfungsanstalten und Versuchstationen von Baumaterialien, so wie über die Einführung einer staatlich anerkannten Classification der letzteren« wird eine Classification des Bauholzes auf Grundlage seiner Biegefestigkeit versucht.

Es heißt dafelbst:

Als Bauholz wird in weitaus überwiegendem Maße Fichten- und Föhrenholz verwendet. Deshalb soll vorläufig nur dieses, mit dem gemeinfamen Namen »weiches Holz« bezeichnete in die Classification aufgenommen werden.

Die Art der Inanspruchnahme des Holzes ist in den meisten Fällen die Biegung, die auch beim Angriff auf Zerknickung bei Pfosten, Säulen etc. mit ins Spiel kommt. Deshalb liegt es nahe, die Classification des Bauholzes auf seine Biegefestigkeit zu gründen. Zu dem Zweck werden Probestücke mit quadratischem oder nahezu quadratischem Querschnitt von ca. 12<sup>cm</sup> Seite und von 1,5<sup>m</sup> Länge hergestellt und abgebrochen, indem sie, mit beiden Enden frei aufliegend, durch eine in der Mitte concentrirte



## Literatur

über »Bauholz« im Allgemeinen.

- NÖRDLINGER, H. Die technischen Eigenschaften des Holzes. Stuttgart 1860.  
 GARRAUD, L. *Études sur les bois de construction*. Paris 1863.  
 CHATEAU, TH. *Technologie du bâtiment. Des bois; bois flottés et non flottés; moyens de les reconnaître*. *Moniteur des arch.*, 1869, S. 17.  
 Handbuch der chemischen Technologie. Herausgegeben von BOLLEY-BIRNBAUM. 6. Bandes I. Gruppe: Die chemische Technologie der Baumaterialien und Wohnungseinrichtungen. I. Abth.: Chemische Technologie des Holzes als Baumaterial. Von A. MAYER. Braunschweig 1872.  
 NÖRDLINGER. Der Holzring etc. Stuttgart 1872.  
 DOKOUPIL, V. Die Bauhölzer. Ein Beitrag zur Kenntniss der Baumaterialien. Bifritz 1876.  
 LANGE, W. Das Holz als Baumaterial. Holzminen 1879.

## b) Die wichtigeren Bauhölzer.

Der Begriff »Bauholz« wird sehr verschiedenartig aufgefasst, und die bautechnische Literatur beschäftigt sich sehr häufig mit Hölzern, die überaus selten, man könnte sagen, nur ausnahmsweise im Baufache Verwendung finden. Wir glauben viel richtiger vorzugehen, wenn wir unsere Erörterungen auf eine kleine Zahl der allerwichtigsten und stets angewendeten Bauhölzer beschränken und dafür dieselben um so ausführlicher und erschöpfender behandeln; dagegen die nur ausnahmsweise im Baufache vorkommenden Materialien ganz unberücksichtigt lassen, um so mehr als die Erhebung der Eigenschaften in demselben Verhältnisse minder ausgedehnt und zuverlässig erscheint, als die Wichtigkeit der Hölzer für die in Rede stehende Produktionsrichtung geringer ist.

Die sonst auch übliche Eintheilung in Nadel- und Laubhölzer wurde beibehalten, da sie für die Technik der Holzconstruktionen von Bedeutung ist. Die Stämme der Nadelhölzer sind geradwüchsig, als jene der Laubhölzer; auch sind erstere afreiner und verjüngen sich nach dem Zopf zu weniger, als letztere. Das Holz der Laubhölzer ist härter und nimmt leichter Politur an, als jenes der Nadelbäume; aus letzteren lassen sich dagegen längere Pfähle, Balken etc. leichter herstellen.

## A. Nadelhölzer.

119.  
Fichte.

1) Fichte (*Abies excelsa* DC.). Aussehen: Farbe zwischen gelblich-weiß und röthlich-weiß, Holz ziemlich grob, etwas glänzend (Nördlinger), leichter Harzgeruch. — Specificisches Gewicht: Grüngewicht 0,400 bis 1,070 (0,735), lufttrocken 0,350 bis 0,600 (0,475, *Karmarsch*); Mittelwerthe nach Nördlinger Grüngewicht 0,73, lufttrocken 0,47. — Saftgehalt: Bei frisch gefälltem Holze 45,2 Procent des Gewichtes (Schübler und Hartig). — Schwinden: Nach *Karmarsch* Längenzholz 0,076 Procent, Querholz in der Richtung der Spiegel 1,1 bis 2,8 Procent, in der Richtung der Jahresringe 2,0 bis 7,3 Procent, Querholz im Mittel 3,3 Procent; nach Nördlinger in der Richtung der Spiegel 1,1 bis 2,0 Procent, in der Richtung der Jahresringe 2,9 bis 7,3 Procent. — Quellen: Wasseraufnahme bis zur völligen Sättigung in der Richtung der Länge 0,076 Procent, in der Richtung der Spiegel 2,4 Procent, in jener der Jahresringe 6,18 Procent (*Laves*); nach *Weisbach's* Versuchen Zunahme in Folge der Durchnässung an Volum 4,4 bis 8,6 Procent, an Gewicht 70 bis 166 Procent. — Elasticität und Festigkeit<sup>98)</sup>. α) Zug parallel zur Fafer: Elasticitätsgrenze 0,209 t<sup>99)</sup>, Elasticitäts-Modul 90,58 t, Bruchgrenze 370 kg (*Mikolaschek*); Zugfestigkeit nach *Karmarsch* 746 bis 867 kg, Belastung für die Elasticitätsgrenze 252 kg, die dabei eintretende Verlängerung  $\frac{1}{170}$ . β) Druck parallel zur Fafer: Elasticitätsgrenze 0,18 kg, Elasticitäts-Modul 134,6 t,

<sup>98)</sup> Ueber Knickfestigkeit der Fichte siehe den Aufsatz *Bauschinger's* in: Baur. Fortwiffenschaftliches Centralblatt 1879.

<sup>99)</sup> Die Elasticitäts- und Festigkeits-Angaben sind auf das Quadratcentimeter bezogen.