
2 Holzbau – Eine Geschichte innovativer Bautechnik

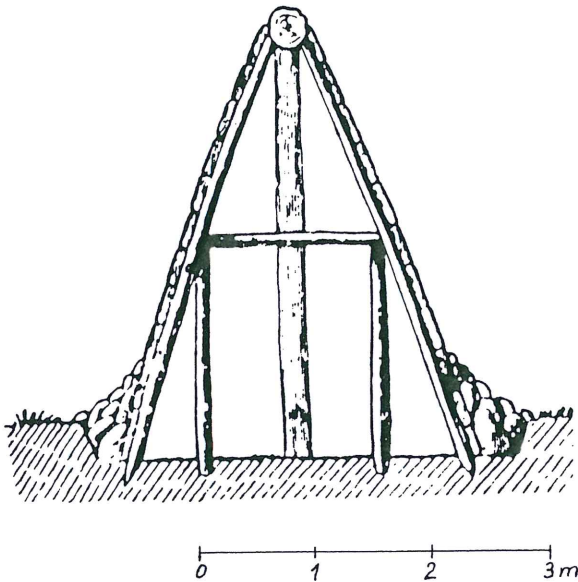
Zur Geschichte der baulichen Verwendung

Als der altbabylonische König Hammurabi (1728 – 1686 v. Chr.) vor ca. 3 700 Jahren die Verantwortlichkeit der Baumeister für die Sicherheit von Bauwerken durch Gesetz regelte, blickten die Menschen schon auf ca. fünftausend Jahre bauliche Tätigkeit zurück, denn mit den Anfängen der Landwirtschaft im Nahen Osten und in Europa war es notwendig, dauerhaftere Bauten zu errichten.

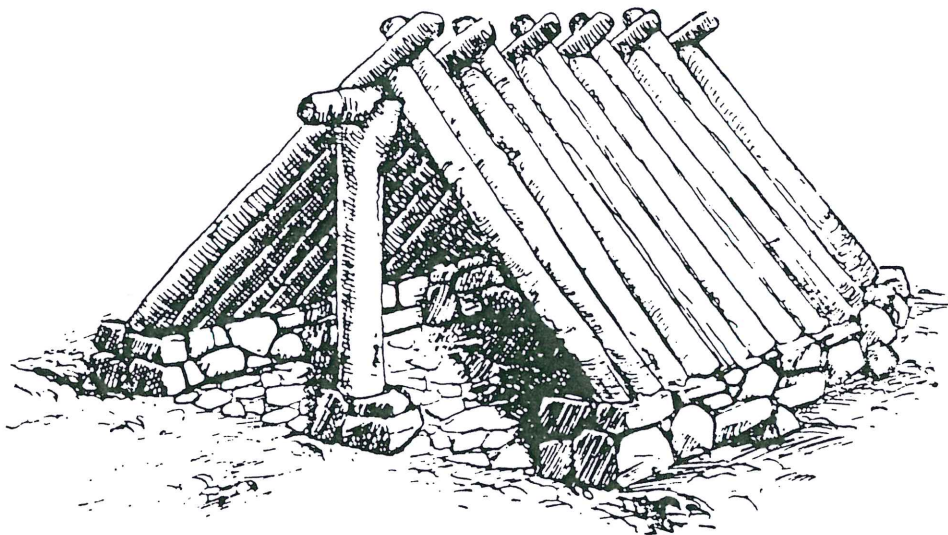
Den Menschen galt der größtenteils regional verfügbare Werkstoff Holz wegen seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten seit jeher als „Materie“ schlechthin. Dabei reicht die traditionelle Verbindung des Menschen zum Baustoff Holz zurück bis in die Anfänge der Schaffung primitiver windschützender Erdhütten mit Schutzdächern aus Holz, die man auf ca. 40 000 Jahre vor der Zeitrechnung datiert (s. auch Abb. 2.1 und Abb. 2.2). Das zur Zeit älteste erhaltene Holzbauwerk, ein mit Steinäxten aus Eichenbäumen in Blockbauweise hergestellter Holzbrunnen, wird auf ein Alter von 7294 Jahre datiert [217].

Aber auch die antiken Leistungen im Gewölbe- und Kuppelbau sind ohne ein standsicheres Gerüst (s. Abb. 2.3) aus Holz nicht denkbar. Dies trifft ebenso auf die Massivbauleistungen der Romanik, Gotik und Renaissance oder die Leistungen des Beton- und Stahlbetonbaus Anfang des 20. Jahrhunderts zu. Erst mit der industriellen Entwicklung im 19. Jahrhundert setzte eine ernsthafte Verdrängung des bis dahin dominierenden Baustoffs Holz ein. Mit der Entwicklung des Eisenbaus nahm der Anteil des Holzbaus am gesamten Bauvolumen stetig ab. Während der Steinbau seit dem Mittelalter dem Holzbau allenfalls 5 bis 10% der Anwendungsbereiche streitig machte, gelang es dem Eisen- und Stahlbau in weniger als 50 Jahren, den Holzbau von immerhin 80% Anteil im Jahre 1850 auf ca. 30% Anteil am Gesamtvolumen um 1900 zu verdrängen (s. Abb. 2.4). Die Entwicklung des Stahlbaus vollzog sich parallel zur allgemeinen industriellen Entwicklung. Dagegen stagnierte die Holzbauentwicklung bezogen auf die sich neu ergebenden industriellen und wissenschaftlichen Möglichkeiten.

Die erst spät einsetzende industrielle Entwicklung des Holzbaus zu Beginn des 20. Jahrhunderts und deren Beschleunigung während der beiden Weltkriege führte zwar zur zeitweiligen Erhöhung des Anwendungsvolumens für den Baustoff Holz, aber mit Blick auf den Anteil am Gesamtvolumen hat sich der Anteil bis auf ca. 3 bis 10% weiter reduziert. Die Ursachen liegen vor allem in der Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Stahlbaus, der Entwicklung einer ebenso leistungsfähigen Stahlbeton- und Spannbetonbauweise und der qualitativen Weiterentwicklung der Ziegelbauweise. Der Holzbau galt dagegen seit 1870 als wenig industrialisierbarer Handwerkszweig.



- a Dachhaus aus der Jungsteinzeit
(ca. 6000 bis 2000 v. Chr. Bearbeitung des Holzes mit geschliffenen Äxten) mit Firstsäulen,
Firstbaum (Pfette) und zwei Stuhlsäulen



- b Dachhaus mit hufförmigem Streifenfundament mit Firstsäule und Firstbaum (Pfette, Jung-
steinzeit 6000 bis 2000 v. Chr.)

Abb. 2.1. Frühe Hausformen [184]

Holzarten und ihre Verwendung

Je länger der Mensch mit Holz baute, desto größer wurde sein empirisches Wissen zur rationellen Verarbeitung, zur Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit von Holz. Er studierte die unterschiedlichen Eigenschaften der Hölzer und gab dieses Wissen genauso wie sein erworbenes Wissen über die Konstruktionstechniken an seine Nachkommen weiter. Die einen Hölzer ließen sich gut bearbeiten, waren aber nicht so resistent gegen Schädlinge und nicht so tragfähig, andere wiederum ließen sich mit

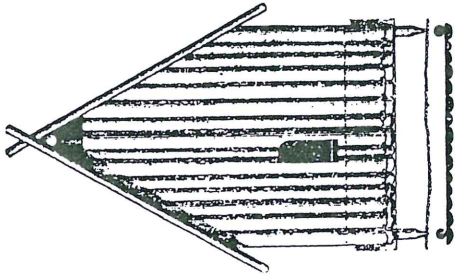
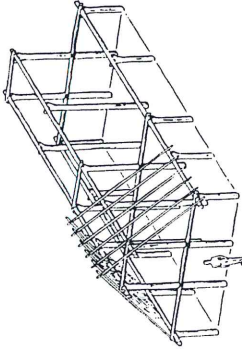
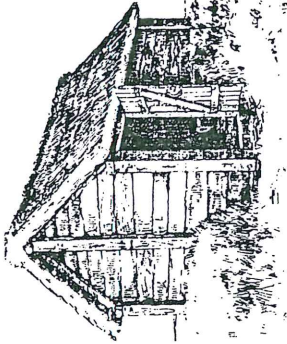
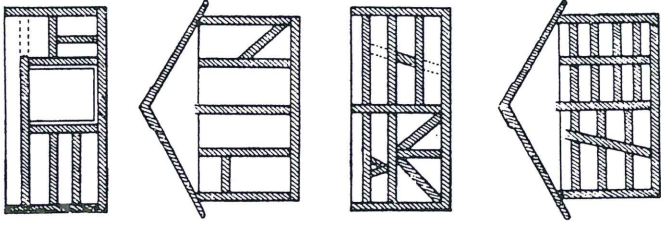
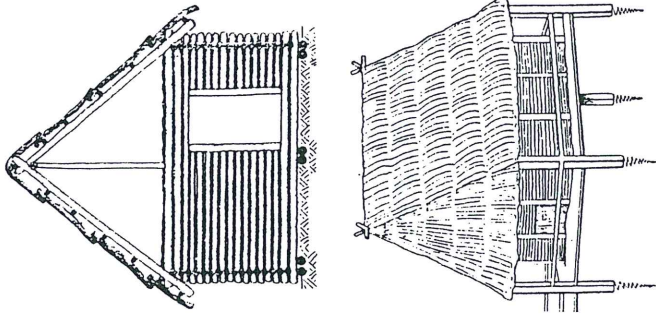
Bauweise				
Stabbauweise	Pfahlbauweise	Bohlenständerbau/ Pfostenbau	Ständer- Fachwerkbau	Blockbau
 a) Rekonstruktion eines Stabbaus der Jungsteinzeit (Aichbühl-Federseemoor) (3000 bis 1800 v. Chr.)	 b) Dreischiffiges Hallenhaus in Pfahlbauweise mit zweireihiger Mittelsäulenreihe (Hallstadtzeit)	 c) Hütte in Bohlenständerbauweise (Beginn unserer Zeitrechnung)	 d) Eisenzeitliche Fachwerkbauwerkzeignungen auf einer Pfahlbauurne (6./7. Jh. v. Chr.)	 e) Blockhaus 11. – 8. Jh. v. Chr. (Federseegebiet)

Abb. 2.2. Frühe Holzbauweisen im Hausbau (entnommen [184, 286])

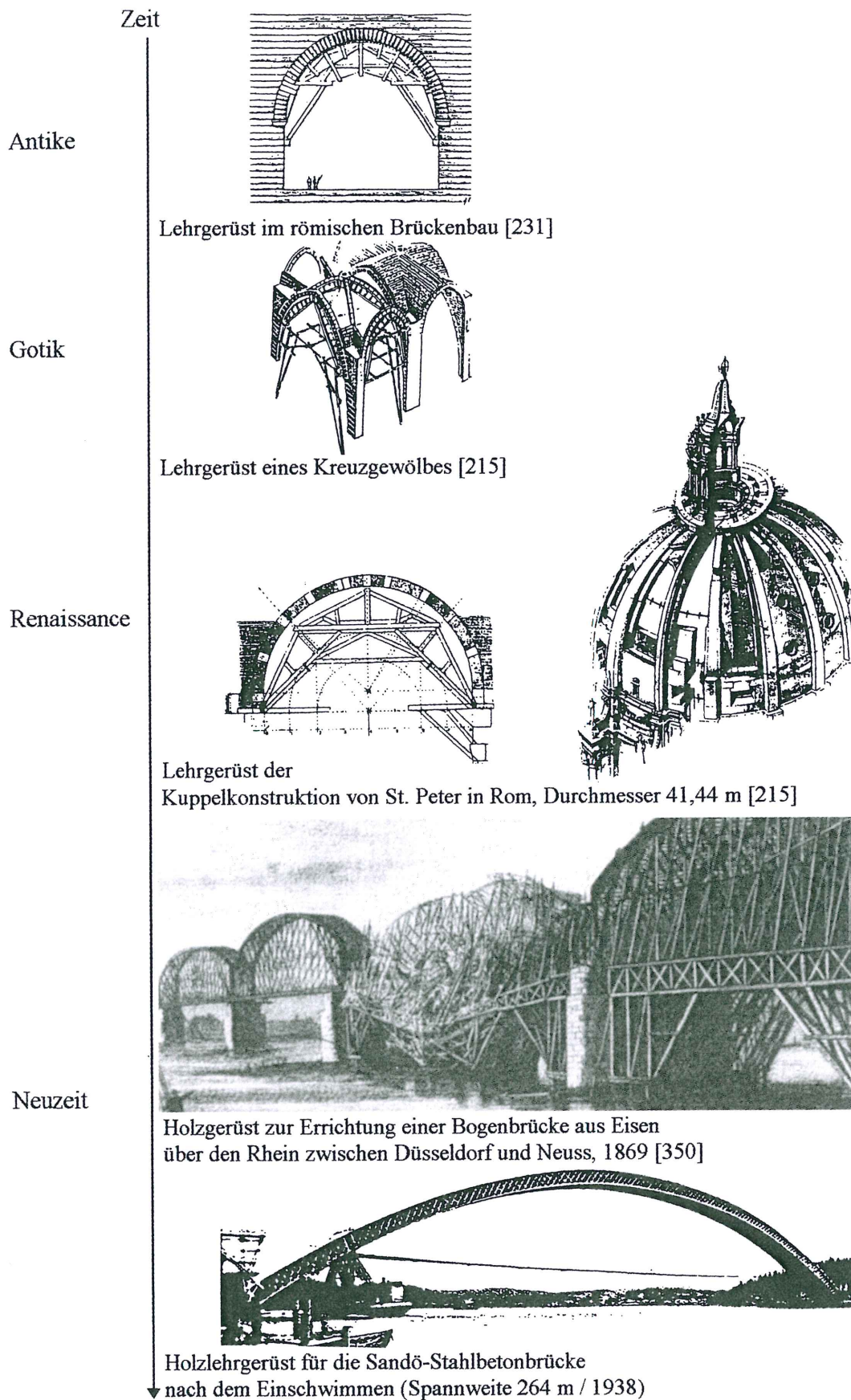


Abb. 2.3. Holzbaugerüst im Wandel der Zeiten

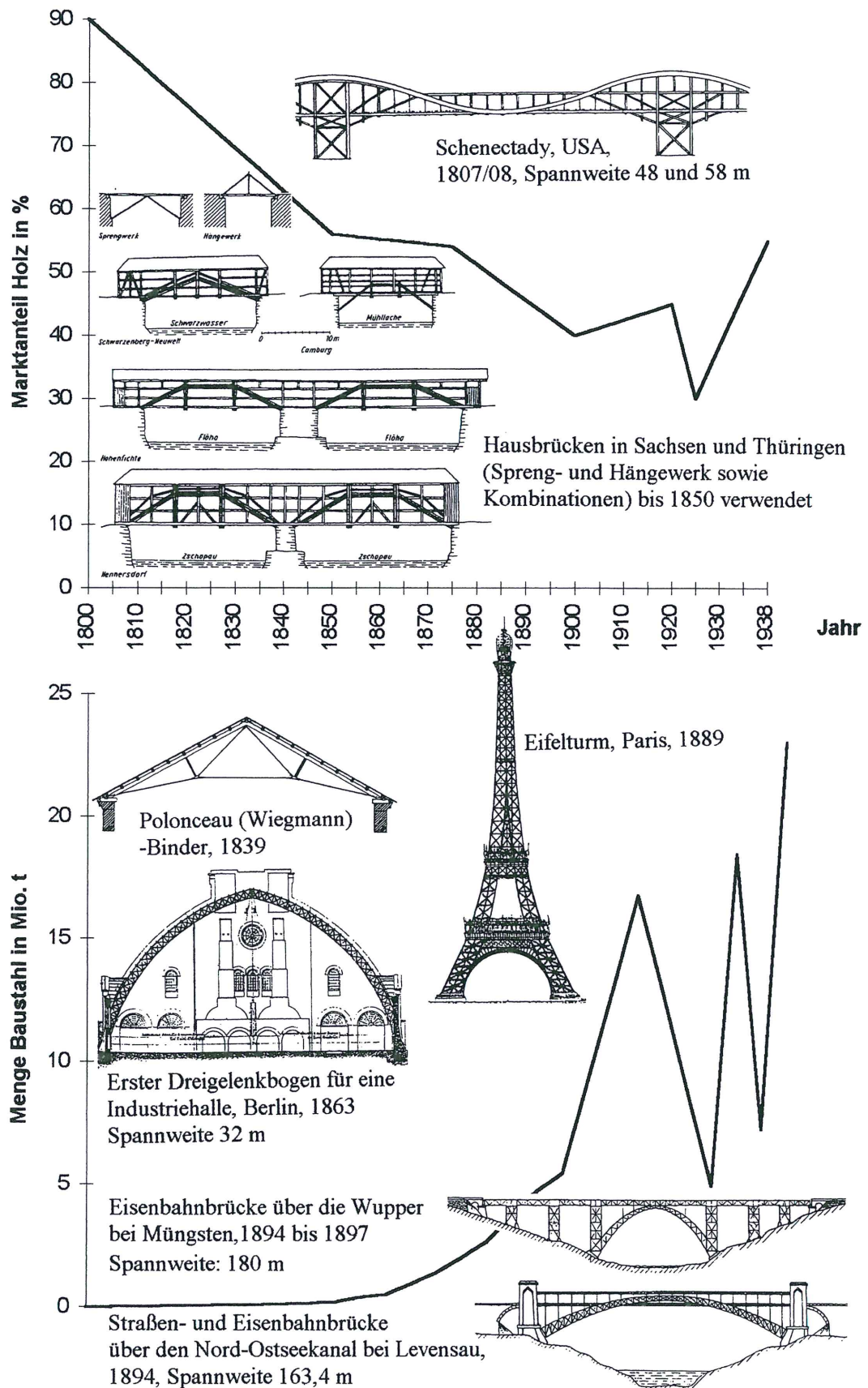


Abb. 2.4. Anteil der Hauptbauweisen Holz und Stahl in der geschichtlichen Entwicklung der Bautechnik zwischen 1800–1938 [68, 136]

einfacher Werkzeugtechnik nur mit größter Anstrengung verarbeiten, krönten diese Mühe jedoch durch eine lange Lebensdauer. Bei bestimmten Holzarten konnte durch eine spezielle Behandlung eine höhere Dauerhaftigkeit erreicht werden.

Schon früh lernte der Mensch, durch bestimmte bauliche Schutzmaßnahmen oder eine zielgerichtete Behandlung Holz vor Fäulnis zu schützen. So ist es nicht verwunderlich, daß schon in der antiken Überlieferung die über Jahrhunderte gewonnenen Erfahrungen zur Festigkeit und Dauerhaftigkeit verschiedener Holzarten mitgeteilt wurden. Die ägyptischen Fröhkulturen mußten das Holz aus dem Libanon herbeischaffen, wobei die schwierigen Transporte per Schiff realisiert wurden. Da Holz ein wertvolles Importgut war, wurden nur die Schiffe der Könige vollständig aus dem in Wasser haltbaren Zedernholz gefertigt. Bei normalen Schiffen bestanden nur die hochbeanspruchten Teile aus Zedernholz. Die Maste mußten aus leichterem Holz sein, sie wurden aus Kiefer oder Tanne gefertigt. Zedernholz wurde auch für die oft prunkvolle Innenausstattung der Tempel benötigt.

Mit Säge, Stechbeitel, Drechsel oder Drillbohrer waren die antiken Handwerker in der Lage, die verschiedensten Hölzer, wie Zypresse, Ebenholz, Ulme, Eibe, Esche, Kiefer, Tanne, Sykomore, Buchsbaum, Dattelpalme, Tamareske, Wacholder, Eiche, Buche und Birke zu bearbeiten und sogar Furnierarbeiten auszuführen.

Auch die alten Israeliten verwendeten bei ihren Tempelbauten kostbare Hölzer für die Ausstattung der Innenräume, wie das Alte Testament eindrucksvoll berichtet.

Die Römer gründeten grundsätzlich ihre steinernen Brücken auf eichenen Pfählen (s. auch Abb. 2.5). Wasserleitungen wurden aus Lärchenholz hergestellt.

In den bronzezeitlichen Siedlungen in Mitteleuropa war man sich durchaus des unterschiedlichen Materialverhaltens der regional verfügbaren Hölzer bewußt. Für den Hausbau verwendete man Eichenholz, aber auch Weide und Pappel. Bei den Pfahlsiedlungen entdeckte man für die Pfähle die unterschiedlichsten Holzarten, wie Weißtanne, Eibe, Eiche, Buche, Esche, Ulme, Ahorn und Erle – Holzarten, die in den damaligen Mischwäldern zahlreich vorhanden waren.

In den antiken Kulturen war bekannt, daß harzreiche Hölzer (z. B. Cedern, Zypressen und Kiefern) weniger von Schadorganismen befallen wurden als weniger harzreiche. Hesoid (um 700 v. Chr.) wußte schon die Resistenz der Eiche, des Lorbeerholzes und der Ulme gegenüber dem Holzwurm hervorzuheben. Nach Theophrast (um 377–287 v. Chr.) werden die wegen ihres hohen Harzgehaltes stark riechenden Hölzer nicht von Holzwürmern angegriffen. Auch werden nach seinen

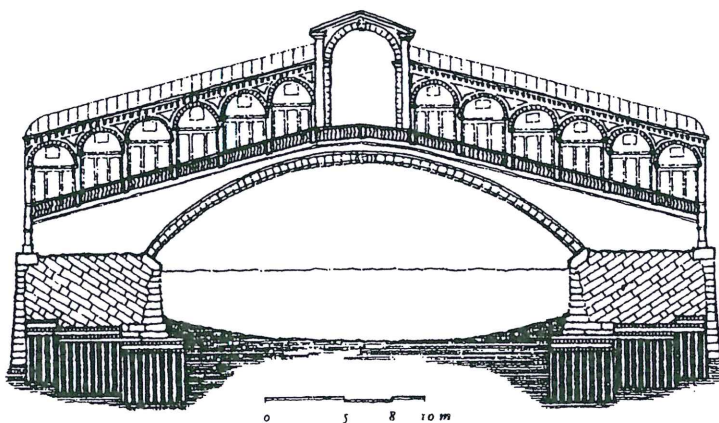


Abb. 2.5. Rialto-Brücke in Venedig (ca. 1340), Bogenbrücke aus Stein mit Holzpfehlgründung [231]

Angaben Fichten- und Olivenholz im Meerwasser nicht vom Bohrwurm (Bohrmuschel) angegriffen (s. auch [64] und [80]). Deshalb kann man nach Vitruv (geb. um 84 v. Chr.) Hafendämme aus Oliven- und Erlenholz herstellen [63]. Gegenüber Fäulnis widerstandsfähige Holzarten sind kieniges Fichtenholz, Cypresse, Ceder, Eiche oder auch Lärche (s. Vitruv in [63]). Auch Plinius (geb. 23/24 n. Chr.) erwähnt die hohe natürliche Resistenz gegen Fäulnis von Cypressen, Cedern, Ebenholz sowie Holz des Lotus-, Bux-, Taxus-, Wacholder- oder Ölbaumes (s. Abb. 2.6).

Auch die Einflüsse klimatischer Wechselbedingungen auf die Resistenz waren schon den alten Griechen geläufig. Holz, welches im nördlichen rauheren Klima aufgewachsen war, schätzte man wegen seiner höheren Dauerhaftigkeit. Um eine hohe Widerstandsfähigkeit zu garantieren, war die Entfernung des Splintholzes notwendig, worüber sowohl bei Homer (Odyssee) als auch bei Vitruv berichtet wurde.

Alberti (1404–1472) bestätigt um 1450 in seinen fünf Büchern zur Architektur die vorgenannten Erfahrungen. Aus seiner Sicht wird Lärche jedoch im Meerwasser durch die Bohrmuschel angegriffen; Kastanie sei für viele Bauwerke unter freiem Himmel geeignet; besonders geeignet sei jedoch der wilde Ölbaum [65].

Schon im 9. Jahrhundert wurde in Mitteleuropa wertvolles Bauholz über längere Strecken geflößt, um dauerhafte Bauten zu errichten [62].

Bekannt war nicht nur die lange Lebensdauer der Eiche, Buche oder des Walnußholzes unter Wasser, sondern man hatte auch schon sehr früh festgestellt, daß Fichte und Tanne viel besser als die Kiefer eine lange Lebensdauer unter Wasser

Theophrast zwischen 372 und 287 v. Chr.: „Von Natur aus widerstehen der Fäulnis: Cypresse, Ceder, Lotus, Buchsbaum, zahmer und wilder Ölbaum, kienichtes Fichtenholz, Aria, Eiche, eubdischer Nußbaum. Die längste Dauer unter diesen scheint das Cypressenholz zu haben, wie das, woraus man in Ephesus die Thüren des neuen Tempels machte ... Einige Hölzer sind auch unter gewissen Umständen nicht der Fäulnis unterworfen, wie das Ulmenholz in der Luft, das Eichenholz unter der Erde und wenn es vom Wasser gespült wird; Denn es widersteht durchaus der Fäulnis. Auch das Buchenholz widersteht im Wasser der Fäulnis ... Man sagt, das Fichtenholz soll mehr als das Tannenholz vom Bohrwurm angegriffen werden ... Alles Holz aber werde vom Bohrwurm angegriffen, ausgenommen das Olivenholz, woran ebenfalls die Bitterkeit Schuld sey ... Man sagt auch, daß das Tannenholz, während des Ausschlagens geschält, im Wasser vor der Fäulnis geschützt bleibe ...

Die Eiche dient ... besonders auch zum Bau unter der Erde ... Ulmenholz (dient) zu Thüren ... Wacholderholz ist zum Hausbau, sowohl was unter freyem Himmel stehen, als auch, was in die Erde gegraben werden soll, vorteilhaft, weil es nicht fault ... Eben so auch das Holz vom eubdischen Nußbaum, welches, wenn es unter die Erde kommt, noch besser der Fäulnis widersteht.“

Vitruv (84 bis 44 v. Chr.) zur Eiche: „In Werken unter der Erde ist sie von unvergänglicher Dauer.“ Zur Cypresse und Tanne: „Für gewölbte Decken nehme man Cypresse, weil Tanne leicht durch Alter und Fäulnis schadhafte wird.“ Zur Erle: „Sie sei gut für Grundpfähle zur Befestigung der Fundamente an sumpfigen Orten.“

Plinius zwischen 23/24 und 79 n. Chr.: „Das Holz aller Bäume mit Ausnahme des wilden und zahmen Ölbaumes sollen im Meerwasser dem Wurmfraß ausgesetzt sein.“

Abb. 2.6. Antike Kenntnisse zur Widerstandsfähigkeit von Bauholz (aus [80])

haben. So wurden beim Bau von Venedig und Amsterdam (im 9. und 13. Jh.) ausschließlich Fichtenpfähle für Gründungen im Wasser verwendet.

Bedeutende Bauten wie Kirchen errichteten die Menschen aus besonders dauerhaftem Holz, auch wenn das Holz über lange Strecken besorgt werden mußte. Man tat es den alten Ägyptern gleich, wenn man in Rußland mit ausgedehnten Nadelholzwäldern Eiche für Kirchen verwendete. Die frühmittelalterlichen Blockbauten haben häufig Grundswellen aus Ulmenholz. Das schwere Holz der Weißbuche setzte man bevorzugt für Maschinenbauteile, wie Pressen, Schrauben und Zahnräder bei Mühlen, ein.

Ab dem 16. Jahrhundert setzte in Deutschland eine erste gezielte Untersuchung zur Resistenz der Hölzer ein. Es ging dabei besonders um die Dauerhaftigkeit bestimmter einheimischer Holzarten gegenüber Erdkontakt (wie z.B. im Grundbau, Bergbau, Brückenbau und später im Eisenbahnbau für Schwellen sowie im Telegrafbau).

Vom Mittelalter bis in das 19. Jahrhundert hinein war man der Ansicht, daß Bäume mit besonders hohem Alter (zwischen 100–200 Jahre, je nach Holzart) sehr gutes Bauholz ergeben.

Der mittelalterliche Hausbau wurde auf dem Lande vom Bauern selbst betrieben. Je nachdem, welche Holzarten ihm regional verfügbar waren, wußte er aus den Erfahrungen seiner Vorfahren, welches Holz für welchen Zweck eingesetzt werden mußte. Selbst bei den Häusern armer Waldbauern fand man fast 27 verschiedene Holzarten, die materialgerecht eingesetzt wurden [62].

In den Bergwerken wurden für den Stollenausbau Nadelhölzer bevorzugt. Fichte, Kiefer und Lärche hatten eine relativ hohe Druckfestigkeit und zudem eine gute Warnfähigkeit, d.h. Überlastungen und eventuelle Brüche kündigten sich rechtzeitig durch Geräusche an.

Der hohe Anteil der Holznutzung für Brennholz führte ebenfalls zur Bevorzugung bestimmter Holzarten. Kiefernholz erzeugte bei der Verbrennung durch den hohen Harzanteil unangenehme Gerüche, so daß es als Brennholz gemieden wurde. Die vorindustriellen Eisen- und Glashütten sowie Salinen benötigten sehr große Mengen an Brennholz bzw. Holzkohle. Selbst über weite Strecken wurde das Holz mittels Flößen herbeigeschafft. Die daraus gewonnene Holzkohle, vor allem wenn sie aus Buche oder Eiche hergestellt wurde, war besonders begehrt. Allerdings gab es auch Landstriche, wo diese Holzarten seltener zu finden waren, wie z.B. die Steiermark. Dort wurde die Holzkohle zu 90% aus Fichte gewonnen, später, so z.B. im 18. Jahrhundert, als der Brennholzbedarf in ganz Europa stark anstieg, empfahl man zur Herstellung von Holzkohle schnellwachsende Holzarten (wie Pappel oder Weide), da sie sehr kurze Umtriebszeiten hatten.

Beim Bauholz standen die Eiche, aber auch die Fichte und Tanne in hohem Kurs. Die Buche hatte dagegen wegen ihrer leichten Faulbarkeit und Verformbarkeit keinen guten Ruf als Bauholz.

Von der Antike bis in das 18. Jahrhundert hinein waren 90% aller Menschen in der Landwirtschaft tätig. Auf diese enge Verbindung zur Natur gründete sich über Jahrhunderte das Erfahrungsbild von Wachstum, Nutzung sowie Umgang mit dem natürlichen Roh- und Baustoff Holz. Dieses Wissen war Bestandteil der kulturhistorischen Bildung, einer Bildung, die von Generation zu Generation weitergegeben wurde. Das erklärt letztendlich das profunde, empirische Wissen der Bauleute

vergangener Zeiten, welches man auch heute noch beim Studium der alten Konstruktionen bewundern kann.

Materialverhalten speziell für Baukonstruktionen

Die Geschichte des Bauens war bis zur Entwicklung theoretischer Berechnungsverfahren eine Geschichte von Versuch und Irrtum. Stürzte die errichtete Konstruktion ein oder verlor sie kurz nach ihrer Inbetriebnahme ihre Funktionsfähigkeit, so lernten die Menschen daraus, daß sie das Material- oder Tragverhalten falsch eingeschätzt hatten und sie die Konstruktion verbessern müssen. Daß dies für den Baumeister unter Umständen mit harten Strafen verbunden war, regelten schon Gesetze vor 4000 Jahren. Die schon erwähnte Gesetzessammlung des Königs Hammurabi traf klare Festlegungen zu den Strafen beim Einsturz von Gebäuden (s. Abb. 2.7).

Intuition und Erfahrung waren die wesentlichen Elemente der baulichen Tätigkeit in der Antike. Hinzu kamen Traditionen im Umgang mit den Baustoffen und ihrer konstruktiven Verknüpfung, die den kulturellen und technischen Gepflogenheiten und Möglichkeiten der jeweiligen Zeit entsprachen.

Technischer Fortschritt entsprang stets dem Drang nach Verbesserung des baulichen Könnens. Schon im antiken Brückenbau wurden beachtliche Spannweiten mit Holzbauteilen errichtet. Die Baumeister verfügten über ausreichend statische Erfahrungen zur Errichtung von Balkenbrücken bis 10 m Stützweite oder der Nutzung von bogenförmigen Tragwerken bis 35 m Spannweite (Abb. 2.8).

Darüber hinaus war man in der Lage, standsichere Gerüste für die Errichtung steinerner Bogenkonstruktionen bzw. -brücken zu fertigen. Die Gründung der steinernen Pfeiler erfolgte hauptsächlich auf Holzpfehlern – Pfahlgründungen, die auch heute noch zum Teil die erhaltenen Reste derartiger Brücken tragen.

Inwieweit die frühmittelalterlichen Bauhütten der Mönchsorden auf die antiken Kenntnisse zurückgriffen, kann heute nicht eindeutig gesagt werden. Sie waren jedoch die ersten Pioniere in der Systematisierung der bautechnischen Erfahrungen dieser Zeit. Ihre Leistungen lassen sich weniger an den Brückenbauten nachvollziehen – bis ins 15. Jahrhundert baute man hauptsächlich einfache Jochbrücken in Holz – als an den romanischen Klosterbauten einschließlich dem Kirchenbau dieser Zeit.

Werkstoffe aus Holz

Die Verarbeitung des Rohholzes nach der Entrindung führt zu den unterschiedlichsten Werkstoffen (s. Abb. 2.9). Zunächst entsteht in der ersten Veredlungsstufe das Rundholz. Dieses Holz wird im Hinblick auf die weitere Verwendung üblicherweise klassifiziert. Für jede angestrebte Verwertung gibt es spezielle Klassifizierungsmerkmale.

Durch Behauen entlang einer Farbmarkierung, die mit einer Schnur geschlagen wurde, entstehen Vollhölzer. Bis zum Aufkommen der dampfgetriebenen Sägemühlen etwa ab 1850 wurde das auf dem Bau verwendete Vollholz mit der Axt behauen.

Die Herstellung von Brettern und Furnieren bedurfte von Anfang an der Säge-technik. Schon in der Antike wurden sie mit Handsägen angefertigt, ein oft mühsames Unterfangen, da die Sägen zumeist nicht geschränkt waren und sehr lange Zeit kein gehärteter Stahl zur Verfügung stand.

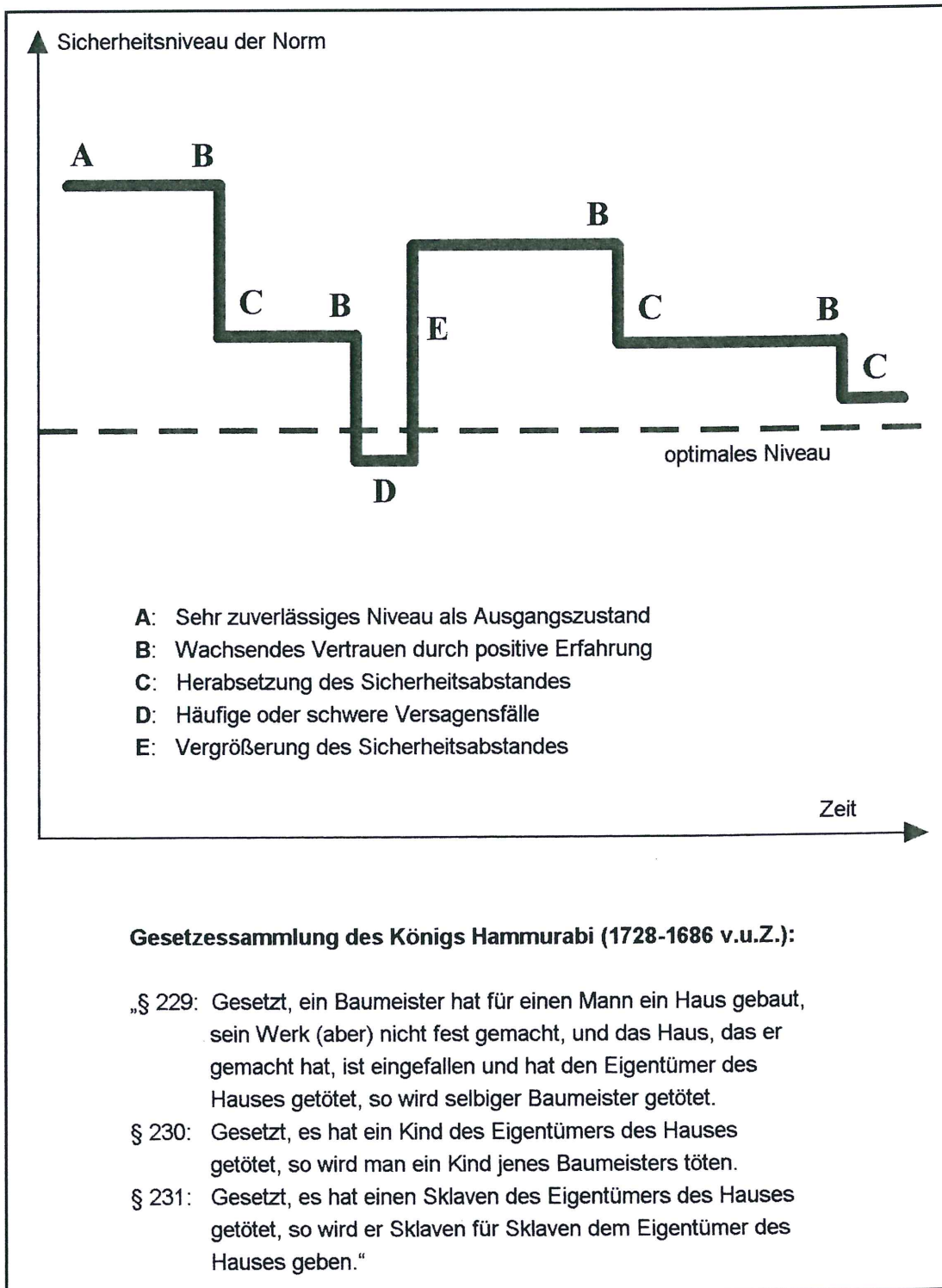
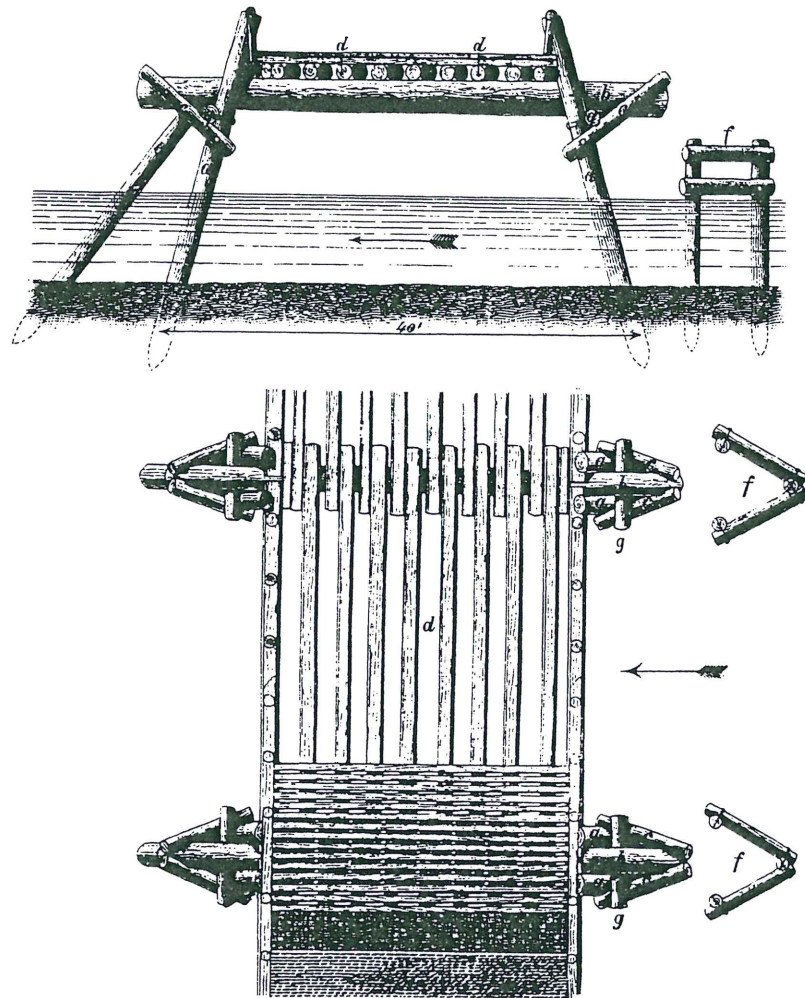
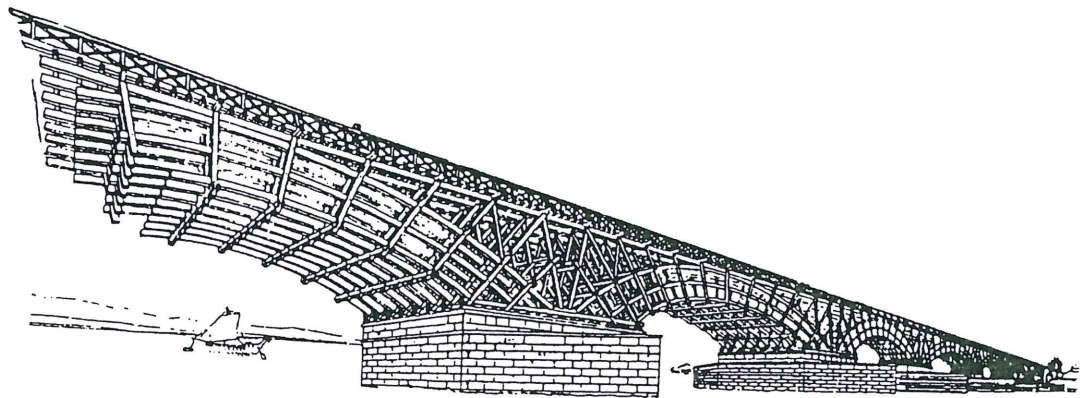


Abb. 2.7. Empirische Entwicklung des Zuverlässigkeitsniveaus bei Baukonstruktionen



Pionierbrücke über den Rhein zur Zeit Cäsars (100–44 v.Chr.)
55 v.Chr. Balkenbrücke, Spannweite 4 bis 5 m (aus [23])



Brücke über die Donau, Gesamtlänge 1134 m mit 20 Pfeilern, 45 m hoch,
mit hölzernen Bogensprengwerken, Spannweite 32 m (103–105 n.Chr., aus [215])

Abb. 2.8. Antike Holzbrückenbau-Leistungen

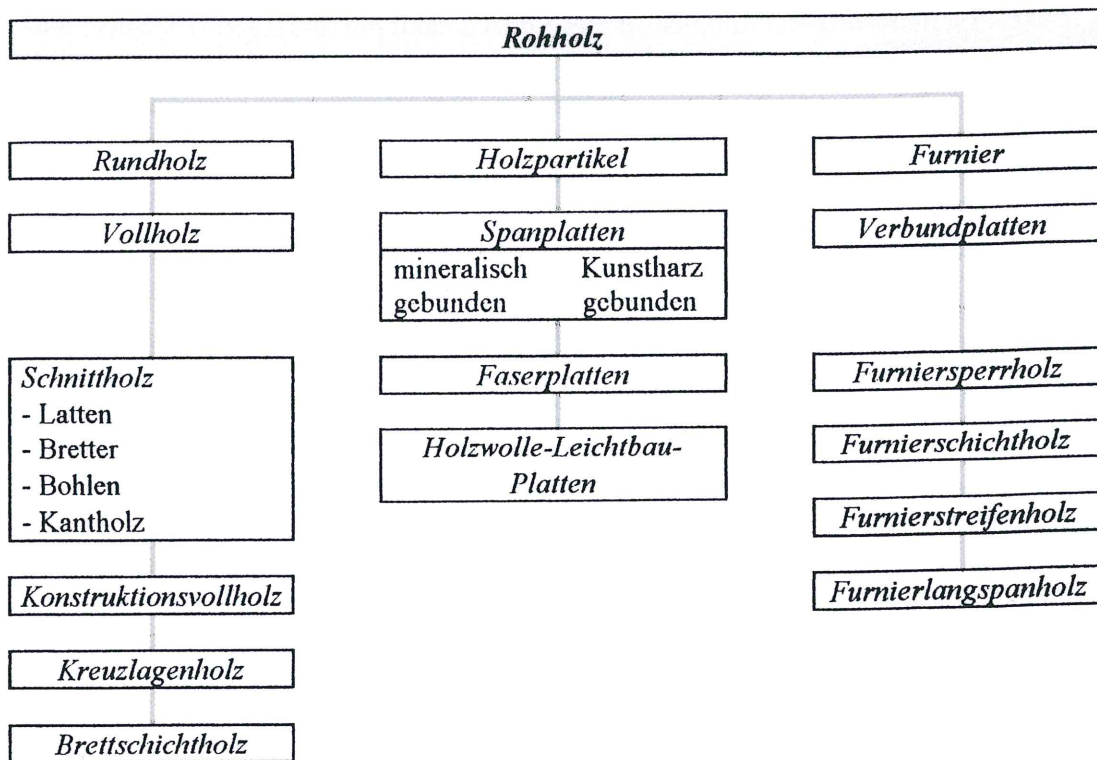


Abb. 2.9. Stufen der Veredelung von Holz/Einteilung der Holzwerkstoffe

Erst seit der Renaissance sind geschränkte Sägen bekannt. Die mühevollen Arbeitsweise ließ die Menschen schon zeitig an eine Mechanisierung denken. Im Mittelalter wurde deshalb vor allem Schnittholz mit wassergetriebenen Mühlen hergestellt.

Ziel jeder weiteren Veredelung des Holzes ist es, die nachteiligen Eigenschaften des Holzes, wie der Einfluß natürlicher Fehlstellen auf technische Eigenschaften, ein ausgeprägtes Schwind- und Quellverhalten oder auch eine Minderung der Dauerbeständigkeit unter bestimmten Einflüssen, gezielt zu vermindern oder gänzlich auszuschalten.

So auch bei der Herstellung von Sperrholz, einem Plattenmaterial, welches mindestens aus drei Lagen Holz oder Furnierschichten besteht, deren Faserrichtung jeweils um 90° gedreht angeordnet ist.

Schon in den altägyptischen Reichen verarbeitete man einzelne Holzblätter zu Furnieren und klebte diese auf Holzmöbel. Die Anfänge der industriellen Sperrholzproduktion gehen auf die dreißiger Jahre des 19. Jahrhunderts zurück, als man in den USA und ab 1843 auch in Deutschland versuchte, Sperrholz maschinell herzustellen. Nachdem mit der Entwicklung einer entsprechenden Maschinenteknik 1890 in Europa die Sperrholzproduktion in nennenswerter Größenordnung begann, setzte eine kontinuierliche Produktionssteigerung ein.

Die Anwendung von Sperrholz im Hausbau begann in den USA in den vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts. Dagegen kann man von einem nennenswerten Absatz im europäischen Holzbau erst seit Beginn der siebziger Jahre sprechen.

Furniersperrholz besteht ausschließlich aus Furnierlagen, **Stabsperrholz** hat eine Mittellage aus Holzstäben mit Furnierdecklagen.

Furnierschichtholz ist ein Baustoff aus 3 mm dicken Furnierlagen (Klebstoff: Phenolharz), deren Fasern alle in Längsrichtung ausgerichtet werden. Gleichzeitig findet eine Festigkeitssortierung statt, Fehlstellen werden ausgekappt. Es entstehen $2,5 \times 20,0$ m große Platten, aus denen Balken und Platten geschnitten werden können.

Furnierstreifenholz besteht aus festigkeitssortierten Furnierstreifen (2500 mm lang, 15 mm breit und 3 mm dick), aus denen mittels Phenolharz geklebte Balken mit stark homogenisierten Eigenschaften hergestellt werden.

Furnierlangspanholz ist im Aufbau dem Furnierstreifenholz ähnlich. Die Furnierspäne sind kürzer (300 mm lang), dafür aber breiter (25 mm breit) und dünner (0,9 mm dick). Aus ihnen wird unter Zuhilfenahme von Polyurethanharz-Klebstoff ein Plattenwerkstoff in der Größe von ca. $2,0 \times 10$ m.

Die Herstellung von **Brettschichtholz** durch Verkleben von übereinandergeschichteten Brettern ist seit dem 17. Jahrhundert immer einmal wieder versucht worden, scheiterte aber bis zum Ende des 19. Jahrhunderts an der unzulänglichen Dauerhaftigkeit der tierischen Leime. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts gelang ein Durchbruch in der Herstellung derartiger Bauteile (s. auch Abb. 2.10).

Die dabei erreichbare Homogenisierung des Werkstoffs führte zu höheren Festigkeiten und zur Verbesserung der elastomechanischen Kenngrößen. Gezielt können Strukturstörungen in der Brettlage, wie Äste, ausgekappt werden, und beim Übereinanderschichten der Bretter können die Bretter höherer Festigkeit in die Zonen hoher Beanspruchung sortiert werden. Dieses Prinzip wurde auch im Flugzeugbau der dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts ausgereizt, indem die relativ filigranen Bauelemente aus Schichthölzern mit dünnen Brettlagen mit einem Minimum an Fehlstellen hergestellt wurden.

Dem Zerkleinern des Rohholzes zu Holzpartikeln lag die Idee zugrunde, Flächenelemente aus Holz herzustellen. Dazu bedurfte es aber ebenfalls eines dauerhaften Bindemittels.

Eine der ersten Entwicklungen war die Herstellung von **Holzwolle-Leichtbauplatten**, bei der hauptsächlich Magnesit, Gips oder Zement als Bindemittel verwendet wurde. Die Holzwolle entsteht durch das Abhobeln von Rundholz. Es entstehen Fäden von max. 500 mm Länge, 0,05 bis 0,3 mm Dicke und 1 bis 5 mm Breite, die bei einer Holzfeuchte von 20% mit Wasserglas, Kalkmilch oder Chlorkaliumlösungen imprägniert werden – eine Vorbehandlung, um die Bindung des Holzes mit dem Zement herzustellen. Damit war es möglich, Dämmplatten aus Holz herzustellen, die hauptsächlich im Hausbau eingesetzt wurden. In Deutschland sind derartige Platten auch unter ihrem Produktnamen als Heraklithplatten bekannt.

Die Entwicklung von **Faserplatten** und **Spanplatten** eröffnete die Möglichkeit der Herstellung industriell gefertigter Möbel. Im Bauwesen war es möglich, die Ausbauprozesse zu rationalisieren, und die industrielle Herstellung von Holzhäusern mit flächigen Elementen war rationell gegeben.

Die Herstellung der **Holzfaserplatten** geht auf umfangreiche Entwicklungsarbeiten zurück, die allein zwischen 1858 bis 1928 über 200 Patentanmeldungen erzeugten. Ab 1910 begann in den USA die Produktion von Faserplatten. Weltweit begann ab 1922 eine stetig steigende Anwendung derartiger Platten, wobei in Deutschland erst ab 1934 nennenswerte Produktionszahlen die Entwicklung kennzeichneten.

Die Grundtechnologie der Herstellung lehnt sich an die Verfahren zur Papierherstellung an. Der Zellverband des Rohholzes wird aufgelöst. Die Fasern werden

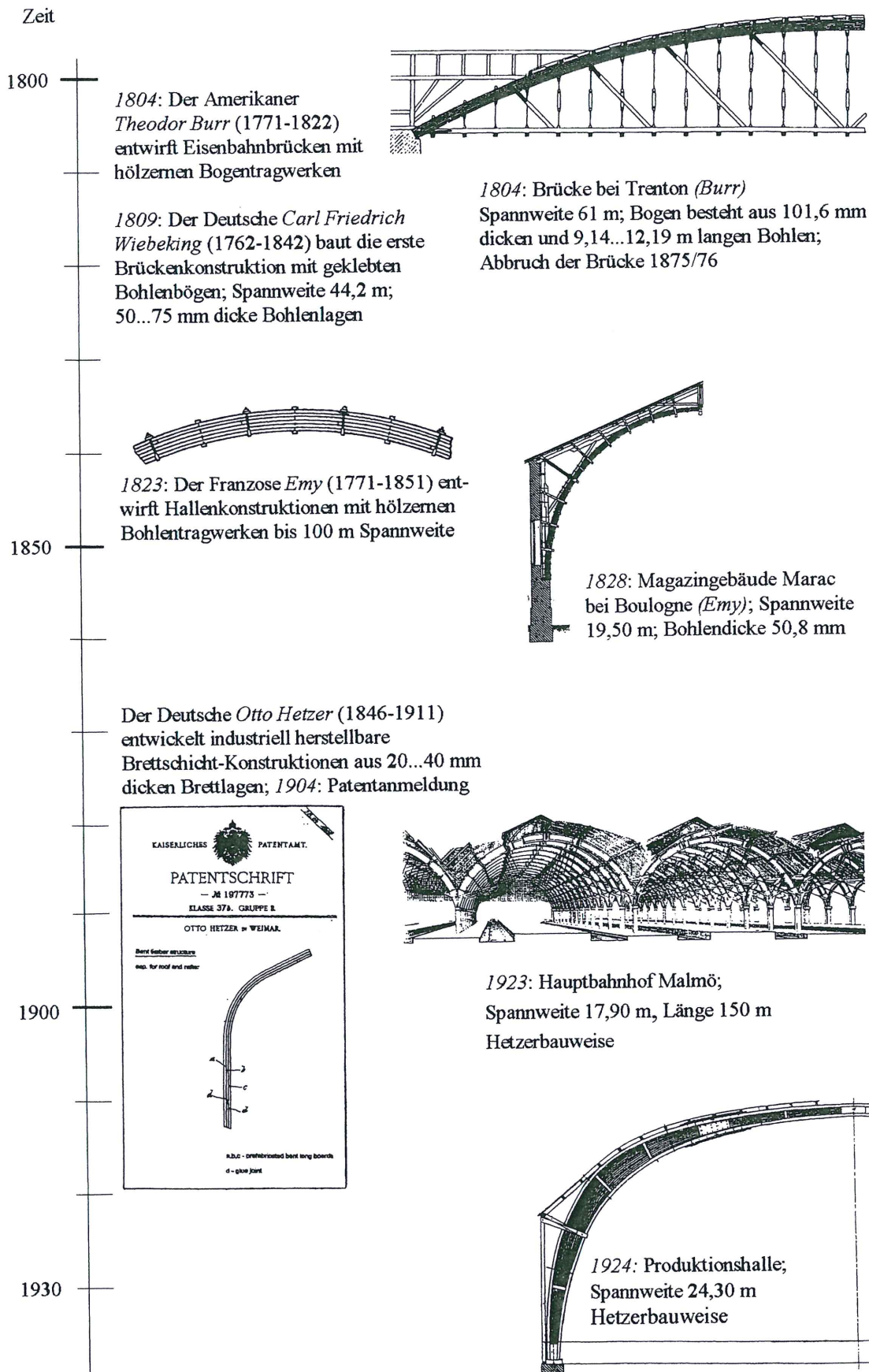


Abb. 2.10. Entwicklung der Brettschichttechnik

mit dem herausgelösten Lignin wieder verfilzt, getrocknet und unter Zusatz bekannter Bindemittel gepreßt. Die herstellbaren Rohwichten variieren zwischen 180 und 850 kg/m³, so daß leichte Dämmplatten oder auch halbharte bis harte Faserplatten herstellbar sind. Neben dem Einsatz im Waggon- und Möbelbau wurden die Platten im Haus- und Barackenbau als dämmende oder raumschließende Verkleidung eingesetzt.

Die **Spanplatte** gehört heute zu den am vielseitigsten verwendbaren Werkstoffen. Neben dem Möbel- und Waggonbau wird sie in der Altbausanierung sowie beim Hausbau im Innen- und Außenbereich verwendet. Die ersten Patente entstanden zwischen 1905 und 1936. In Deutschland begann die Produktion 1941, deren Anwendung seit 1946 eine stetige Entwicklung in Deutschland und anderen Ländern Europas genommen hat.

Holzanwendung im heutigen Bauen

Die Holzwirtschaft zählt heute weltweit immer noch zu den bedeutendsten Wirtschaftszweigen. Über 60 % des produzierten Schnittholzes wird in Deutschland baulich verwendet.

Forschung und Entwicklung sind unter Hinweis auf die ökologische Bedeutung des reproduzierbaren Holzbaustoffes um eine materialgerechte Verwendung bemüht. Gleichzeitig geht es der Holzbauindustrie um die Erschließung neuer Anwendungsbereiche. Die Entwicklung leistungsfähiger Holzbearbeitungsmaschinen hat in den letzten dreißig Jahren zu innovativen Holzbauprodukten geführt.

Das deutsche Handwerk beschäftigt in ungefähr 9 000 Zimmereibetrieben über 67 000 Personen und ist heute sowohl im Neubau mit Dachkonstruktionen, Hallen oder ein- und mehrgeschossigen Gebäuden besonders in Holz-Rahmen-Bauweise, wie auch in der Altbausanierung, bei der Instandsetzung von historischen Konstruktionen und Gebäuden sowie im Trockenbau vertreten.

Den immer noch handwerklich strukturierten Zimmereien (im Durchschnitt hat in Deutschland jede Zimmerei 8 bis 10 Beschäftigte) bietet der Markt je nach gewünschter Veredlungsstufe die verschiedensten Halbfabrikate oder ganze montagefertige Holzbauelemente, wie z. B. in Form von Holzrahmenbauwänden, montagefertige Binder und Hallen oder zahllose Verbindungsmittel für die unterschiedlichen Holzbauanwendungen.

Der Branchenumsatz beträgt pro Jahr rund 10 Mrd. DM. Hinzu kommen noch die Holzbaubetriebe, die auf den modernen Ingenieurholzbau spezialisiert sind.

Auf die Markterfordernisse flexibel zu reagieren, erfordert die ständige Qualifizierung des Personals und das innovative Handeln der Handwerksbetriebe.

Eine wesentliche Säule ist die Lehrlingsausbildung, 16 bis 20 % der Beschäftigten in den Zimmereien sind Lehrlinge.

Beim Verbauen von Holz strebt man seit altersher nach einer langen Dauerhaftigkeit der realisierten Konstruktionslösungen. Dieses ist nur erreichbar, wenn neben der richtigen Holzwahl die Konstruktion den spezifischen Besonderheiten der Baustoffe entsprechend entworfen und durchgebildet wird und die Kenntnisse vor allem des baulichen Holzschutzes fachgerecht angewendet werden. Wird die Konstruktion oder das Gebäude genutzt, so ist eine fachgerechte Baukontrolle und rechtzeitige Beseitigung von Bauschäden ausschlaggebend für eine längere Nutzung.

Karin Lißner
Wolfgang Rug

Holzbausanierung

Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung

Mit 249 Abbildungen und 65 Tabellen



Springer

Dr.-Ing. Karin Lißner
Hauptstraße 7a
01097 Dresden
e-mail: Karin.Lissner@t-online.de

Dr.-Ing. Wolfgang Rug
Wilhelmstraße 25
19322 Wittenberge
e-mail: Wolfgang.Rug@t-online.de

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Lißner, Karin:
Holzbausanierung : Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung /
Karin Lißner ; Wolfgang Rug. – Berlin ; Heidelberg ; New York ;
Barcelona ; Hongkong ; London ; Mailand ; Paris ; Singapur ; Tokio :
Springer, 2000
(VDI-Buch)
ISBN 3-540-66875-6

ISBN 3-540-66875-6 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ein Unternehmen der BertelsmannSpringer Science+Business Media GmbH

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Umschlaggestaltung: Struve & Partner, Heidelberg

Satz: Fotosatz-Service Köhler GmbH, Würzburg

Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN: 10643305 68/3020 M – 5 4 3 2 1 0 –