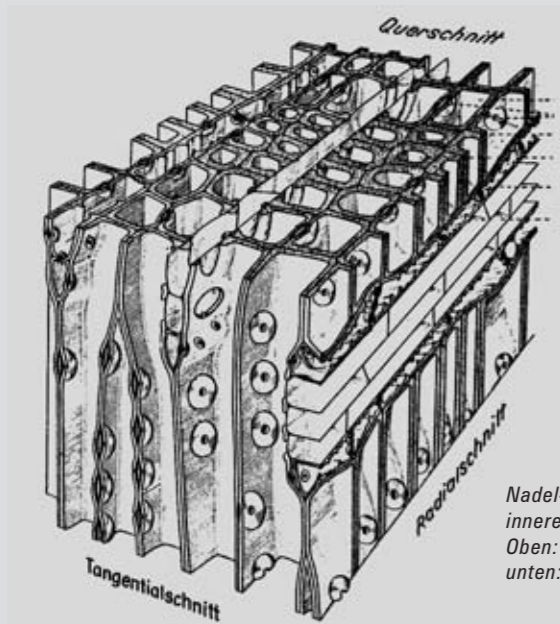


Holzbau: Vom Handwerk zu High-Tech-Systemen

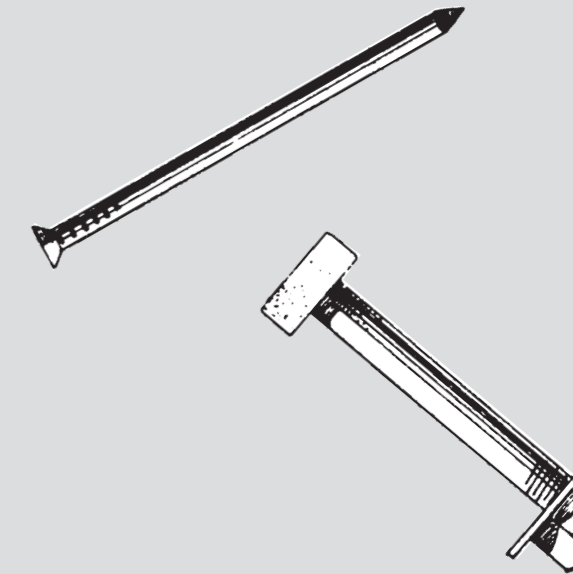
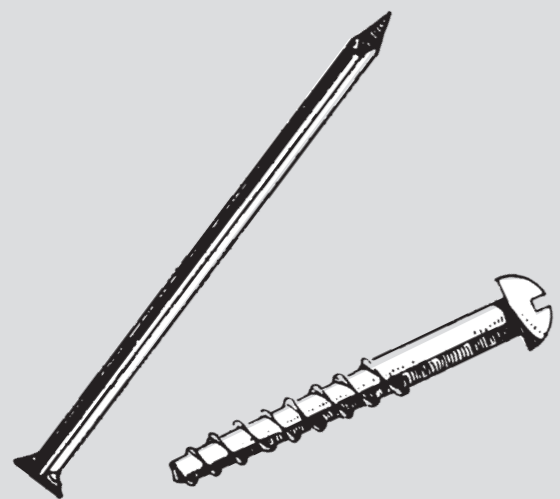
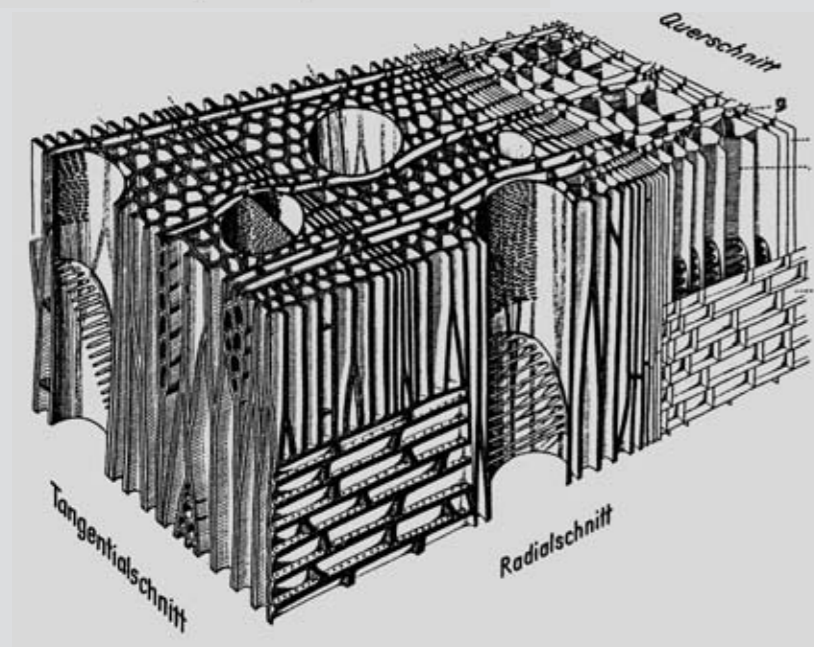
von Charles von Büren

Dem Bauen mit Holz waren lange Zeit Grenzen gesetzt – zum Beispiel bezüglich Verfügbarkeit von Materialien. Die Industrialisierung brachte einen kräftigen Innovationsschub: Neue Bearbeitungsformen führten zu einer breiten Palette an Roh-, Halbfertig- und Endprodukten aus Holz, welche den Bedürfnissen überregionaler Märkte entsprachen. Mittlerweile hat sich der Holzbau zur bedeutendsten industriell vorgefertigten Konstruktionsweise entwickelt.

Maschinell in Serie gefertigte Verbindungsmittel aus Eisen und Stahl wurden durch die Industrialisierung erschwinglich. Dies veränderte das Konstruieren mit Holz von Grund auf.



Nadel- und Laubhölzer zeigen in ihrem inneren Aufbau bemerkenswerte Unterschiede. Oben: Das Holz der Kiefer (*pinus silvestris*), unten: Holz und Bast der Birke (*betula alba*).



Der Holzbau war in vorindustrieller Zeit weit verbreitet. Daraus haben sich unterschiedliche, handwerklich geprägte Bauweisen herausgebildet, wie der Block- oder der Ständerbau. Nicht selten waren diese Bautypen abhängig von der Verfügbarkeit der Holzsorten (Laubholz oder Nadelholz). Hinzu kamen – als bestimmende Faktoren – die handwerklichen Gewohnheiten, die von Generation zu Generation vererbten Traditionen und die damals noch beschränkt mögliche maschinelle Bearbeitung durch Wasserkraft.

Die aufkommende Dampfkraft zu Beginn des 19. Jahrhunderts und, knapp 100 Jahre später, die Elektrizität brachten effizientere mechanische Bearbeitungsmöglichkeiten. Unter dem Einfluss der modernen Fertigung wurden die Werkzeuge und Bearbeitungsmaschinen stets verfeinert. Neu konnten zudem auch kostengünstige mechanische und chemische Verbindungsmittel fabriziert werden: Nägel beispielsweise wurden nun in Serie produziert und nicht mehr aufwändig von Hand geschmiedet.

Die herstellungs- und materialtechnischen Fortschritte beeinflussten tief greifend die Holzbauweise. Schrittweise wurden neue Holzprodukte entwickelt – Sperrholz, Holzplatten für Ausbau und Konstruktion, verleimte passgenaue Balken. Ihre Eigenschaften wurden auf die Bedürfnisse jener Märkte abgestimmt, die nicht länger lokal ausgerichtet waren.

Prägende Holzeigenschaften

Holz ist nicht gleich Holz. Jede Holzart hat ihre besonderen Eigenschaften und ist damit für eine Aufgabe optimal, für eine andere weniger geeignet. Für den Holzhausbau zieht man Fichte und Tanne heran; für bewitterte Fassaden zum Beispiel Lärche. Für strapazierfähige Bodenbeläge kommen dagegen vielleicht Eiche oder Ahorn zum Zug, für besondere Möbel Nussbaum oder Kirsche.

Die Eigenschaften von Holz sind – anders als etwa bei Metall, Glas oder Gummi – richtungsabhängig. Ursache hierfür ist die Struktur der Zellwand und die Anordnung der Zellen im Holzgewebe aufgrund des Baumwachstums. Deutlich sichtbar ist diese so genannte Anisotropie daran, wie Holz «arbeitet»: Es quillt und schwindet je nach Richtung verschieden stark.

Längs zur Faser ist Holz am höchsten belastbar. Es hält in dieser Richtung hundertmal höhere Zugkräfte und viermal höhere Druckkräfte aus als quer zur Faser. Dies ist grundlegend für die Be- und Verarbeitung von Holz. Tragwerke aus Holz werden beispielsweise derart konstruiert, dass die Hölzer möglichst längs zur Faserrichtung beansprucht werden. Ein Würfel von 4 cm Kantenlänge aus Tannenholz trägt im Laborversuch vier Tonnen – mehr als normaler Beton. Beeindruckendes leistet Holz auch im Verhältnis zu seinem Gewicht: Es ist leicht und kräftig zugleich.

Neue Qualität durch Zerlegen und Fügen

Für die Verarbeitung ist der Grad der *Homogenität* von Holz wichtig. Hölzer, die in ihrer Struktur besonders ungleichmässig sind, fallen für mancherlei Zwecke – beispielsweise für Furniere oder Drechslerei – ausser Betracht. Beliebte Nutzholzsorten sind die Nadelhölzer, da sie generell einen hohen Homogenitätsgrad aufweisen. Dies ist durch ihren inneren Aufbau gegeben, der zu rund 95 Prozent aus einer einzigen Zellart besteht. Laubhölzer hingegen sind von Art zu Art sehr unterschiedlich. Sie verfügen im Vergleich zum Nadelholz über einen viel komplexeren anatomischen Aufbau.

Um die auf dem Markt akzeptierten und gesuchten Holzeigenschaften auch in Serienprodukten zu nutzen, haben sich Handwerk und Industrie immer wieder neue Mittel und Wege einfallen lassen, die Homogenität von Holz zu optimieren. Dabei ging und geht es um ein *Zerlegen und Neufügen* des Holzes – und zwar in allen räumlichen Dimensionen. Aus dem seiner Natur nach inhomogenen Stoff Holz werden auf diese Weise heute fast ausschliesslich homogenisierte Produkte gefertigt. Moderne Herstellungsprozesse erlauben es, die durch den Baum gegebenen Grenzen in jeder Dimension zu überwinden. Holz ist längst nicht mehr allein als Balken oder Brett verfügbar, sondern auch in Form der theoretisch «unendlich langen», verleimten Balken und als Platten, deren Masse

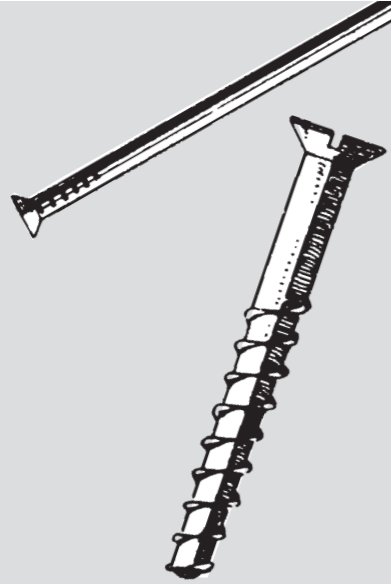
allein aufgrund der Transportmöglichkeiten beschränkt sind.

Maschinenkraft ersetzt Handarbeit

Bereits bei der traditionellen Produktion von Balken und Brettern, zuerst mit Axt und Daxel, später mit der – gemäss römischer Überlieferung durch den Griechen Daidalos erfundenen – Säge, ging es für den Bau von Schiffen, Häusern und Geräten darum, die einzelnen Holzteile wieder kraftschlüssig zusammenzufügen. Die reinen Holz-Holz-Verbindungen, zum Beispiel Hartholzdübel, Keile, Federn und Schwalbenschwänze aus Holz, wurden durch die nach und nach verfügbaren Beschläge aus geschmiedetem Eisen ersetzt.

Mitte des 19. Jahrhunderts begann – dank der Dampfmaschine – die kostengünstige Produktion von Drahtnägeln in grossen Serien. Die Leimtechnik der Schreiner hat Otto Hetzer (Weimar) mit seinem Patent von 1906 erfolgreich auf das Konstruieren weit gespannter Tragwerke aus brettschichtverleimtem Holz übertragen. Das Keilzinken ist ein entsprechendes Verfahren, mit dem durch das Einschneiden der Stirnflächen von Brettern oder Kanteln und durch das Verleimen der aufeinander passenden Teile theoretisch unendlich lange Stäbe oder Bretter produziert werden können.

Heute lassen sich mit der bereits seit den 1940er-Jahren bekannten Nagelung von Brettstapeln, durch Quervorspannung und



Verleimen, durch das Zusammenfügen der Tragwerke mit Metallen, Beton, Kunststoffen, durch Kombination unterschiedlicher Holzarten usw. beliebig gestaltete Konstruktionen aus Holz planen und erstellen.

Holzwerkstoffe

In noch verfeinerter Form wird das Holz auf unterschiedlichste Weise zerkleinert und neu gefügt. Es wird zu Leisten gesägt, als Furnier gemessert, gesägt oder geschält, zu Holzwolle gehobelt, zu Spänen zerspant oder zu Fasern zerfasert. Je nach angewendetem Verfahren entstehen unterschiedliche Zwischen- oder Endprodukte, so genannte *Holzwerkstoffe*, aber auch Grundstoffe zur Herstellung von *Papier*, *Karton* oder *Textilien*.

Exemplarisch zeigt sich die Entwicklung plattenförmiger Werkstoffe aus Holz am Beispiel von Sperrholz. Zu Beginn standen so genannte Inkrustationen, ein altes Verfahren, um einfache Holzflächen mittels eingelegerter Materialien – nebst Horn und Muscheln auch teure Hölzer – zu veredeln. Durch die einem Uhrmacher und Goldschmied zugeschriebene Erfindung der Fein- oder Laubsäge um 1590 wurde die eigentliche Intarsientechnik möglich. Die Feinsäge erlaubte das gleichzeitige Schneiden der gewünschten Muster aus zwei aufeinander gelegten Furnieren, um zueinander passende Konturen aus unterschiedlichen Hölzern herzustellen.

Dies alles diente der Dekoration von Möbeln, der Veredelung von Oberflächen, hatte aber kaum mit einer Homogenisierung des Materials zu tun. Erst mit den sauber schnei-

denden Schälmessern und den maschinengetriebenen, präzise arbeitenden Schneidvorrichtungen wurde eine industrielle Massenerzeugung von Furnieren wirtschaftlich interessant.

Mit den erstmals in Frankreich eingesetzten Rotations-Furnierschälmaschinen wurde ab ungefähr 1890 die bereits seit den Ägyptern bekannte Absperntechnik mit Holz zur heutigen Produktion grossflächiger Lagenhölzer weiterentwickelt. Wenn Sperrholz zu Beginn vor allem für den Möbelbau, für Türen, Musikinstrumente und Geräte diente, ist es heute ein Werkstoff, der sichtbar oder im Verborgenen in fast unendlich breiter Form verwendet wird: Für Möbel und Ausbauten, als Schalungstafeln im Hoch- und Tiefbau, als versteifendes oder tragendes Element im Holzhausbau und selbst bei speziellen Anwendungen, so etwa für die Konstruktion von modernen Leichtflugzeugen und für Lastwagenaufbauten. Auch bei Sportgeräten werden die federelastischen Materialeigenschaften von Sperrholz geschätzt und genutzt, so für Skikerne, Skate- und Snowboards.

Das zur Familie der Lagenhölzer zählende Sperrholz ist einer der vielen marktgängigen Holzwerkstoffe, welche heute das Angebot an massivem Holz erweitern und ergänzen: Partikelhölzer werden aus Spänen, Fasern oder Holzwolke gepresst, gestopft, geklebt und so zu platten- oder stabförmigen Holzwerkstoffen geformt. In Kombination mit diversen Materialien werden Werkstoffe mit Holz für unterschiedlichste Zwecke produziert: Mit Zement oder

Gips gebundene Spanplatten, OSB (Oriented Structural Boards) und mit Portlandzement oder Magnesitbinder produzierte Holzwolke-Leichtbauplatten für die Wärmedämmung stehen dafür als Beispiel.

Holzbau heute

Noch während der 1980er-Jahre haftete dem Holzbau ein leicht verstaubtes Image an: Er galt als gemütlich, ländlich, aber nicht ganz zeitgemäss. Das hat sich mittlerweile grundlegend geändert. Der Holzbau ist heute in mancher Hinsicht vorbildlich und wird mehr denn je als die zukunftssträchtige Bauweise angesehen: Rationelle Planungs- und Fertigungsmethoden, verbunden mit der Standardisierung von Konstruktions- und Ausführungsdetails, bringen Kosten- und Qualitätsvorteile. Moderne Ausdrucksmittel für Formen, Materialeinsatz und auch Oberflächengestaltung verschaffen dem aktuellen Holzhausbau ein markantes und eigenständiges Aussehen.

Die Grundlagen des heutigen zeitgemässen Holzhausbaus lassen sich auf drei wesentliche Elemente zurückführen. Erstens: die systematisch auf praktischen Nutzen ausgerichtete Forschung, deren Ergebnisse auf gut verständliche Weise einer grossen Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Zweitens: die innovativen Unternehmungen der Holzbranche und die mit ihnen verbundenen Zulieferer von Halbfabrikaten. Und drittens: die für neue Ideen offenen Bauherren und Architekten, letztere gestützt durch eine neue Generation von Holzbauingenieuren und -fachleuten.

Technische Errungenschaften verbinden sich beim Holz mit einer ökologischen Kreislaufwirtschaft. Im Wald beginnt ein Prozess der von der nachhaltigen Bewirtschaftung über die Ernte des Rohstoffes Holz zu Verarbeitung und Nutzung seiner Produkte bis hin zur Rückführung einen beispielhaften Lebenszyklus bildet. Alle Stationen dieses Prozesses entsprechen den Bedingungen einer nachhaltigen Entwicklung, haben auch viel mit Ökologie, mit Ökonomie und mit der Erhaltung von (sozialen) Werten zu tun.

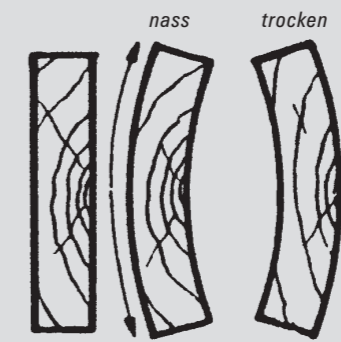
Wald und Holz in der Schweiz

Der Wald bedeckt rund einen Drittel der gesamten Landesfläche, bezogen auf die produktive Fläche gar die halbe Schweiz. Der Wald wirkt wie eine umweltfreundliche «Fabrik»: Gemäss Landesforstinventar wachsen im Schweizer Wald jährlich rund zehn Millionen Kubikmeter Holz nach. Gefällt werden lediglich sieben Millionen. Davon bleibt ein Teil als Ernteverlust im Wald liegen. Auf den Markt gelangen knapp fünf Millionen Kubikmeter – das sind immerhin rund 14 Prozent mehr als noch vor dem Sturm Lothar 1999.

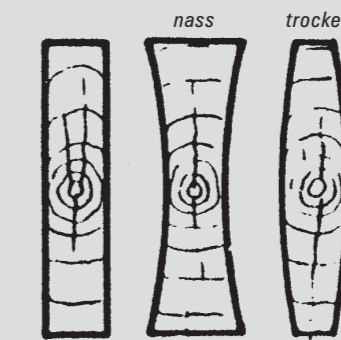
Dennoch nimmt der Holzvorrat im Wald ständig zu. Die Schweiz liegt mit einem Wert von 367 Kubikmeter pro Hektare Waldfläche weltweit an der Spitze. Gelingt es nicht, das noch brachliegende Marktpotenzial für einheimisches Holz auszunutzen, werden die Vorräte bis ins Jahr 2015 auf über 400 Kubikmeter pro Hektare steigen.

Informationen im Internet

Lignum – Holzwirtschaft Schweiz: www.lignum.ch
Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung SAH: www.holzforschung.ch
holz 21 - Förderprogramm des Bundesamtes für Umwelt BAUFU: www.holz21.ch



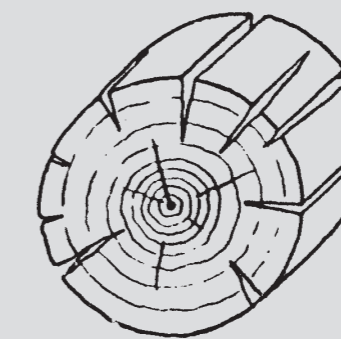
Verformungen bei einem Seitenbrett



Verformungen bei einem Kernbrett



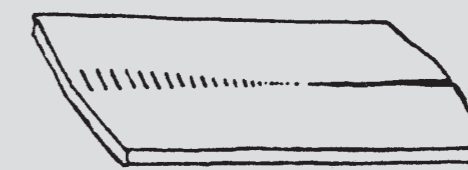
Werfen der Bretter beim Trocknen



Luftrisse am Rundholz



Brett aus drehwüchsigem Stamm



Kernbrett mit schräg verlaufender Markröhre

Holz weist Eigenheiten auf, die beim Konstruieren zu berücksichtigen sind. Es verändert sich unter Einfluss von Feuchte oder Trockenheit, dazu kommen die Eigenschaften aus dem Baumwuchs.

Résumé

La construction en bois était largement répandue à l'époque préindustrielle; elle y a donné naissance à différents modes de construction typiquement artisanaux, tels que la maison en rondins ou la maison à montants de bois. Souvent, le choix entre ces modes de construction dépendait des variétés de bois disponibles (bois de feuillus ou de conifères). Mais d'autres facteurs venaient influencer ce choix: les habitudes des artisans, les traditions transmises de génération en génération et les techniques – alors très limitées – permettant de travailler le bois par des procédés mécaniques, grâce à la force hydraulique.

Le développement de la machine à vapeur au début du XIX^e siècle puis, à peine un siècle plus tard, celui de l'électricité ont apporté des procédés plus efficaces de façonnage mécanique. Les méthodes d'usinage moderne ont permis un perfectionnement constant des outils et des machines de façonnage. En outre, on pouvait désormais fabriquer à bon marché des moyens mécaniques et chimiques d'assemblage: on produisait les clous en série, au lieu de les forger lentement à la main.

Ces progrès dans les techniques de façonnage et de production de l'outillage et des machines ont profondément influencé les modes de construction. L'industrie du bois a progressivement développé de nouveaux produits: le contreplaqué, les panneaux de bois aggloméré pour la construction et l'aménagement intérieur, les poutres de bois collé produites sur mesure. La construction en bois est aujourd'hui le mode de construction le plus répandu dans la construction industrielle en préfabriqué.