

Bauen mit Holz - Holz als Baustoff

Autor(en): **Würgler, Viktor**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bündner Schulblatt = Bollettino scolastico grigione = Fegl
scolastic grischun**

Band (Jahr): **19 (1959-1960)**

Heft 5

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-356042>

Nutzungsbedingungen

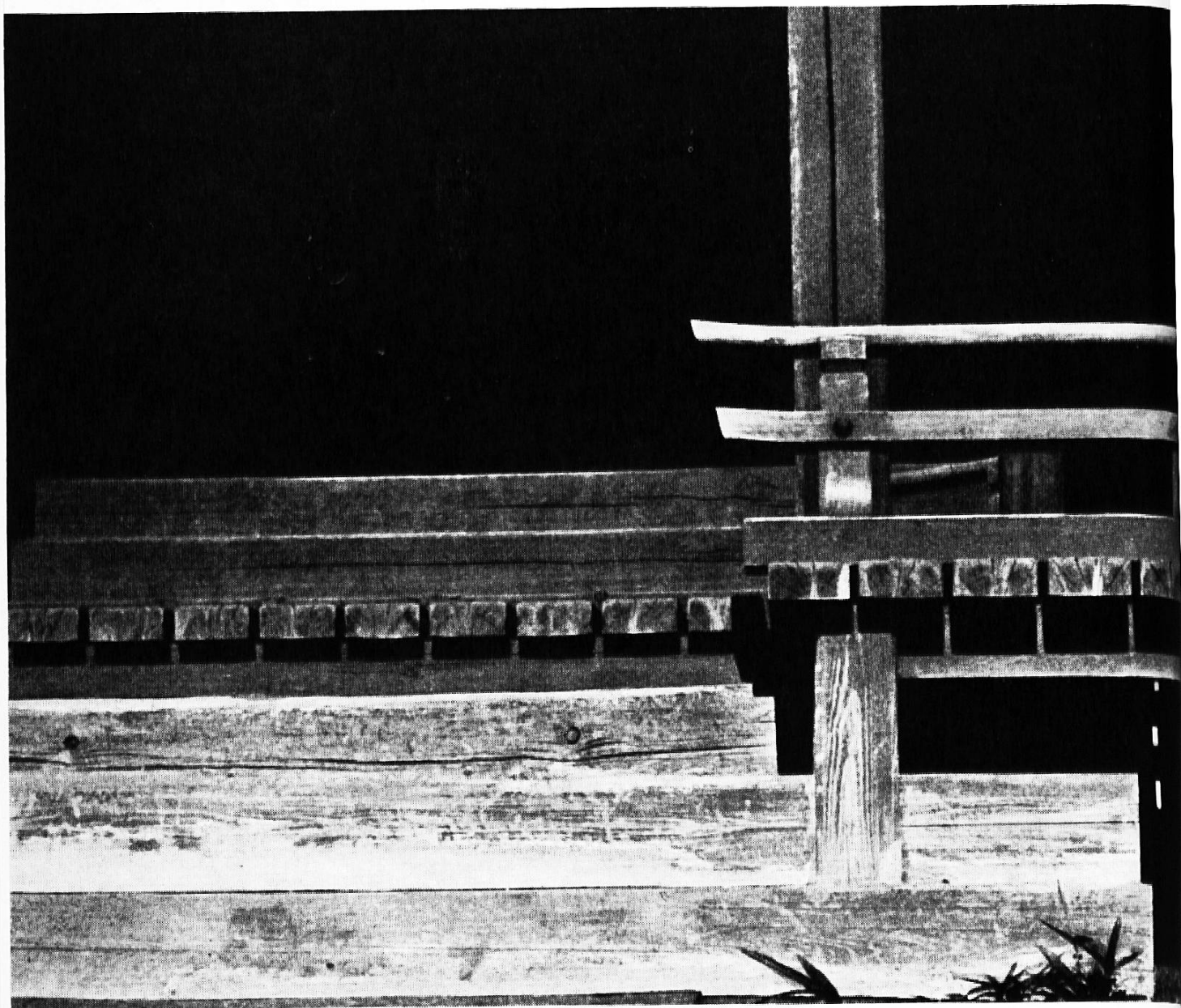
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

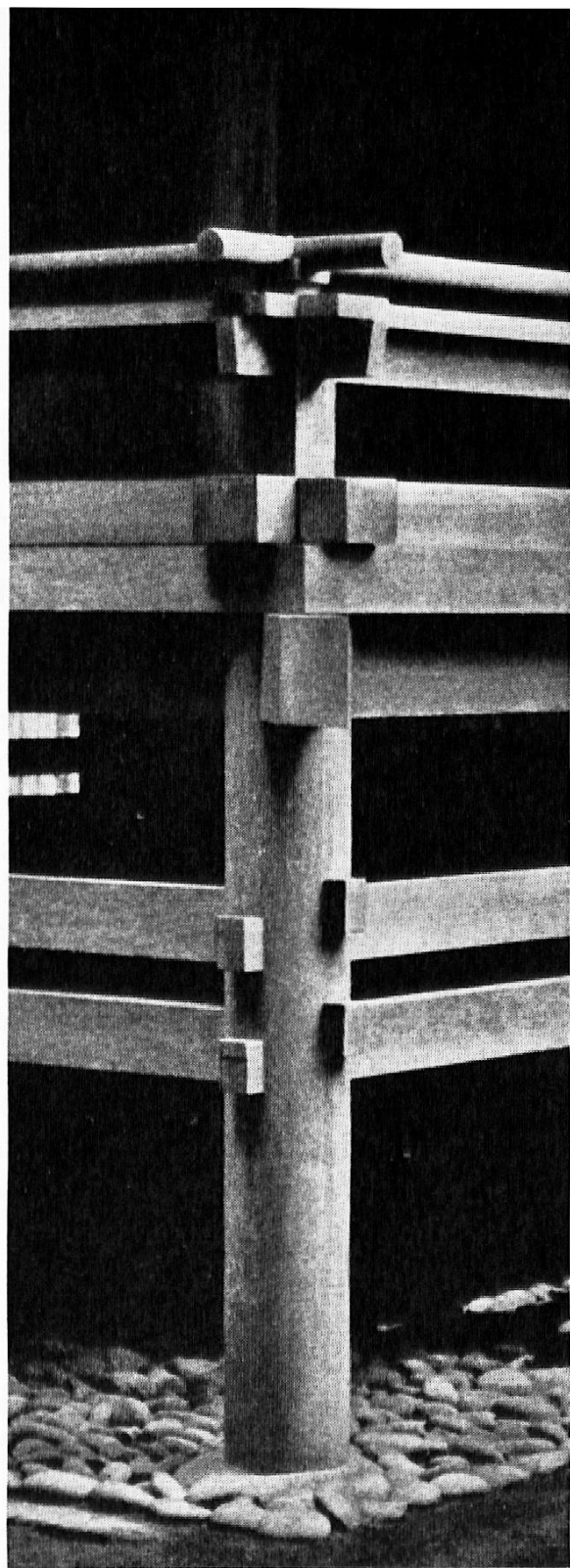
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



1



Bauen mit Holz — Holz als Baustoff

Viktor Würigler, dipl. Architekt SIA, Zürich

Unter den Rohstoffen, die der Mensch heute gewinnt und verarbeitet, nimmt Holz einen sehr bedeutenden Platz ein. Zwar wird nur zirka ein Drittel der gesamten Waldfläche wirtschaftlich genutzt, der Rest von ungefähr 2800 Millionen Hektaren ist ungenutzter Urwald. Der Wert des in einem Jahr auf der ganzen Erde gewonnenen Holzes übersteigt aber trotzdem den der Jahreserzeugung von Kohle, Erdöl oder Stahl.

Riesige Holzreserven der Erde können noch erschlossen werden. Die Vorräte an Steinen, Erdöl und Kohle, an Ton und an Erzen verringern sich beim Abbau – Holz aber kann als Rohstoff, bei richtiger Waldpflege, fortlaufend neu genutzt werden.

Seit Jahrtausenden ist Holz einer der wichtigsten Baustoffe, seit jeher hat es die kulturelle Entwicklung des Menschen begleitet. Die immense Steigerung der gesamten Bautätigkeit in den letzten Jahrzehnten als Folge einer außerordentlichen Bevölkerungszunahme und einer kaum irgendwo beschränkten Industrialisierung hat zwar einen relativen Rückgang des Holzverbrauches bewirkt. Bei nachhaltiger Bewirtschaftung sind ja die Möglichkeiten zur Erhöhung des Rundholzangebotes ziemlich beschränkt, so daß eine plötzlich gesteigerte Nachfrage nur schwer befriedigt werden kann. Backstein und Beton, Glas, Metalle und Kunststoffe sind denn auch teilweise an Stelle des Holzes getreten. Gesamthaft gesehen hat aber das Holz seine Bedeutung im Bauwesen in keiner Weise verloren. Gerade die Eisenbetonbauweise, von der Holzwirtschaft ursprünglich als schwere Konkurrenz betrachtet, brachte dem Holz neue und interessante Anwendungsmöglichkeiten, wie den Bau von Schalungen und Lehrgerüsten, von Transportanlagen, Baracken, Materialsilos usw.

Die Aufgaben des Waldes sind vielseitig. Ebenso vielseitig sind die Möglichkeiten der Verwertung seines Produktes, des Holzes. Als Baustoff nimmt es eine ausgesprochene Sonderstellung ein. Sein Anwendungsbereich ist viel breiter als der anderer Baumaterialien: es kann ebenso vorteilhaft für statisch beanspruchte Bauteile, zum Beispiel Hallenbauten, Stützen, Deckenbalken, wie für Ausbauarbeiten, Bodenbeläge, Wand- und Deckenverkleidung verwendet werden. Dazu dient es noch in bedeutendem Maße als Hilfsmaterial für Schalungen, Gerüste usw.

Die meisten Holzarten weisen tatsächlich einzigartige Materialeigenschaften gleichzeitig auf: trotz geringem Gewicht sind die Festigkeitseigenschaften ausgezeichnet; die genügende Härte beeinträchtigt die leichte Bearbeitbarkeit nicht, die vorzüglichen technischen Eigenschaften fallen zusammen mit einer seltenen Vielgestaltigkeit und Schönheit des Materials.

Technisch gesehen sollte jeder Baustoff dort verwendet werden, wo er sich seiner speziellen Eigenschaften wegen am besten eignet. Eine bedeutend intensiviertere Holzforschung hat in den letzten Jahrzehnten denn auch wesentliche Beiträge für die technisch und wirtschaftlich richtige Anwendung des Holzes geleistet. Wohl kannten unsere Vorfahren zum Teil die besonderen Eigenschaften des Holzes, und daraus haben sich gewisse handwerkliche Faustregeln ergeben. Die gegenüber früheren Jahrhunderten heute aber vollständig geänderten Methoden der Gewinnung, Lagerung und Verarbeitung machen solche Faustregeln oft wertlos, und damit wird die systematische Forschung zu einer unbedingten Voraussetzung eines erfolgreichen Konkurrenzkampfes; denn Bauen in Holz erfordert ein hohes Maß an Materialkenntnis und Erfahrung.

Im folgenden werden einige Angaben darüber gemacht, was Holz überhaupt ist; die für das Bauwesen bedeutsamsten Materialeigenschaften und Kenngrößen werden kurz erläutert.

Der Aufbau des Holzes und die bautechnisch wichtigsten Kenngrößen

Innerer Bau

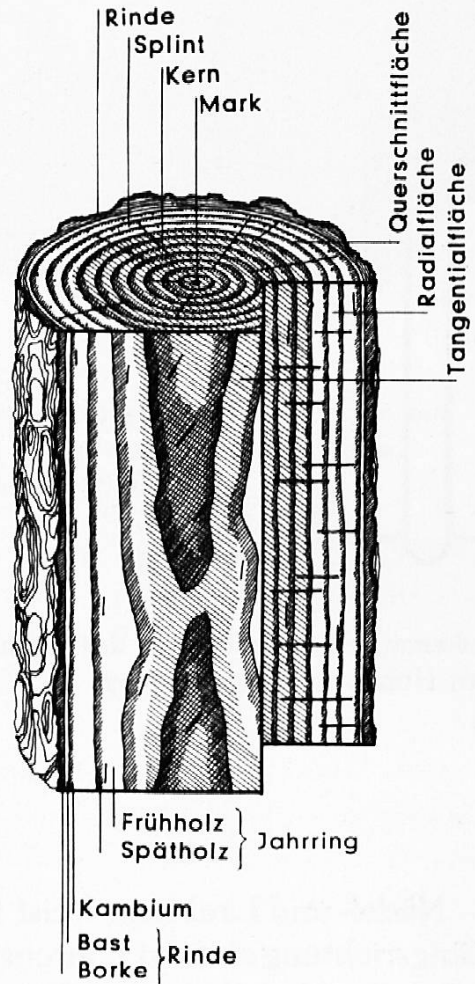
Die Einteilung in Nadel- und Laubbäume geht von der äußeren Erscheinung aus: die einen tragen Nadeln, die andern Blätter, Laub. Dabei sind allerdings auch die Nadeln nichts anderes als Blätter. Ebenso unterschiedlich wie der ganze Baum ist das Nadel- und Laubholz in seiner inneren Struktur.

Das Nadelholz hat einen einfachen, regelmäßigen Aufbau. Es besteht hauptsächlich nur aus einer einzigen Art von Zellen, die sowohl die Safftleitung wie die Festigung übernehmen. Immer sind die Jahrringe (der jährliche Zuwachs an Holz) makroskopisch gut erkennbar.

Viel komplizierter ist der Aufbau der Laubhölzer, denen wir in der Erdgeschichte denn auch bedeutend später begegnen als den entwicklungsgeschichtlich sehr alten Nadelhölzern.

Jahrringgrenzen sind bei den Laubhölzern oft schwer erkennbar. Die verschiedenen Funktionen, wie Safftleitung, Festigung usw., werden von ganz verschiedenen Zellen übernommen. Die Laubbäume sind in jeder Beziehung höher organisiert, in gewissem Sinne vollkommenerer Pflanzen als die Nadelbäume.

Die Gegenüberstellung von zwei Mikroaufnahmen zeigt den Unterschied zwischen dem Nadel- und dem Laubholz sehr deutlich. Wir erkennen daran vorerst ganz allgemein den porigen Aufbau des Holzes. Vor allem beim Nadelholz fällt auf, wieviel Luft und wie wenig eigentliche Holzsubstanz vorhanden ist. Dabei ist dieses Verhältnis nicht über den



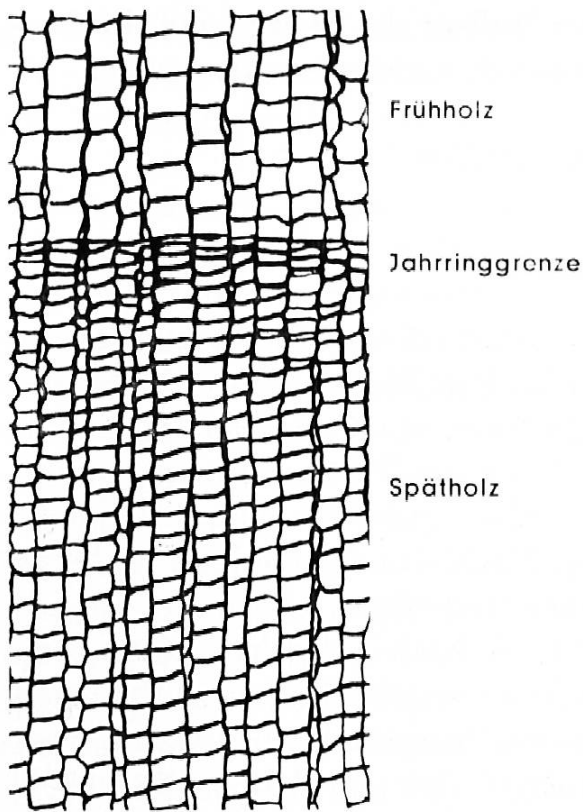
ganzen Querschnitt gleich: bei den Jahrringgrenzen, die makroskopisch als dunklere Zonen erscheinen, ist verhältnismäßig mehr Holzsubstanz vorhanden. Das Frühholz ist substanzärmer als das Spätholz.



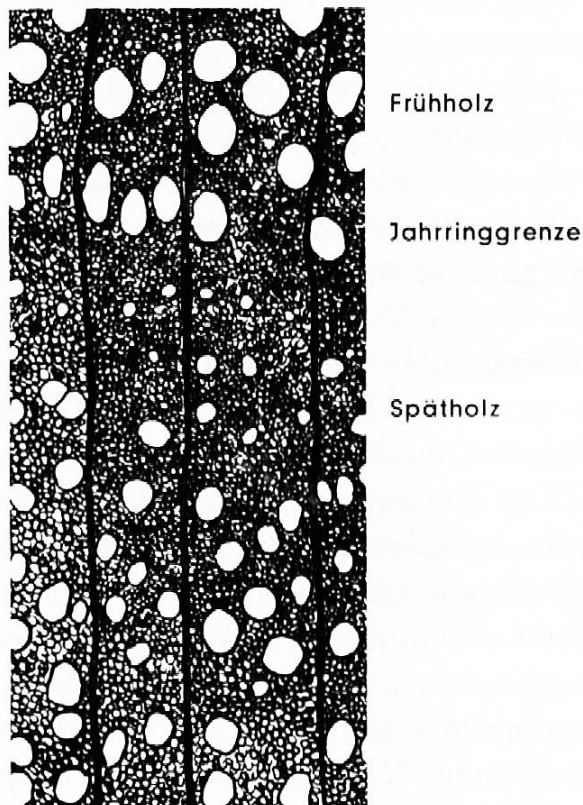
Schematische Darstellung des Aufbaues des Holzes in Längsrichtung.

Nadel- und Laubholz weist in der Längsrichtung eine Art Röhrensystem auf; beim Nadelholz sind diese Röhren mehr oder weniger rechteckig, wobei die in der Stammachse laufenden Röhrenwände tangential bzw. radial zum Stammquerschnitt hin geordnet sind. Beim Laubholz sind diese Röhren mehr oder weniger kreisrund; eine deutliche Orientierung der einzelnen Röhren zum Stammzentrum hin ist nicht zu erkennen.

Als chemischer Rohstoff setzt sich Holz mit geringen Schwankungen von Art zu Art aus folgenden Grundstoffen zusammen:



Mikro-Querschnitt durch Fichtenholz (Beispiel eines Nadelholzes).

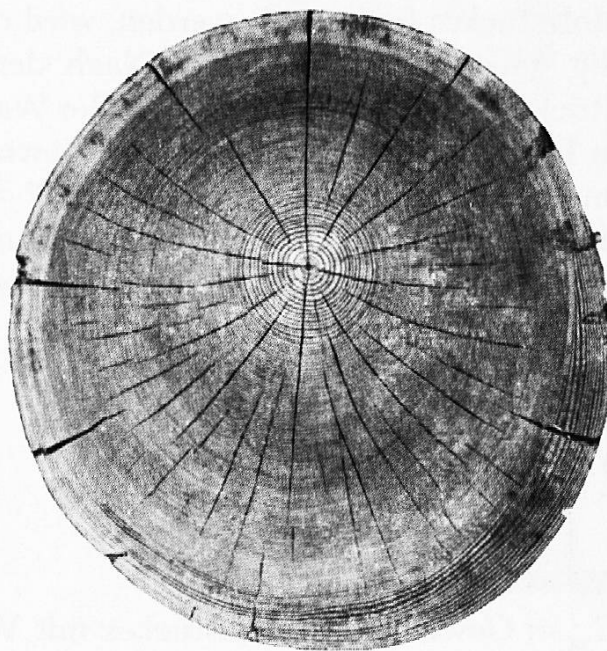


Mikro-Querschnitt durch Buchenholz (Beispiel eines Laubholzes).

Kohlenstoff	50	0/0
Wasserstoff	6,1	0/0
Sauerstoff	43	0/0
Stickstoff	0,04–0,26	0/0
Asche	0,2	–0,6 0/0

Aus diesen Grundstoffen bestehen die Hauptbestandteile des Holzes: Lignin (20–28 0/0), Zellulose (41,5 bis 42,5 0/0), Hemizellulose (24–29 0/0), Nebenbestandteile (6–7 0/0).

Der stoffliche Aufbau des Holzes, seine chemische Zusammensetzung, interessiert den Holzbauer unmittelbar weniger als die gewerblichen, physikalischen und mechanisch-technischen Eigenschaften. Bevor wir uns den Eigenschaften selbst zuwenden, müssen aber noch zwei bautechnisch sehr wichtige Kenngrößen, der Wassergehalt und das Raumgewicht, erläutert werden. Beide sind für das sichtbare Verhalten des verbauten Holzes von größter Bedeutung.



Querschnitt eines Lärchenstammes mit hellem Splint und dunklerem Kern. Radiale Schwindrisse

Der Wassergehalt des Holzes

Holz ist ein poröser Körper. Er besteht aus organischer Substanz, Wasser und Luft. Das Wasser kann sich sowohl in den Poren (Zellhohlräumen) wie in den Zellwänden selbst befinden.

Das im Holz eingelagerte Wasser beeinflusst die Festigkeits- und Verformungseigenschaften – es weicht dieses sozusagen innerlich teilweise auf. Überdies hängt das auch jedem Laien bekannte «Arbeiten» (Schwinden und Wachsen) mit dem Wassergehalt zusammen, der im weitem auch die Dauerhaftigkeit des Holzes stark beeinflusst.

Der Wassergehalt ist daher eine der wichtigsten Kenngrößen. Wir verstehen darunter die Menge Wasser, die sich in den Zellwänden und den Poren eines Holzstückes befindet. Soll der Wassergehalt eines bestimmten Holzstückes festgestellt werden, wird dieses gewogen und nachher vollständig getrocknet (abgedarrt). Nach der Trocknung wird das Gewicht des Stückes neuerdings festgestellt. Der Wassergehalt wird dann im allgemeinen in Prozenten des «wasserfreien» Gewichtes (Darrgewicht, Trockengewicht) angegeben. Ein Wassergehalt von $W = 25$ Prozent zum Beispiel heißt also, daß das effektive Gewicht eines bestimmten Holzstückes 25 Prozent größer ist als das Gewicht des gleichen Stückes, wenn es vollständig getrocknet ist. Als Formel geschrieben heißt das:

$$W = \frac{G_w - G_0}{G_0} \cdot 100 \text{ Prozent}$$

W = Wassergehalt

G_w = Gewicht des Holzstückes mit Wassergehalt W

G_0 = Gewicht des Holzstückes nach der vollständigen Trocknung (Darrgewicht)

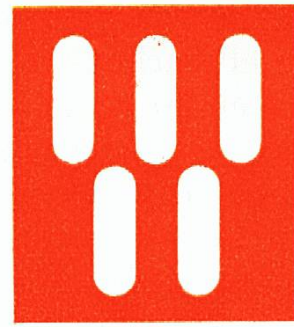
Wird vollständig wasserfreies Holz (das übrigens im Bauwesen nicht vorkommt) langsam mit Wasser angereichert, so sättigen sich vorerst die Zellwände (die Fasern) vollständig. Der Fachmann spricht von Fasersättigung; der Wassergehalt beträgt je nach Holzart zirka 24 bis 36 Prozent, im Mittel zirka 30 Prozent. Wird weiterhin Wasser aufgenommen, so beginnen sich die Zellhohlräume (Poren) langsam zu füllen. Der Wassergehalt liegt je nach Holzart über 24 bis 36 Prozent und kann, wenn die Poren vollständig gefüllt sind, mehrere hundert Prozent (bis 700 Prozent) betragen. Vollständige Porenfüllung (Wassersättigung) wird erst nach langer Lagerung des Holzes unter Wasser erreicht; beim sogenannten waldfrischen Holz sind die Poren nur teilweise angefüllt. ($W > 24$ bis 36 Prozent, je nach Holzart.) Beim lufttrockenen Holz befindet sich in den Poren überhaupt kein Wasser mehr, ebenfalls sind die Zellwände nur teilweise mit Wasser angereichert ($W \sim 15$ Prozent).

Zwischen dem Holz und der Umgebung findet jederzeit ein gewisser Feuchtigkeitsaustausch statt. Die Holzfeuchtigkeit ist abhängig vom Klima der Umgebung, hauptsächlich von der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur.

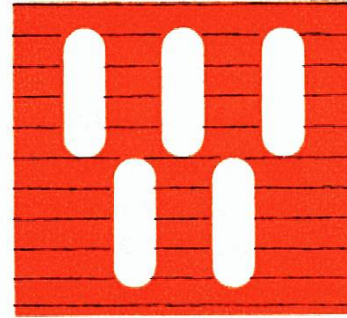
Einer bestimmten Luftfeuchtigkeit entspricht bei einer ganz bestimmten Temperatur (z. B. Wohnzimmer im Winter $+20^\circ \text{C}$) eine bestimmte Holzfeuchtigkeit. Wenn zum Beispiel mehrere Personen längere Zeit in einem Raum anwesend sind, steigt im allgemeinen die Luftfeuchtigkeit und gleichzeitig steigt auch die Holzfeuchtigkeit langsam an; sinkt die Luftfeuchtigkeit, geht mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung auch die Holzfeuchtigkeit (der Wassergehalt) allmählich zurück. Die sichtbarste Folge dieses Vorganges ist das Quellen und nachherige Schwinden des Holzes, und der Laie sagt, daß Holz «arbeitet» oder «atmet».

Darrzustand

Weder in den Zellwänden noch in den Hohlräumen befindet sich Wasser.
Der Wassergehalt W beträgt 0 Prozent.
Dieser Zustand kommt bei verbautem Holz praktisch nicht vor.

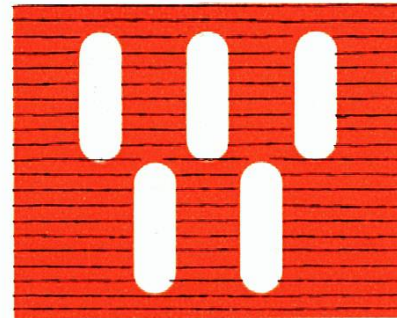


Teilweise Wasser in den Zellwänden, Hohlräume vollständig wasserfrei.
Der Wassergehalt W liegt zwischen 0 und 30 Prozent.
Wichtigster Zustand bei verbautem Holz.
Schwinden und Quellen!

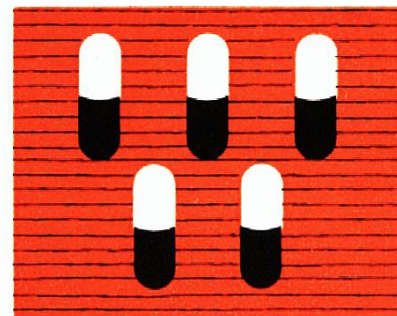


Fasersättigung

Zellwände vollständig mit Wasser gesättigt,
Hohlräume vollständig wasserfrei.
Der Wassergehalt beträgt je nach Holzart
24 bis 36 Prozent, im Mittel zirka 30 Prozent.
Das Quellmaß hat den größten Wert erlangt.



Zellwände vollständig mit Wasser gesättigt,
Hohlräume teilweise mit Wasser angefüllt.
Der Wassergehalt W ist größer als zirka 30 Prozent.
Feuchtigkeitszustand von stehenden Bäumen,
sogenanntes waldfrisches Holz.

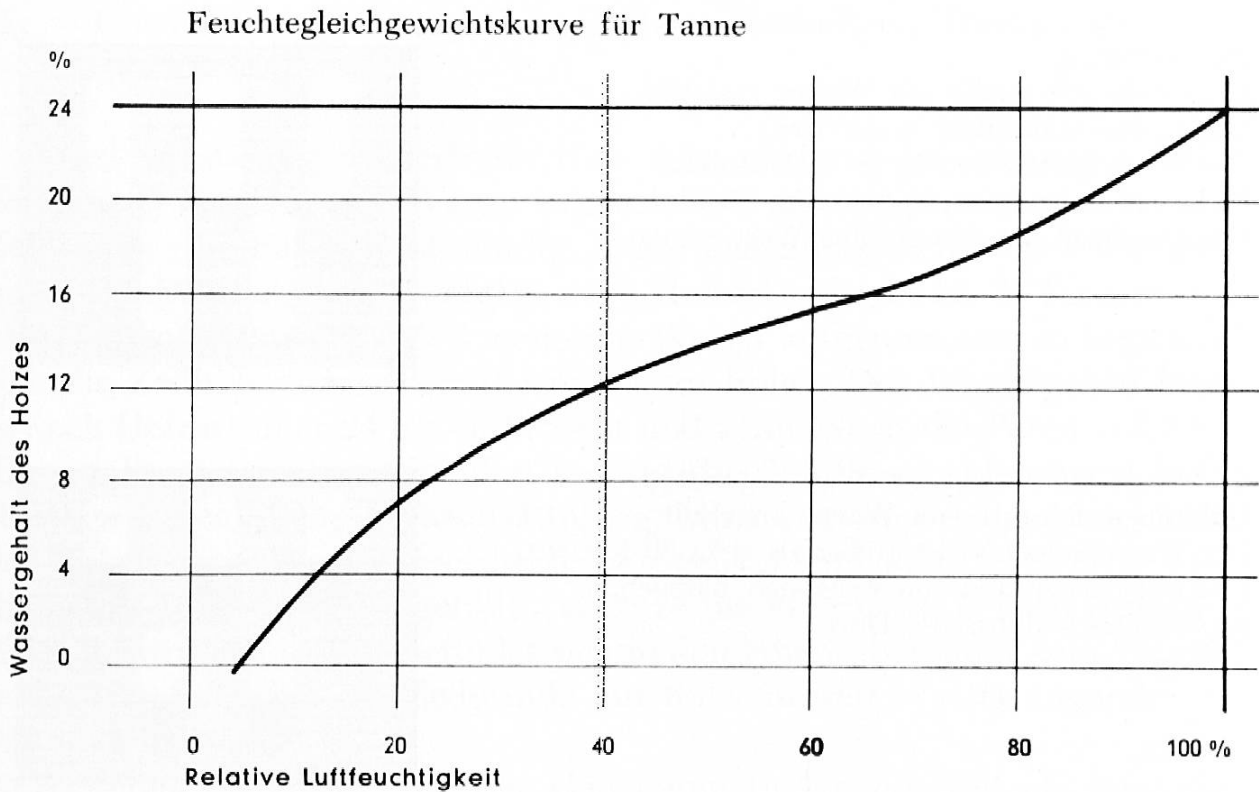


Wassersättigung

Zellwände vollständig mit Wasser gesättigt,
Hohlräume ganz mit Wasser gefüllt.
 W bis 700 Prozent.
Dieser Zustand wird nur bei langer Lagerung
unter Wasser erreicht.



Die Beziehungen zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und entsprechendem Wassergehalt des Holzes werden in sogenannten «Feuchtegleichgewichtskurven» dargestellt. Diese Kurven dienen dem Fachmann dazu, den Wassergehalt des Holzes dem Verwendungsort entsprechend zu wählen. Für die einwandfreie Verarbeitung des Holzes ist die genaue Kenntnis der Holzfeuchtigkeit unerlässlich. Zur Ermittlung stehen verschiedene Verfahren und Meßgeräte, chemische, elektrische u. a. m., zur Verfügung; die zuverlässigste Methode besteht im Abdarren von Proben im Ofen.



Das Raumgewicht des Holzes

Neben dem Wassergehalt des Holzes spielt das Raumgewicht des Holzes eine wichtige Rolle.

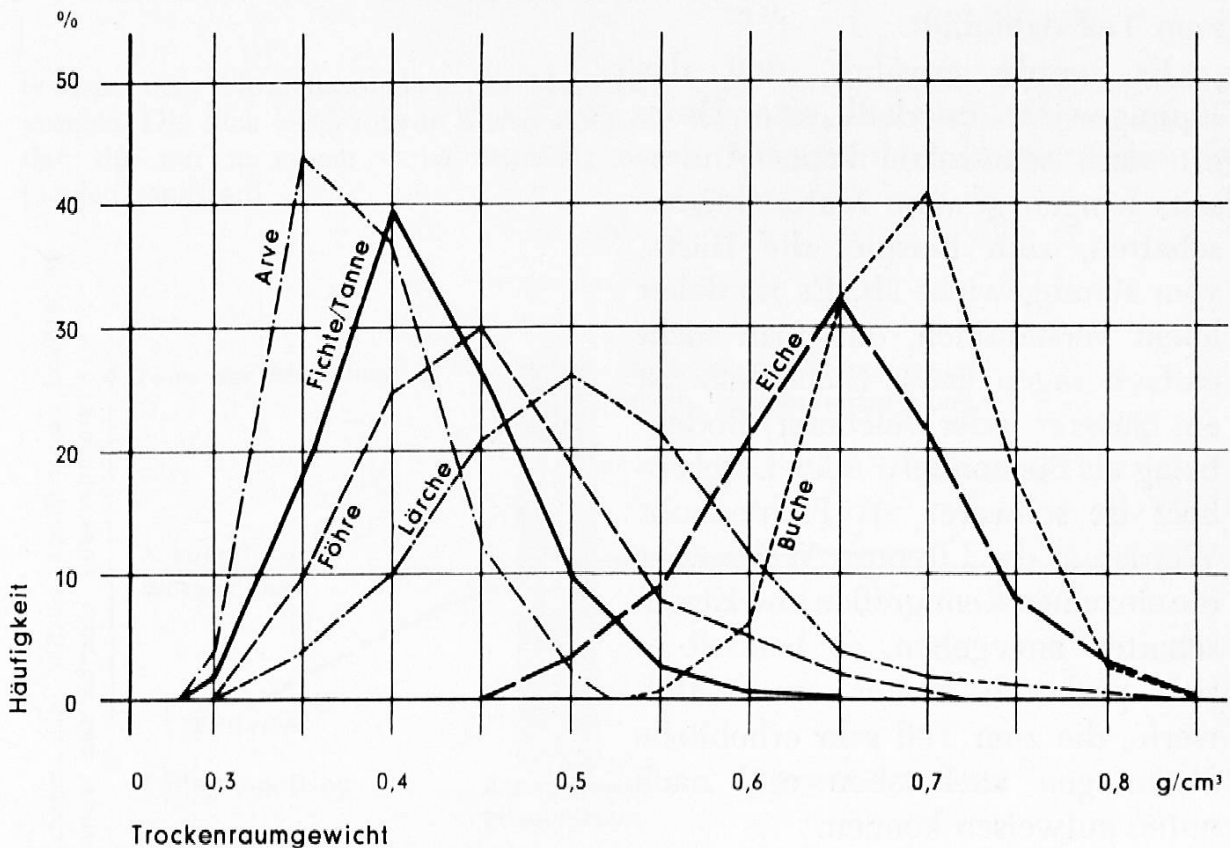
Da das spezifische Gewicht der Zellwandsubstanz bei allen Holzarten fast gleich ist (zirka $1,5\text{g/cm}^3$),

hängt das Raumgewicht eines Holzes offenbar zur Hauptsache davon ab, wieviel Zellwandsubstanz total pro Raumeinheit (zum Beispiel pro Kubikzentimeter, pro Kubikdezimeter, pro Kubikmeter) vorhanden ist und wieviel Wasser sich in den Zellwänden und den Poren befindet. Daß Raumgewichtsvergleiche von verschiedenen Hölzern daher nur sinnvoll sind, wenn die einzelnen Proben den gleichen Wassergehalt aufweisen, ist selbstverständlich.

Meistens wird das Raumgewicht für den Darrzustand (Trockenraumgewicht r_0) oder für einen Wassergehalt von 15 Prozent (lufttrocken, Raumgewicht r_{15}) angegeben.

Es gibt schwere und leichte Holzarten; d. h. Hölzer, die bei gleichem Wassergehalt ein hohes oder ein niedriges Raumgewicht haben. Aber auch innerhalb der einzelnen Holz-

Häufigkeitskurven der Darr-Raumgewichte verschiedener schweizerischer Hölzer. (Schweiz. Anstalt für Forstl. Versuchswesen.)



arten und sogar innerhalb des einzelnen Stammes schwanken die Raumgewichte (bei gleichem Wassergehalt!) oft ganz erheblich. Eine extrem leichte Eiche wiegt nur zirka die Hälfte einer extrem schweren Eiche. Es ist daher unmöglich, ja unsinnig, aus dem Gewicht des Holzes auf seinen Wassergehalt zu schließen.

Im allgemeinen ist hohes Gewicht beim Holz nicht erwünscht. Zwar verbessern sich die Festigkeitseigenschaften mit steigendem Gewicht. Ein schweres Holz ist fester und härter als ein leichtes Holz gleicher Art. Ebenso ist die Dauerhaftigkeit der schweren Hölzer meist besser als die der leichten Hölzer. Leichtes Holz schwindet und quillt aber weniger als schweres, es trocknet rascher aus, es ist leichter zu bearbeiten. Anstriche haften besser. Dazu wird Holz ja gerade oft seines geringen Gewichtes wegen andern Baumaterialien vorgezogen – ein Vorteil, der bei der Verwendung von schweren Hölzern («Harthölzern») zum Teil dahinfällt.

Es wurde erwähnt, daß das Raumgewicht innerhalb einer Holzart stark schwanken kann. Andererseits hängen gewisse Materialeigenschaften, zum Beispiel die Härte, vom Raumgewicht ab. Es ist daher leicht verständlich, daß man nicht einfach sagen kann, Eichenholz ist ein härterer (oder weicherer) Bodenbelag als Buchenholz; oder Lärchenholz ist schwerer als Fichtenholz. Werden in der Literatur Werte über die einzelnen Kenngrößen und Eigenschaften angegeben, so handelt es sich praktisch immer um Mittelwerte, die zum Teil sehr erhebliche Streuungen nach oben und nach unten aufweisen können.

Holzart	1 m ³ Holz in wasserfreiem Zustand wiegt		
	Minimum	Häufigster Wert	Maximum
Fichte	260 kg	400 kg	620 kg
Tanne	300 kg	400 kg	650 kg
Kiefer	300 kg	460 kg	720 kg
Lärche	280 kg	500 kg	840 kg
Buche	530 kg	700 kg	860 kg
Eiche	400 kg	650 kg	850 kg

Die bautechnisch bedeutsamsten Holzeigenschaften

Wir zählen heute rund 3000 verschiedene Anwendungsbereiche des Holzes. Das illustriert vorzüglich, welche Vielfalt an Eigenschaften Holz als Rohstoff offenbar aufweist. Bedeutsam für die Verwendung im Bauwesen sind vor allem die guten Festigkeiten, die leichte Bearbeitbarkeit und die wärme- und schalltechnischen Eigenschaften. Besonders als Isolator hat Holz in jüngster Zeit wachsende Bedeutung erlangt, vor allem auch dank entsprechender wissenschaftlicher Untersuchungen. Behaglichkeit, landläufig nur gefühlsmäßig verstanden, wird vom Mediziner genau umschrieben, und es hat sich gezeigt, daß mit Holz Räume geschaffen werden können, die den medizinischen Behaglichkeitsanforderungen weitgehend entsprechen.

Die Behaglichkeit in Abhängigkeit von Luft- und Wandtemperaturen im Winter. Relative Luftfeuchtigkeit 40—60 % (nach Grandjean)

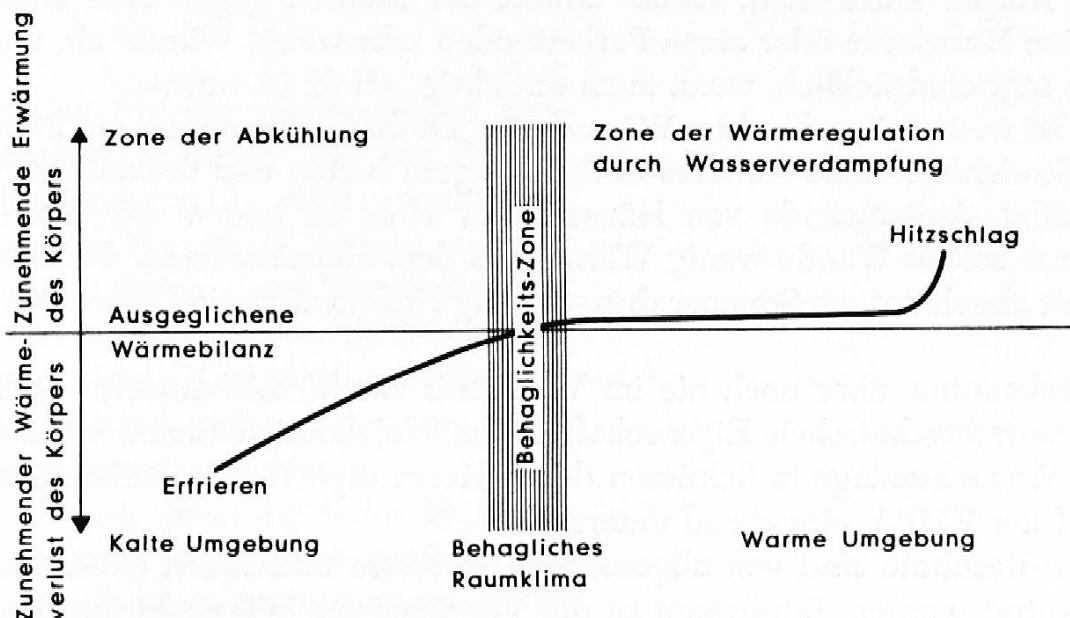
T_{luft} = Lufttemperatur T_{wand} = durchschnittliche Wandtemperatur	Behagliches Temperaturempfind. von °C
T_{luft} 22 21 20 19 18 T_{wand} 17 18 19 20 21	19,5
T_{luft} 23 22 21 20 19 T_{wand} 18 19 20 21 22	20,5
T_{luft} 24 23 22 21 20 T_{wand} 19 20 21 22 23	21,5
T_{luft} 24 23 22 21 T_{wand} 21 22 23 24	22,5

Geschätzte Behaglichkeitswerte für schweizerische Verhältnisse im Winter (nach Grandjean)

F_{rel} = relative Luftfeuchtigkeit
 $T_{\text{behaglich}}$ = behagliche Lufttemperatur

F_{rel}	$T_{\text{behaglich}}$ °C
30 %	21 — 23
40 %	20,5 — 22,5
50 %	20 — 22
60 %	19,5 — 21,5
70 %	19 — 21

Schema des Wärmehaushaltes des Menschen unter verschiedenen Umgebungsbedingungen. Die dick ausgezogene Kurve stellt die Wärmebilanz des menschlichen Körpers dar, die nur in einem verhältnismäßig engen Temperaturbereich ausgeglichen ist. (nach Grandjean)



Die Eigenschaften des Holzes müssen immer aus den physiologischen und mechanischen Aufgaben im Baum heraus verstanden werden. Holz ist kein industriell erzeugter Rohstoff; es ist unter verschiedenartigen klimatischen Voraussetzungen auf nahrhaftem oder magerem Boden im Tal oder in den Bergen manchmal schnell, manchmal langsam gewachsen. Eigenschaften und Kenngrößen variieren dabei von Stamm zu Stamm, ja sogar innerhalb eines Stammes oft sehr erheblich. Darin liegt eine der größten Schwierigkeiten bei der Verwendung von gewachsenem Holz als Baustoff, und es ist verständlich, daß die Verarbeiter große Anstrengungen unternehmen, um die oft erheblichen Streuungen der Eigenschaften und Kenngrößen möglichst zu vermindern.

Waldbauliche Maßnahmen, sorgfältige Auslese und Lagerung und eine große Zahl von physikalischen und chemischen Veredelungsprozessen dienen alle einem Ziel: die bautechnisch vorteilhaften Eigenschaften des Holzes zu erhalten, Streuungen soweit möglich und notwendig zu vermindern und bautechnisch nachteilige Eigenschaften möglichst zum Verschwinden zu bringen. In den meisten Fällen ist dieses Ziel einigermaßen erreichbar; darüber soll im Kapitel über die Verarbeitung und Veredelung noch mehr gesagt werden.

Thermische und akustische Eigenschaften des Holzes

Im allgemeinen dehnen sich Stoffe aus, wenn sie erwärmt werden. Nicht anders verhält sich Holz. Das Maß der Wärmeausdehnung ist allerdings gering und wird noch weiter vermindert durch die Schwindtendenz, die erwärmtes Holz meistens aufweist. Die Erwärmung bewirkt im allgemeinen ja ein Verdunsten des in den Zellwänden eingelagerten Wassers, und damit tritt eine Schwindwirkung ein.

Die Ausdehnung durch Erwärmung ist daher beim Holz im Bauwesen praktisch ohne jede Bedeutung und kann in den allermeisten Fällen vollständig vernachlässigt werden.

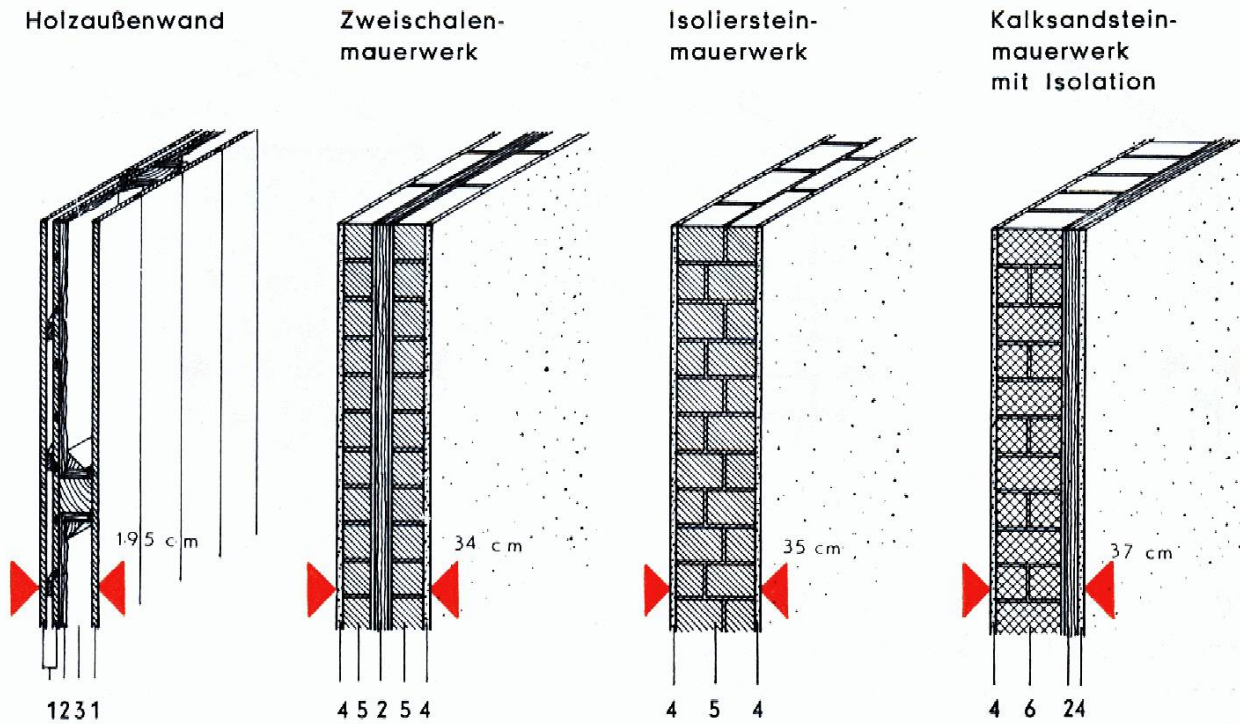
Holz zeigt keine Neigung, Wärme aufzunehmen. Es entzieht diese einem warmen Körper auch nicht. Daher strahlt der Mensch gegen eine Holzwand, eine Holzdecke oder einen Parkettboden sehr wenig Wärme ab, und der Laie sagt eindrucklich, wenn auch unrichtig, «Holz ist warm».

Holz ist weiter ein schlechter Wärmeleiter. Deshalb können wir ein brennendes Streichholz ohne weiteres in den Fingern halten und deshalb ist es zweckmäßig, Außenwände von Häusern aus Holz zu bauen: im Winter wird durch solche Wände wenig Wärme aus dem Hausinnern an die kalte Außenluft abgeleitet, im Sommer dringt wenig Außenwärme ins Hausinnere ein.

Die bekannten, aber noch nie im Verhältnis zur Massivbauweise überprüften wärmetechnischen Eigenschaften von Holzkonstruktionen wurden in einer Versuchsanlage in Schlieren durch Herrn dipl. Ing. P. Haller, Sektionschef der EMPA, eingehend untersucht.

Einige Resultate sind von allgemeinem Interesse und sollen daher hier kurz erläutert werden. Interessant ist der Vergleich der Wärmedurchgangs-

Wärme- und Feuchtigkeitswanderung durch Außenwände
 Aufbau der Außenwände bei den Versuchsbauten in Schlieren (Haller)



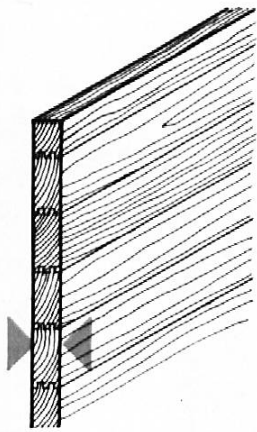
1 Holzschalung, 2 Isolation, 3 Hohlraum, 4 Verputz, 5 Backstein, 6 Kalksandstein

Art der Außenwand	Wanddicke in cm	Gewicht per m ²	Wärmedurchg.-Zahlen in kcal/m ² h °C	Mittlere Oberflächentemperatur in °C	Maximal verdunst. Wassermenge in g/hm ²	Mittlere relative Luftfeuchtigkeit in %
Holzaußenwand	19,5	46	0,417	18,61	1,11	46,8
Zweischalenmauerwerk a. Backsteinen	34	420	0,533	18,20	0,71	63,8
Isoliersteinmauerwerk a. Backsteinen	35	530	1,016	16,78	0,75	59,8
Kalksandsteinmauerwerk mit Isolationsplatte	37	550	1,127	15,98	0,97	57,8

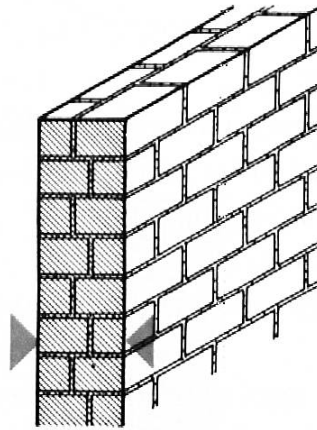
zahlen für die verschiedenen Konstruktionssysteme. Mit der Wärmedurchgangszahl wird angegeben, wieviel Wärme (Kalorien) in einer Stunde durch einen Wandausschnitt von einem Quadratmeter Fläche und pro Grad Temperaturgefälle von innen nach außen (oder von außen nach innen) wandert.

Dieser Wert ist beim Holzhaus etwa um 55 Prozent geringer als beim üblichen Steinhaus: zweifellos

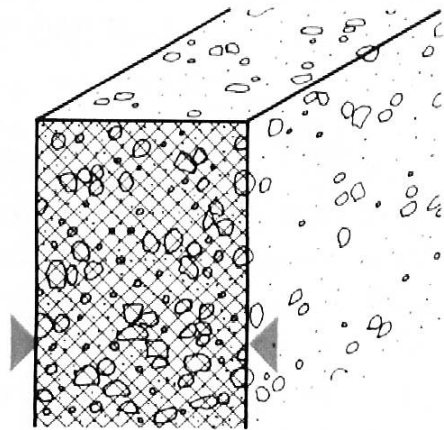
Außenwände aus verschiedenen Baustoffen bei gleicher Wärmedurchgangszahl
($K = 1 \text{ kcal (m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$)



Holz
11,3 cm
45 kg/m²



Backstein
32,3 cm
436 kg/m²



Beton
80,7 cm
1936 kg/m²

ist das Holzhaus wärmetechnisch gesehen sehr ökonomisch. Dabei wurde aber von Ing. Haller gefunden, daß das Holzhaus nach Heizunterbruch verhältnismäßig rasch auskühlt. Kachelofenheizung oder bei Zentralheizung wärmespeichernde, massive innere Wände oder Decken und sehr gute Winddichtung gehören untrennbar zu einem Holzhaus, das den bei uns üblichen heizungstechnischen Komfort erfüllen soll.

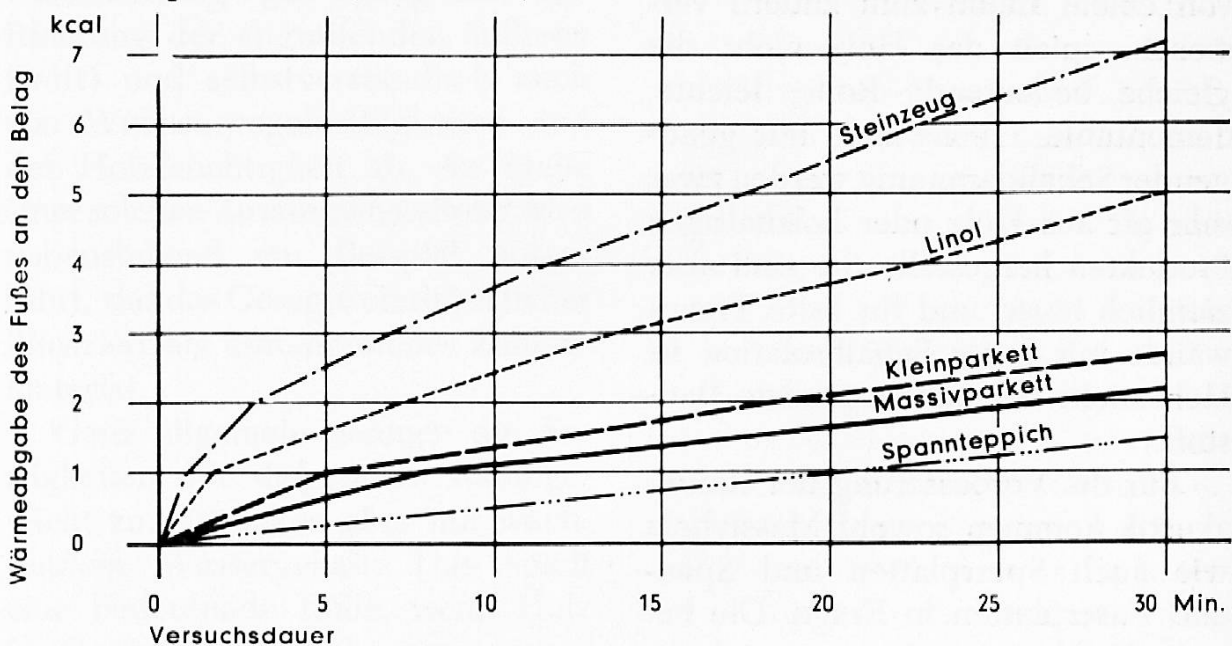
Noch eine andere Zahlenreihe aus der erwähnten Untersuchung ist für die Beurteilung des Holzbaues von großer Wichtigkeit. Der Vergleich der Wandoberflächentemperaturen des Holzhauses und der Massivbauten zeigt nämlich, daß im ersteren deutlich höhere Werte gemessen werden.

Solange die Außentemperaturen unter den Innentemperaturen liegen ist das von Bedeutung, weil die Behaglichkeit wesentlich davon abhängig ist, daß die Temperaturdifferenzen Raumluft – Wandoberfläche möglichst gering sind. Hohe Oberflächentemperaturen sind im Winter eine Voraussetzung für Behaglichkeit. Die Holzaußenwand erfüllt diese Voraussetzung sehr gut.

In die Reihe der Untersuchungen über die thermischen Eigenschaften des Holzes gehören auch die Versuche von dipl. Ing. P. Haller über die Wärmeableitung verschiedener Fußbodenmaterialien.

Auf Grund der Messungen mit dem «künstlichen Fuß» werden verschiedene bekannte Bodenbeläge wie folgt bewertet: vorzüglich fußwarme Beläge sind: Spannteppich, Korkparkett, Massivparkett. — Als fußwarm können folgende Belagsmaterialien bezeichnet werden: Korklinol, Kleinparkett, Holzfasern und Linol auf Holzfasernplatten (nur bei langfristigem Kontakt). Alle anderen Beläge sind unter die fußkalten Beläge einzuordnen.

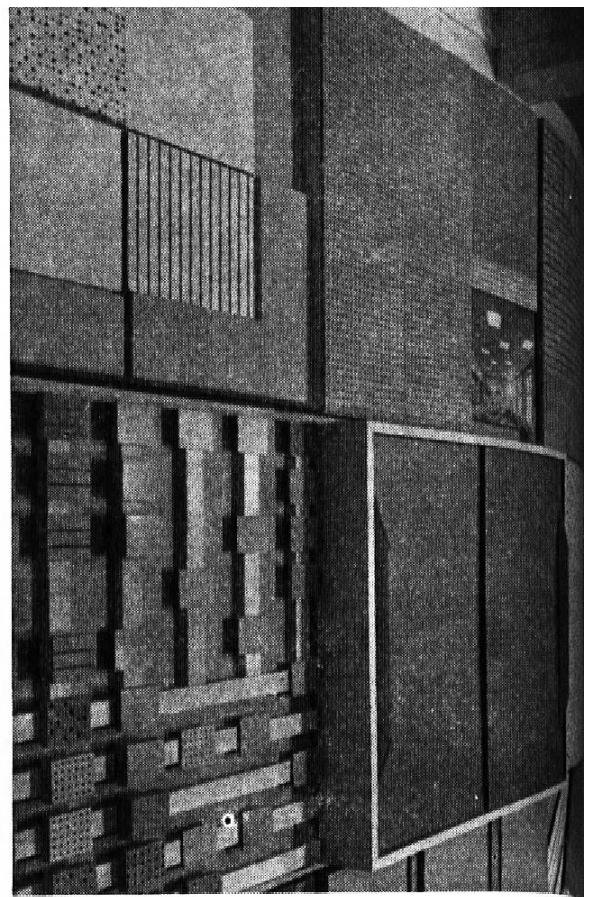
Gemessene Wärmeabgabe (künstlicher Fuß) in kcal an verschiedene Bodenbeläge auf eine Bodenplatte 12 cm (nach Haller)



Die wesentlichste akustische Eigenschaft des Holzes ist seine Schwingungsfähigkeit. Der Bau von Musikinstrumenten aus Holz hängt weitgehend von dieser Eigenschaft ab. Im Bauwesen findet Holz aus dem gleichen Grund vor allem Verwendung bei der Verbesserung der Raumakustik, d. h. bei der Verbesserung der Schallverhältnisse in ein und demselben Raum. In der Bauakustik,

worunter wir die Schallverhältnisse von einem Raum zum andern verstehen, spielt das Holz nicht die gleiche bedeutende Rolle; leichte, demontable Trennwände mit genügender Schalldämmung werden zwar sehr oft aus Holz oder holzhaltigen Produkten hergestellt. Sie sind aber ziemlich teuer, und für feste Trennwände mit guter Schallisolation ist Holz nicht der naheliegendste Baustoff.

Für die Verbesserung der Raumakustik kommen sowohl Massivholz wie auch Sperrplatten und Span- und Faserplatten in Frage. Die besten Erfolge werden verzeichnet, wenn Sperrplatten mit Span- und Faserplatten kombiniert werden, da schwingungsfähige Sperrplatten vor allem die tiefen Schallfrequenzen absorbieren, während der Schallschluckgrad von Span- und Faserplatten (sie sind in diesem Zusammenhang meistens als «Akustikplatten» bekannt) hauptsächlich bei Tönen des oberen Frequenzbereiches gut ist.



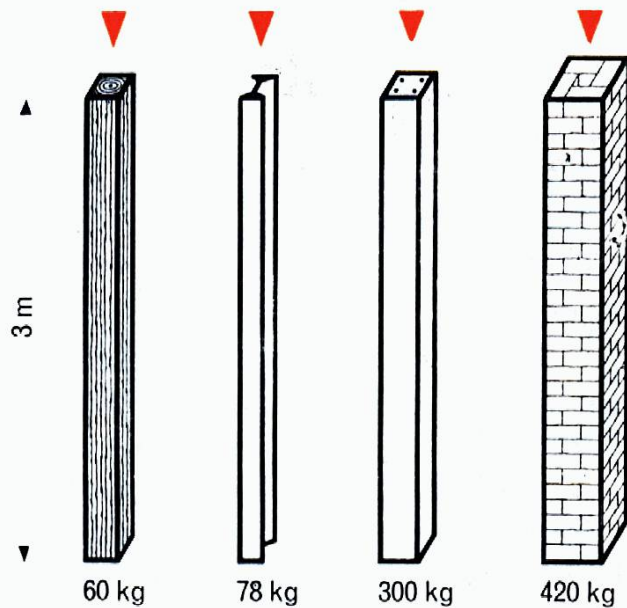
Festigkeit und Verformbarkeit

Wir haben gesehen, daß Holz ein leichter Baustoff mit sehr guten Wärme-Isolationseigenschaften ist. Einer allgemeinen Regel entsprechend, dürften wir also nur geringe Festigkeit erwarten. Das Gegenteil ist aber der Fall: vor allem in Faserrichtung und verglichen mit seinem Gewicht weist Holz sehr gute Festigkeitswerte auf. In Faserrichtung entspricht zum Beispiel seine Druckfestigkeit jener von hochwertigem Beton. Zusammenstellungen über die verschiedenen Festigkeitswerte und Verformmaße sind sehr umfangreich, da diese nicht konstant sind. Sie hängen von der Holzart, dem Raumgewicht, der Jahrringstellung und Faserrichtung (in bezug auf die Richtung der angreifenden äußeren Kraft) und selbstverständlich auch von Wuchsunregelmäßigkeiten und der Holzfeuchtigkeit ab. An Stelle einer solchen Zusammenstellung wird nebenstehend ein Beispiel aufgeführt, das das Gesagte eindrücklicher illustriert als umfangreiches Zahlenmaterial.

Ganz allgemein nehmen die Festigkeiten mit steigendem Raumgewicht zu, sie sinken aber mit wachsendem Wassergehalt. Das spielt eine bedeutende Rolle, wenn Holz für Gerüste und Schalungen verwendet wird: da beim Betonieren bedeutende Wassermengen verarbeitet werden, erhöht sich der Wassergehalt des Holzes und seine Festigkeit nimmt ab.

Das geringe Gewicht des Holzes, verglichen mit den guten Festigkeitseigenschaften, ist von besonderer praktischer Bedeutung. Das Verhältnis der Nutzlast zum Eigengewicht ist bei Holzkonstruktionen

Gewicht einer Säule von drei Meter Höhe, berechnet für eine zentrische Last von 20 Tonnen, in Nadelholz, Stahl, Eisenbeton und Mauerwerk.



immer außerordentlich günstig, und Holzbauteile sind deshalb sowohl transportmäßig wie montagemäßig sehr preiswert.

Das Schwinden und Quellen

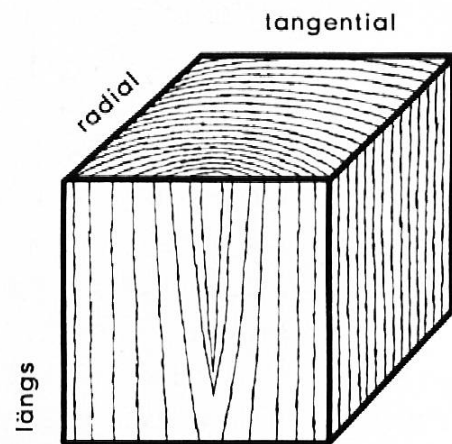
Holz schwindet und quillt, es «arbeitet» unter dem Einfluß der wechselnden Luftfeuchtigkeit.

Dieser Erscheinung muß der Holzverarbeiter immer Rechnung tragen – es gibt kein Massivholz und keine holzhaltigen Produkte (Sperrplatten, Faserplatten, Spanplatten), die vollständig frei sind von dieser typischen Materialeigenschaft.

Nimmt vollständig getrocknetes Holz (abgedarrtes Holz) Wasser auf, so wird dieses vorerst in den Zellwänden abgelagert und das Holz quillt. Kann in den Wänden kein Wasser mehr gespeichert werden, ist die sogenannte Fasersättigung erreicht, so ist das Quellmaß bei seinem maximalen Wert angelangt. Von der Fasersättigung bis zur Wassersättigung (wenn auch die einzelnen Zellhohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind) bleibt das Holzvolumen konstant, es ist kein weiteres Anschwellen mehr zu beobachten.

Das Schwinden und Quellen ist innerhalb einer bestimmten Holzart umso intensiver, je mehr Zellwandsubstanz vorhanden ist – je größer das Trockenraumgewicht eines wasseraufnahmefähigen Holzes ist, umso mehr «arbeitet» es.

Trocknet nasses, zum Beispiel frisch geschnittenes Holz ab, so schwindet es. Dieses Schwindmaß, wie auch das Quellmaß, ist nicht in jeder Richtung des Stammes gleich groß. In Längsrichtung ist es sehr gering – praktisch kann es weitgehend vernachlässigt werden. Am



Richtung	Spezifisches Schwindmaß (prozentuale Maßänderung für 1% Wassergehaltsveränderung)	
	Fichte/Tanne	Buche/Eiche
tangential	0,24 %	0,39 %
radial	0,12 %	0,19 %
längs	0,005 %	0,01 %

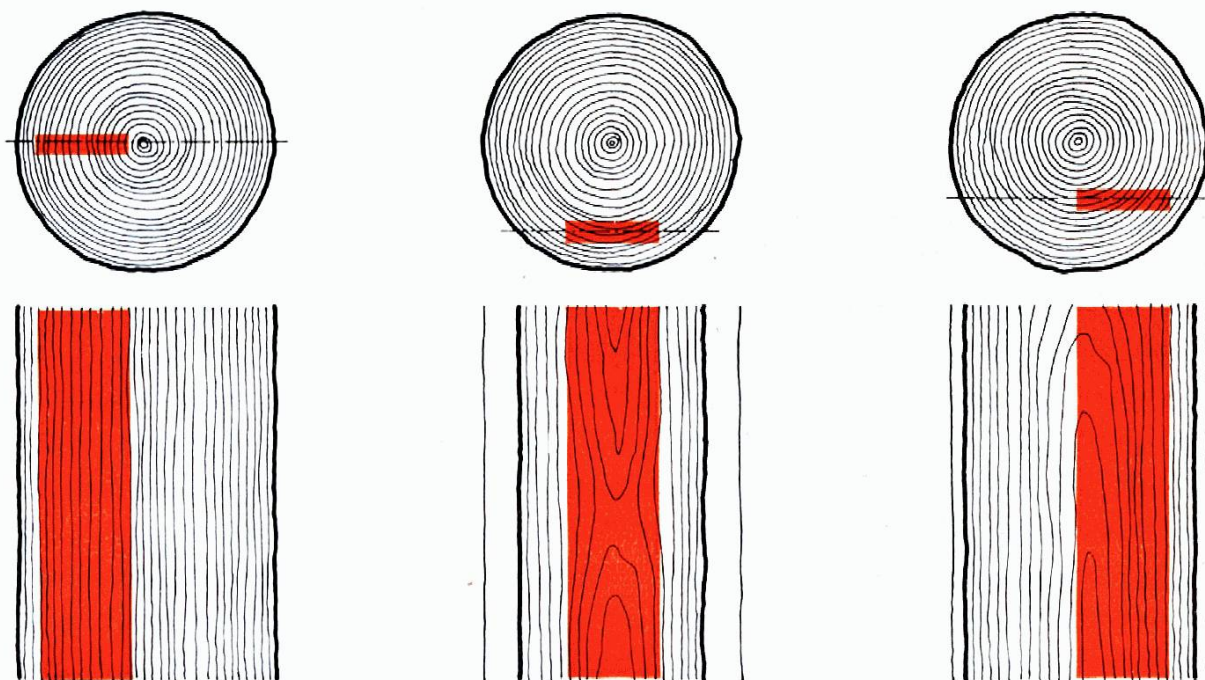
größten ist es in tangentialer Richtung; etwa halb so groß wie das tangentionale ist das radiale Schwinden und Quellen.

Die ungleichen Schwindmaße führen dazu, daß sich Bretter und Balken beim Trocknen oder bei Wasseraufnahme «werfen». Seitliche Bretter und Balken «mit Herz» zeigen die größte Tendenz zur Verformung. Günstiger sind «herzgetrennte» Seitenbretter und vor allem «markfreies» Riftholz. Der Splint reagiert rascher auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit als der Kern.

Durch geeignetes Einschneiden eines Stammes können wir daher das meist unerwünschte Schwinden und Quellen günstig beeinflussen.

Das Ausmaß der Verformungen infolge Wassergehaltsänderung kann ebenfalls durch zweckmäßige Wahl des Ausgangswassergehaltes stark beeinflußt werden. In Wohnräumen beträgt die relative Luftfeuchtigkeit normalerweise 40–70 Prozent. Das entspricht einem Wassergehalt zum Beispiel der Tanne von 9–15 Prozent (vergleiche Feuchtegleichgewichts-

Oberflächenbild (Textur) bei verschiedener Art der Schnittführung



kurve). Es ist daher ebenso unrichtig, das Holz vor der Verwendung zu sehr auszutrocknen, wie es falsch ist, Holz mit einem zu hohen Wassergehalt zu verbauen. Das Holz soll immer möglichst jene Feuchtigkeit aufweisen, die seinem Verwendungsort entspricht.

Der Vollständigkeit halber soll hier auch noch auf die Möglichkeit hingewiesen werden, die Wasseraufnahme des Holzes und damit das Schwinden und Quellen durch chemische Maßnahmen, zum Beispiel durch Imprägnieren, zu verzögern oder sogar ganz zu verhindern. Entsprechende Methoden und Produkte sind bekannt, sie sind aber verhältnismäßig teuer und haben im Bauwesen daher bis heute noch nicht allgemein Eingang gefunden.

Die Bearbeitung des Holzes und die Veredelung der natürlichen Eigenschaften

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir die außerordentliche Vielfalt der Holzeigenschaften teilweise kennengelernt. Wir wissen, daß Holz in vielen Beziehungen ein vorzüglicher Baustoff ist, dessen Anwendungsmöglichkeiten ganz außerordentlich groß sind. Dem stehen natürlicherweise bautechnische Nachteile gegenüber. An erster Stelle ist die oft bedeutende Streuung der einzelnen Eigenschaften zu nennen. Aber auch die Brennbarkeit, die beschränkte Dauerhaftigkeit bei wechselndem Wassergehalt und die Möglichkeit eines Insektenbefalles sind hier zu erwähnen.

Durch zweckmäßige Bearbeitung und Verarbeitung und durch Veredelung der natürlichen Eigenschaften können die erwähnten Nachteile teilweise oder ganz behoben werden.

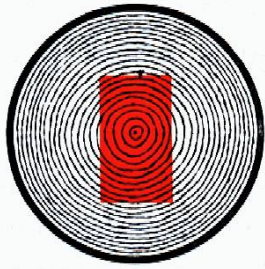
Kein Baustoff weist für jeden Anwendungsbereich nur Vorteile auf; durch geeignete Maßnahmen materialtechnischer und konstruktiver Art unliebsame Nebenerscheinungen möglichst auszuschalten, ist die Aufgabe der Verarbeiter, des Holzindustriellen, der Handwerker, der Ingenieure und Architekten.

Die Schnittarten

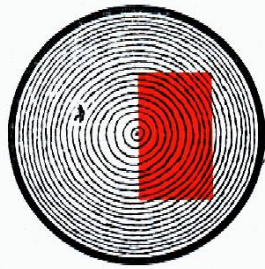
Das Einschneiden des Rundholzes bedeutet die erste Verarbeitungsstufe des gewachsenen Holzes. Im Abschnitt «Schwinden und Quellen» haben wir gesehen, daß schon allein durch zweckmäßiges Einschneiden gewisse materialbedingte Nachteile behoben werden können.

Bretter werden in festen Dickenabmessungen von 12 bis 60 mm eingeschnitten. Wird die seitliche Baumkante nicht abgetrennt, so sprechen wir von Klotzbrettern; wird die Baumkante durch einen beidseitigen parallelen Schnitt abgetrennt, so handelt es sich um sogenannte Parallelware. Die Längen sind weder beim Rundholz noch beim Kantholz noch bei den Brettern normiert. Für das Bauwesen wäre eine solche Normierung durchaus denkbar; bei Bedarf kann Holz in der Längsrichtung ja ohne jede Schwierigkeit zusammengesetzt werden.

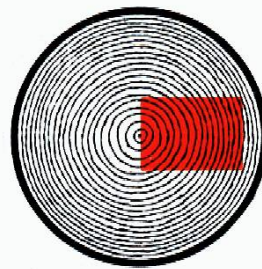
Bezeichnung hinsichtlich Art der Schnittführung



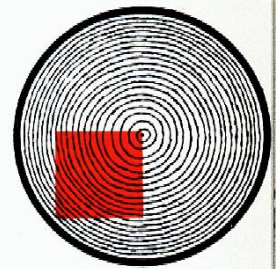
Markstück



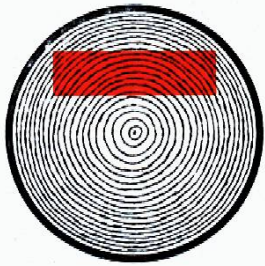
markdurchschnitten
(Streifmark auf
der Breitseite)



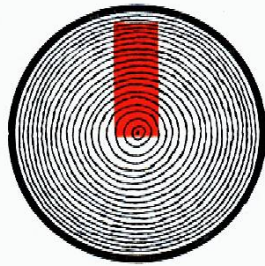
markdurchschnitten
(Streifmark auf
der Schmalseite)



doppelt markdurchschnitt.
(Streifmark an der Kante)



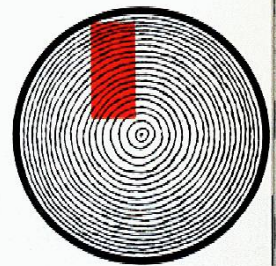
Seiten- oder
Tangentialbrett



Rift oder Radialbrett



herzgetrennt



halbrift

Holzwerkstoffe

Versuche, den heterogenen Rohstoff Holz durch geeignete Maßnahmen zu «homogenisieren», sind uralte. In ägyptischen Gräbern wurden Holztafeln aus kreuzweise verleimten, dünnen Brettchen gefunden – Vorläufer unseres Sperrholzes.

Außerordentliche Bedeutung haben aber die Holzwerkstoffe erst in unserer Zeit erhalten; dank der allgemeinen technischen Entwicklung wurde es möglich, Holz in geeigneter und wirtschaftlicher Weise aufzutrennen und wieder zusammenzufügen. Die äußere Voraussetzung für die großzügige Verwirklichung einer alten Idee war damit geschaffen: Baustoffe zu entwickeln, die neben den Vorzügen des Massivholzes auch jene der künstlich erzeugten Baumaterialien aufweisen, zum Beispiel Homogenität, Fehlerfreiheit, Lieferbarkeit in beliebigen Mengen und in zweckmäßigen, frei wählbaren Abmessungen.

Die Erhöhung der natürlichen Dauerhaftigkeit des Holzes

Durch geeignete Maßnahmen muß die Dauerhaftigkeit eines jeden Baumaterials, sei es Eisen, Beton, Stein oder Holz, gesichert werden.

Holz wird unter bestimmten Umständen sowohl von Insekten wie auch von Pilzen angegangen. Je nach der Art der Abwehrmaßnahmen sprechen wir von baulichem oder von chemischem Holzschutz. Unter dem baulichen Holzschutz verstehen wir alle jene konstruktiven und materialtechnischen Maßnahmen, die mithelfen sollen, Schäden zu vermeiden. Als chemischer Holzschutz gilt die Behandlung des Holzwerkes mit geeigneten pilz- und insektenwidrigen Chemikalien. Beide, der chemische und der bauliche Holzschutz, müssen einander ergänzen; es gibt hier kein Entweder-Oder.

Durch knappe Dimensionierung, durch weitgehende Ausnützung des Rundholzquerschnittes (Verbauen von Splintholz) und durch das zwangsläufige Verbauen von wenig trockenem Holz hat der Holzschutz an Wichtigkeit außerordentlich zugenommen.

Für den Pilzbefall spielt die Holzfeuchtigkeit und die Temperatur eine wesentliche Rolle. Da Pilzsporen praktisch überall vorhanden sind, ist ein Befall immer möglich, wenn Holz dauernd einen Wassergehalt von über zirka 18 Prozent aufweist, vor allem wenn die Temperatur der umgebenden Raumluft entsprechend hoch ist (zirka 18 bis 30 Grad Celsius). Im Gegensatz dazu hängt der Insektenbefall bedeutend weniger von der Holzfeuchtigkeit und der Raumtemperatur ab. Zwar beobachten wir auch hier eine gewisse Bevorzugung des feuchten Holzes und des warmen Klimas. Es kann aber auch durchaus gut getrocknetes Holz an Orten mit geringer Lufttemperatur befallen werden.

Es erübrigt sich hier, einzelne Pilze und Insekten zu beschreiben. Darüber besteht eine umfangreiche Literatur.

Der Hinweis, daß Pilzbefall durch baulichen Holzschutz praktisch verhindert werden kann, daß aber der Insektenbefall weitgehend nur durch chemischen Holzschutz vermieden wird, genügt: Der sogenannte vorbeugende Holzschutz wird heute mit sehr gutem Erfolg angewendet, geben doch qualifizierte Firmen üblicherweise zehn Jahre Garantie für ihre Arbeit.

Beim chemischen Holzschutz kann das insekten- und pilzwidrige Produkt auf verschiedene Art aufgebracht werden. Das zu behandelnde Holz wird entweder gestrichen oder gespritzt. Daneben ist noch das Tauchverfahren üblich; als gründlichste und dauerhafteste Behandlung muß aber die Kesseldruckimprägnierung gelten. Dieses Verfahren wird vor allem für die Imprägnierung von Buchenschwellen im Eisenbahnbau verwendet. Wie wirksam die Behandlung ist, geht daraus hervor, daß die Lebensdauer des Buchenholzes, das bekannterweise sehr pilzanfällig ist, durch Kesseldruckimprägnierung jene von Eichenholz erreicht und übertrifft.

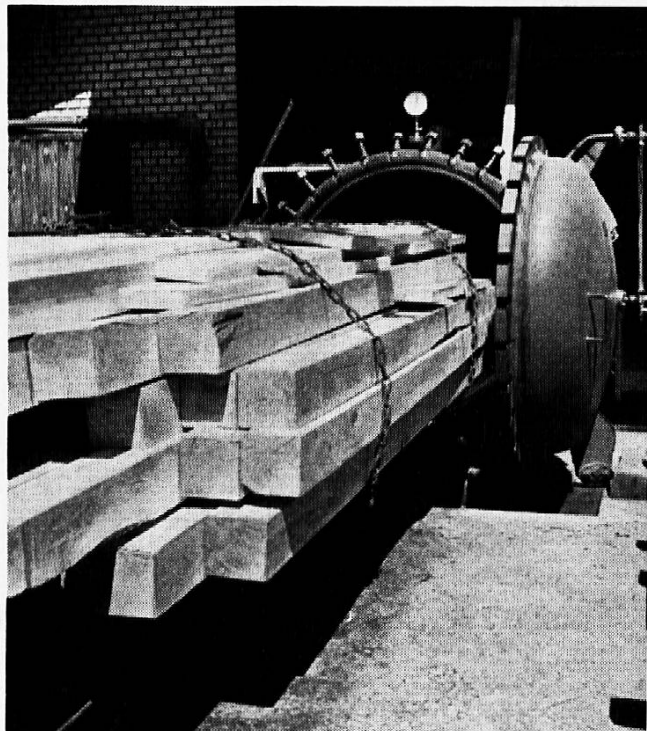
Ein besonders wichtiges Ziel ist die Verminderung der Entflammbarkeit des Holzes. Holz brennt leicht, es ist aber im Gegensatz zu den gebräuchlichen Metallen und Kunststoffen hitzebeständig. Im Feuer büßt es seine Festigkeitseigenschaften nur sehr langsam ein.

Die Entflammbarkeit wird hauptsächlich durch chemische Behandlungen herabgesetzt. Diese bilden zum Beispiel Schutzschichten, sie entwickeln Löschgase oder fördern die Holzverkohlung, die ein sehr wirksamer Isoliermantel gegen weiteres Verbrennen ist. Die Wirksamkeit der Schutzmittel ist zeitlich kaum begrenzt; sie sind allerdings auslaugbar, und daher können sie nur unter Dach verwendet werden.

Holzwerk im Freien verwittert unter dem Einfluß von Regen und Schnee, von Wind, Kälte und Wasser. Durch geeignete Schutzprodukte und Behandlungsverfahren kann das schöne Aussehen des Holzes erhalten bleiben, vorausgesetzt, daß einwandfrei konstruiert worden ist. Als geeignete Produkte kann man grundsätzlich nichtdichtende, deckende und imprägnierende Anstriche bezeichnen. Immer müssen wir uns vor Augen halten, daß in jeder Außenwand ein reger Feuchtigkeitsaustausch vor allem von innen nach außen stattfindet, und daß aus diesem Grunde eigentlich wasserdampfdurchlässige Anstriche in den meisten Fällen ungeeignet sind.

Ein besonderes Problem stellt die Oberflächenbehandlung von Bodenbelägen in Holz dar. Mit dieser soll die Gleitsicherheit nicht verschlechtert, die Härte soll möglichst verbessert und die Reinigungsarbeiten sollen vermindert werden. Bei all dem darf die Behandlung das natürliche, schöne Aussehen des Holzes nicht irgendwie beeinträchtigen.

Als neuzeitliche Behandlung gilt die Versiegelung auf Kunstharz- oder Ölbasis. Letztere, oft auch als Imprägnierung bezeichnet, ist besonders beliebt, da sie die natürliche Struktur des Holzes wenig verändert, einiger-



maßen wasserdampfdurchlässig ist («atmen» des Holzes) und schadhafte Stellen ohne große Schwierigkeit ausgebessert werden können. Die Pflege von versiegelten oder imprägnierten Böden ist außerordentlich einfach. Die weitgehende Wasserunempfindlichkeit verhindert lästige Wasserflecken und ermöglicht auch, daß solche Bodenbeläge ohne weiteres mit einem feuchten Lappen gereinigt werden können.

Normen und Güteklassen

Besonders bei statisch beanspruchten Bauteilen ist die möglichste Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften des Baustoffes eine wesentliche Voraussetzung für deren preisliche Konkurrenzfähigkeit.

Der praktizierende Baufachmann, Ingenieur, Architekt und Unternehmer muß sich dabei auf allgemeinverbindliche, für ein bestimmtes Material als zulässig anerkannte Beanspruchungen stützen können. In den Normen für die Berechnung und Ausführung von Stahlbauten, von Beton- und Eisenbetonbauten und von Holzbauten sind diese Berechnungsgrundlagen festgehalten.

Die vom SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein) herausgegebenen Grundlagen stellen das Resultat ständig weitergeführter Forschungsarbeiten und außerordentlicher praktischer Erfahrung dar. Ohne diese Normen ist der ganze neuzeitliche Ingenieurbau undenkbar.

Für den Holzbau sind vor allem neben den Richtlinien für die Berechnung auch die Normen für die «Sortierung von Bauholz» von größter Bedeutung.

Das Bauholz wird nach Güteklassen eingeteilt; unterschieden werden drei Klassen: I. hochwertig, II. normal, III. minderwertig. Am häufigsten wird normales Bauholz verwendet, und nur für ausgesprochen hochbeanspruchte Teile, wie Zugbänder, muß Holz der I. Klasse verwendet werden.

Normen bestehen aber nicht nur für die Verwendung des Holzes bei statisch beanspruchten Bauteilen. Auch für Zimmerarbeiten, für Schreinerarbeiten und für Parkettarbeiten bestehen Richtlinien des SIA, in denen gewisse Ausführungs- und Materialfragen geregelt werden. Daß diese Grundlagen für das gesamte Bauwesen von allergrößter Bedeutung sind, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Für das Bauwesen nur von indirekter Bedeutung sind die «Schweizerischen Handelsgebräuche für Schnittholz». Sie sind ein Verständigungswerk jener Verbände, deren Mitglieder sich mit dem Handel und der Verarbeitung von Schnittholz befassen. Das außerordentlich schön bebilderte Büchlein gibt auch Nichtfachleuten einen sehr guten Überblick über das charakteristische Aussehen der verschiedenen und gebräuchlichsten Sortimente von Brettern.

Neuzeitliches Bauen mit Holz

Wir haben gesehen, daß Holz dank einer Reihe von sehr guten Eigenschaften seit jeher ein Baustoff von besonderem Wert ist.

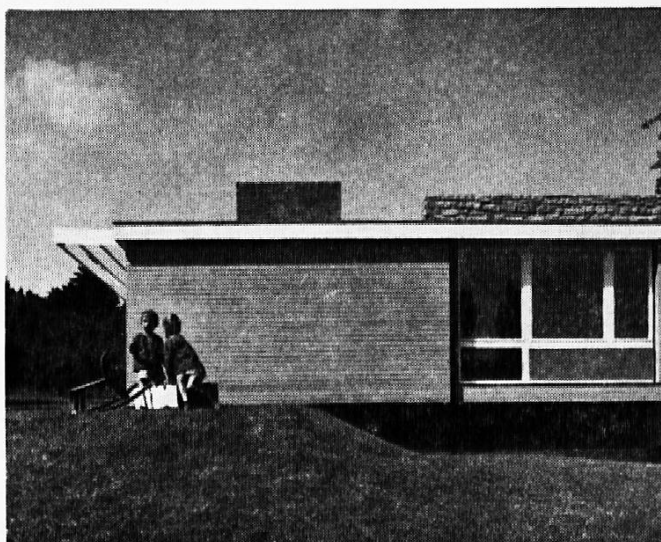
Daß sich das Schwergewicht der Anwendung ständig etwas verschiebt, ist selbstverständlich. Beispielsweise war Holz bis in die neuere Zeit hinein ein hervorragender Baustoff für den Brückenbau. An seine Stelle ist in den letzten Jahrzehnten weitgehend der Eisenbeton getreten, der jedoch wiederum Schalungen und Gerüste bedingt, die zum großen Teil aus Holz erstellt werden.

Bevor wir zum Schluß die hauptsächlichsten Anwendungsgebiete des Holzes im Hochbau knapp beschreiben, seien noch einmal die bautechnischen Vor- und Nachteile kurz zusammengefaßt.

1. Holz weist ein geringes Gewicht auf bei großer Festigkeit.
2. Es ist leicht zu bearbeiten.
3. Es erlaubt eine weitgehend trockene Verarbeitung und entsprechend kurze Montage- und Bauzeit.
4. Holz ist ein guter Isolator.
5. Es weist eine einzigartige Vielfalt der Farben und des Aussehens auf.

Als bautechnische Nachteile gelten hauptsächlich:

1. Die geringe Dauerhaftigkeit im Wechsel von feucht und trocken.
2. Das Schwinden und Quellen, die Formveränderungen bei wechselnder Holzfeuchtigkeit.
3. Die Brennbarkeit.



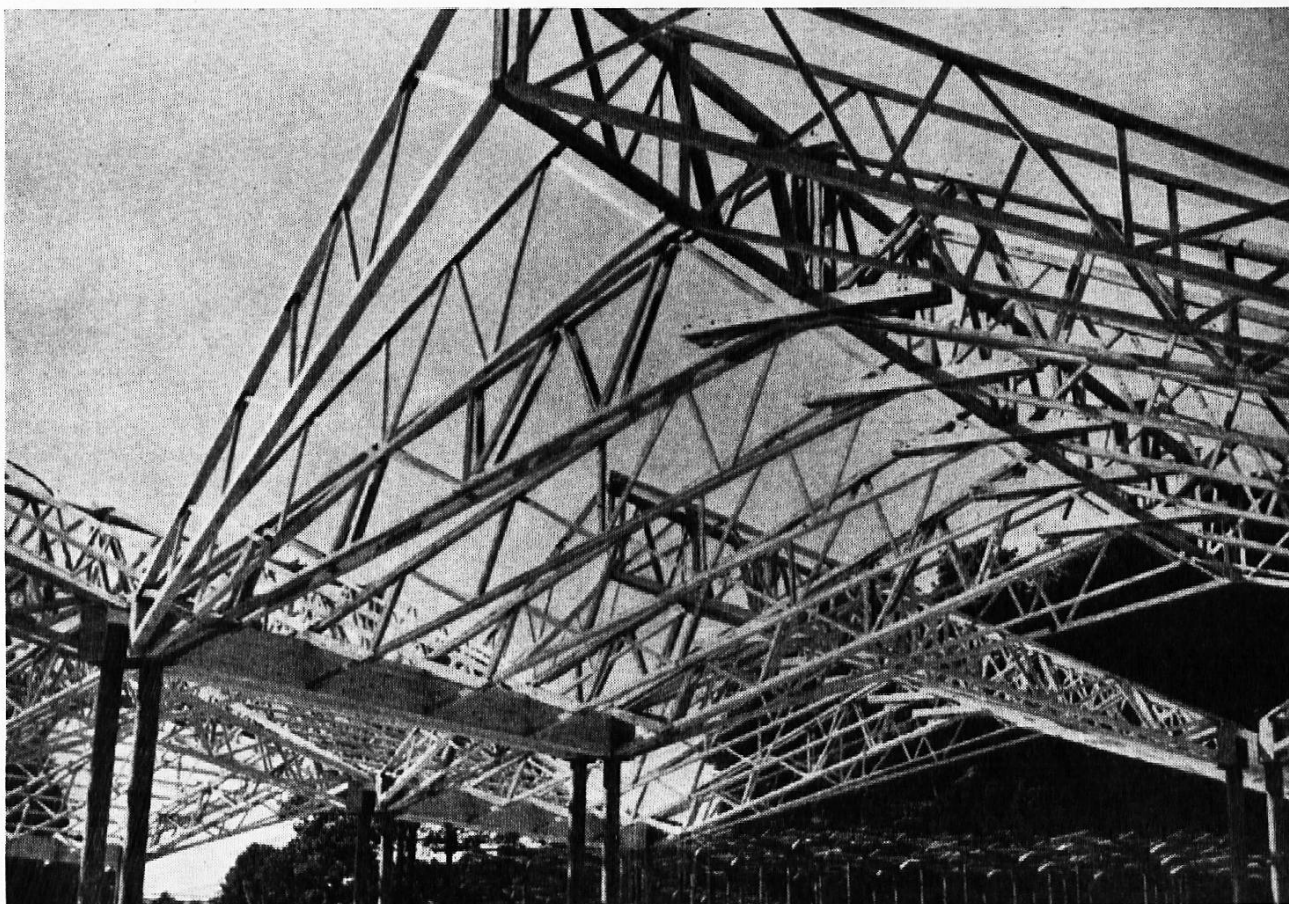


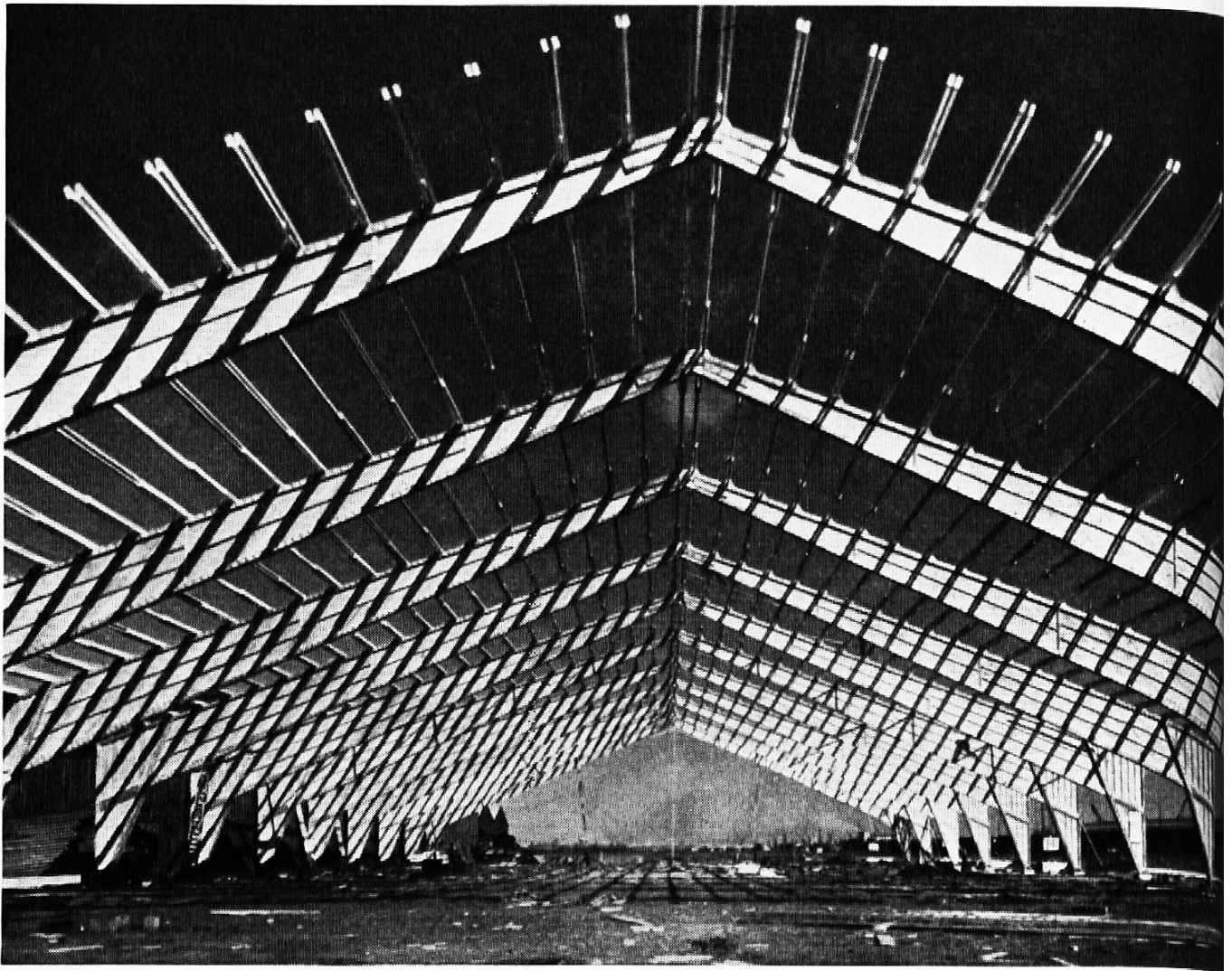
Der neuzeitliche Ingenieurholzbau

Freitragende Dachkonstruktionen für Kirchen, Säle und Schulbauten, weitgespannte Hallen-Überdeckungen, Lehrgerüste und Schalungen für Brücken, Kraftwerksbauten und Siloanlagen fallen in das Arbeitsgebiet des Ingenieurs.

Mit überlieferter zimmermannsmäßiger Konstruktion hat der neuzeitliche Ingenieurholzbau nur noch wenig zu tun. Das mehr gefühls- und handwerksmäßige Können wurde weitgehend ersetzt durch genaue statische und festigkeitstechnische Kenntnisse, die Erfahrung als wesentliche Grundlage beruflichen Könnens wurde abgelöst durch die systematische Erforschung und Untersuchung der Grundlagen, der einwirkenden Kräfte, der Reaktionen im Bauwerk und der Materialeigenschaften.

7





8

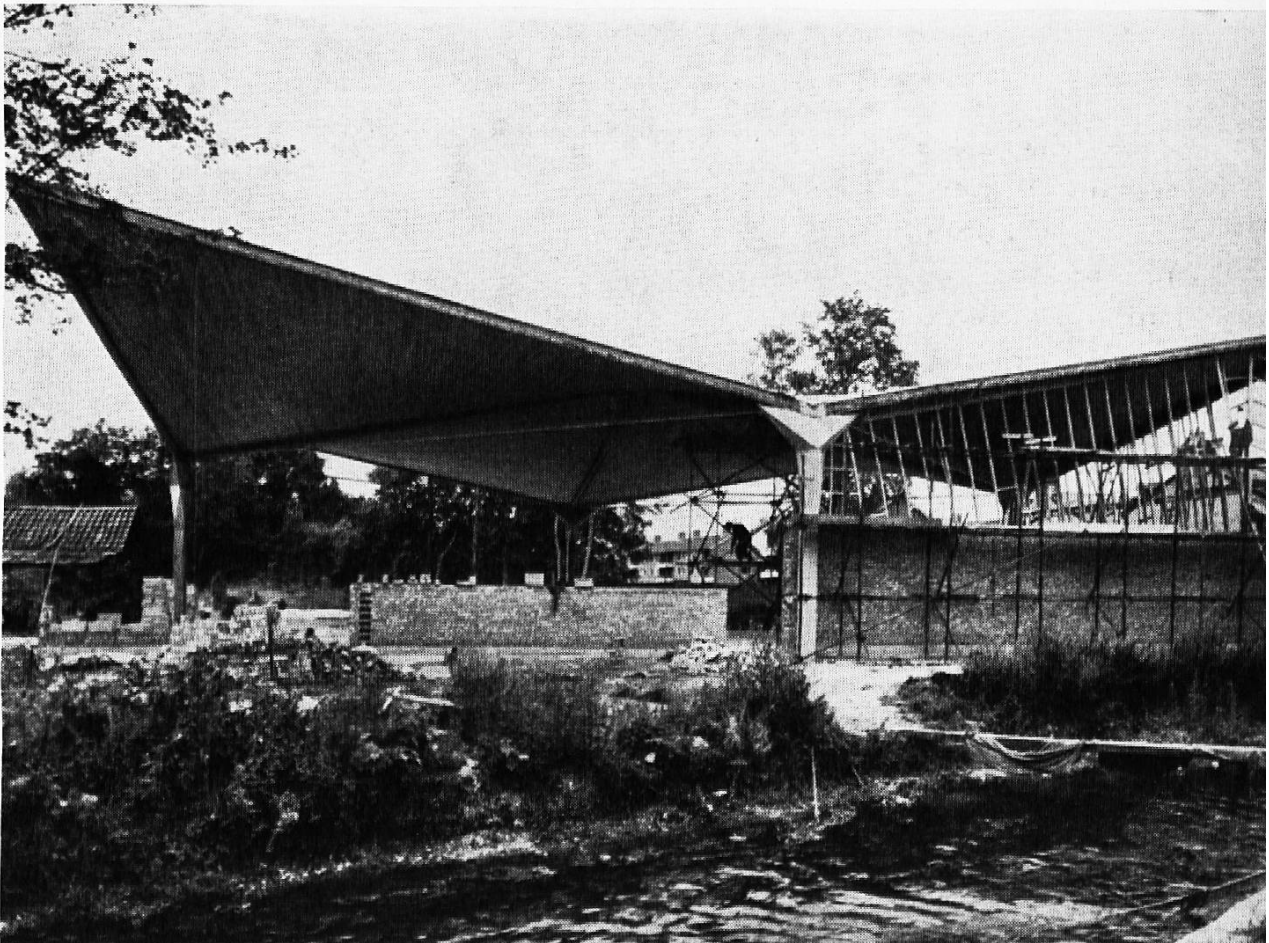
Bemerkenswert ist bei neuzeitlichen Holzkonstruktionen vor allem die Verwendung von Verbindungsmitteln, die Ausbildung der sogenannten Knotenpunkte. Mit Leimen, Nägeln oder Dübeln werden die einzelnen Tragwerksteile verbunden und die äußeren Kräfte in die vorgesehenen Fundamente abgeleitet. Wir unterscheiden dementsprechend geleimte, genagelte oder gedübelte Holztragwerke, die je nach dem baustatischen System als Balken-, Bogen-, Rahmen- oder Flächentragwerk ausgebildet werden können.

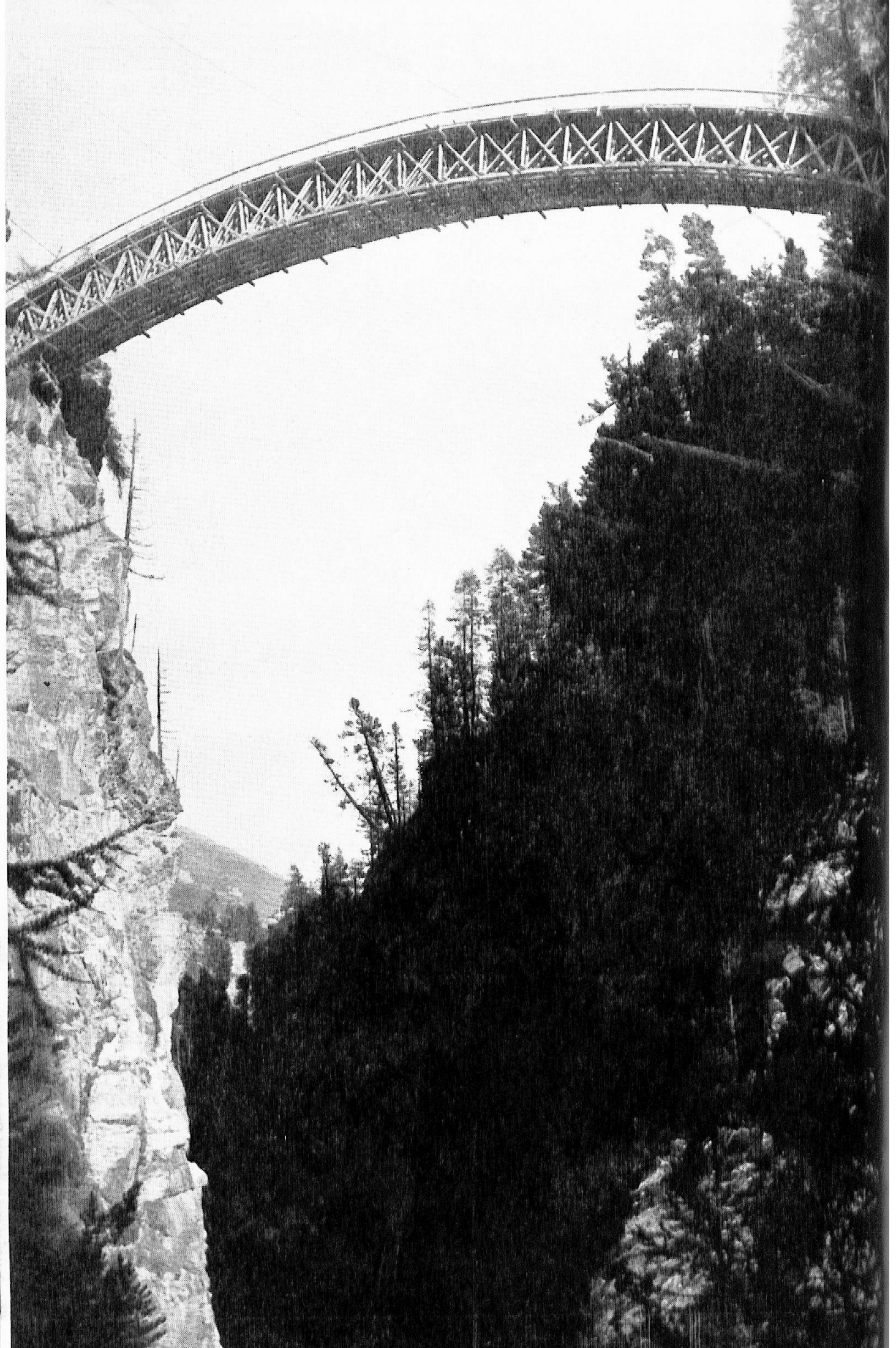
Jedes Konstruktionssystem und jede Verbindungsart hat spezifische Vorzüge und Nachteile. Mit einem System allein können nicht alle Auf-

gaben zweckmäßig gelöst werden; der Holzbauer muß alle Möglichkeiten kennen, um mit dem Material überlegen, der Aufgabe entsprechend, umgehen zu können.

Die heutigen guten theoretischen Kenntnisse und großen praktischen Erfahrungen mit neuzeitlichen Verbindungsmitteln ermöglichen wirtschaftlich interessante Tragwerke, deren Abmessungen erstaunlich sind. Binder bis zu 50 Meter freier Spannweite sind recht häufig, es wurden aber auch mehrmals solche, die 80 Meter frei überspannen, ausgeführt. Bei freier Konstruktionshöhe sind Fachwerkbinder grundsätzlich ökonomischer als Vollwandkonstruktionen.

9



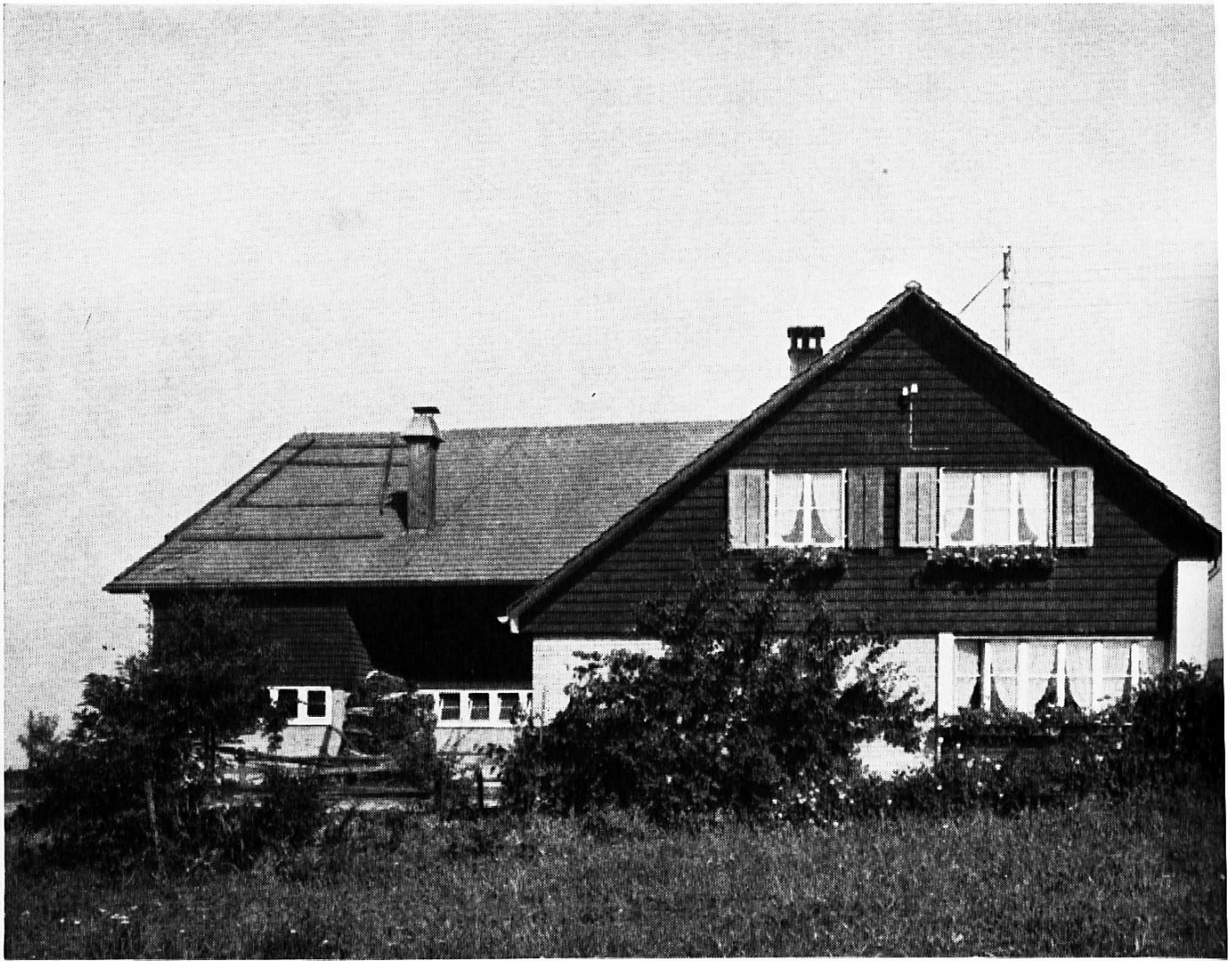


Holz im Hausbau

Das breiteste Anwendungsgebiet findet Holz auch heute noch im Hausbau. Private Wohnbauten, Siedlungen, Schulen, Geschäftshäuser, Fabriken, Kirchen, Saalbauten usw. sind die Domäne des Architekten, und er steht bei der Ausführung seiner Bauten in ständigem Kontakt mit dem Holz, mehr, als er selbst oft weiß. Denn nicht weniger als sechs von siebzehn normalerweise an einem Neubau beteiligten Arbeitsgattungen brauchen für ihre Arbeiten unmittelbar Holz. Dazu kommen noch alle jene Handwerker, die Holz als Hilfsmaterial, für Schalungen und Gerüste, verwenden: Maurer, Gipser, Spengler, Maler usw.

11





12

Das reine Holzhaus, landläufig als «Chalet» bezeichnet, ist im Verhältnis zum gesamten Bauvolumen von geringer Bedeutung. Viel üblicher sind heute sogenannte Gemischtbauten, bei denen die Wände oder Decken teilweise aus Stein und Beton, teilweise aus Holz erstellt sind. Bei dieser Bauart werden wesentliche neuere Erkenntnisse über den Wärmehaushalt und die Wohnphysiologie berücksichtigt, und ihre wachsende Beliebtheit zeigt, daß sie tatsächlich grundsätzliche Anforderungen erfüllt.



Ein spezifisches Anwendungsgebiet findet Holz bei der Erstellung von vorfabrizierten Bauten. Die leichte Bearbeitbarkeit, das leichte Gewicht und die Möglichkeit des trockenen Zusammenbaus machen Holz zu einem besonders naheliegenden Baustoff für diese Baumethode. Allerdings kann nicht verkannt werden, daß unser Land mit seiner außerordentlichen Vielseitigkeit (und einer entsprechend vielfältigen Nachfrage) nicht besonders gute wirtschaftliche Voraussetzungen für die Vorfabrikation von Wohnbauten bietet.





15

Holz im Innenausbau

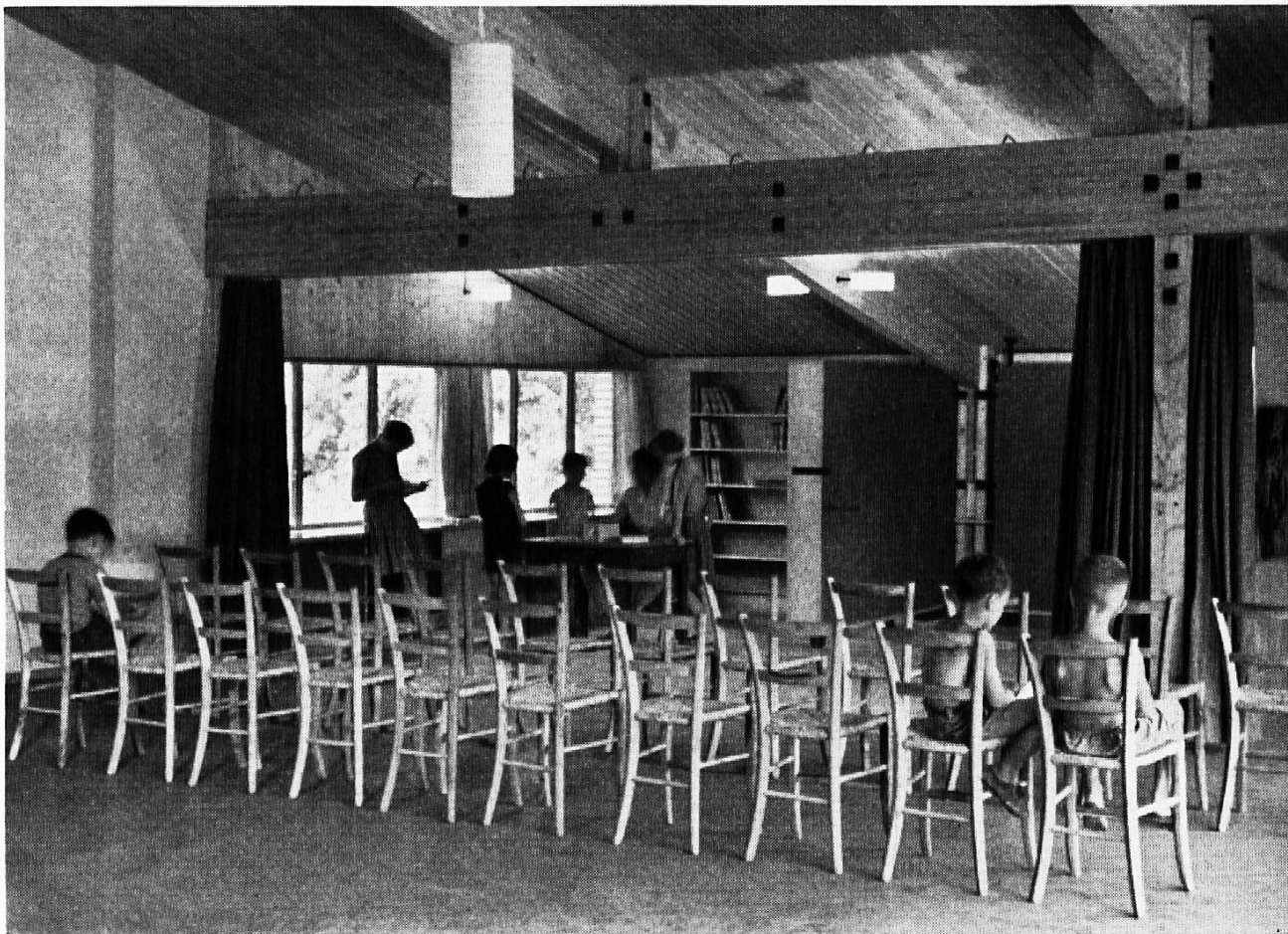
Die Wohnformen haben sich in den letzten Jahrzehnten außerordentlich verändert. Wir bauen höher, auf engerem Raum. Eingangs wurde von gewissen natürlichen Gewichtsverschiebungen gesprochen, die wir bei der Holzverwendung feststellen.

Die Bedeutung des Holzes für statisch beanspruchte Teile beim Wohnbau (Konstruktionsholz) hat damit abgenommen. Sie hat aber gleichzeitig zugenommen für Ausbaurbeiten. Die materialtechnischen

Gründe, weshalb Holz für Wand- und Deckenverkleidungen, für Bodenbeläge und andere Einbauten sehr günstig ist, wurden in den vorstehenden Abschnitten dargestellt. Praktisch stellen wir fest, daß in den letzten Jahren vermehrt einzelne Raumelemente, seien es Wände, Böden oder Decken, in Wohnbauten in Holz ausgeführt wurden. Auch in Küchen, wo die Verwendung von Kunststoffplatten eine undiskutierbare Selbstverständlichkeit schien, wird neuerdings wieder massives oder furniertes Naturholz verwendet.

16



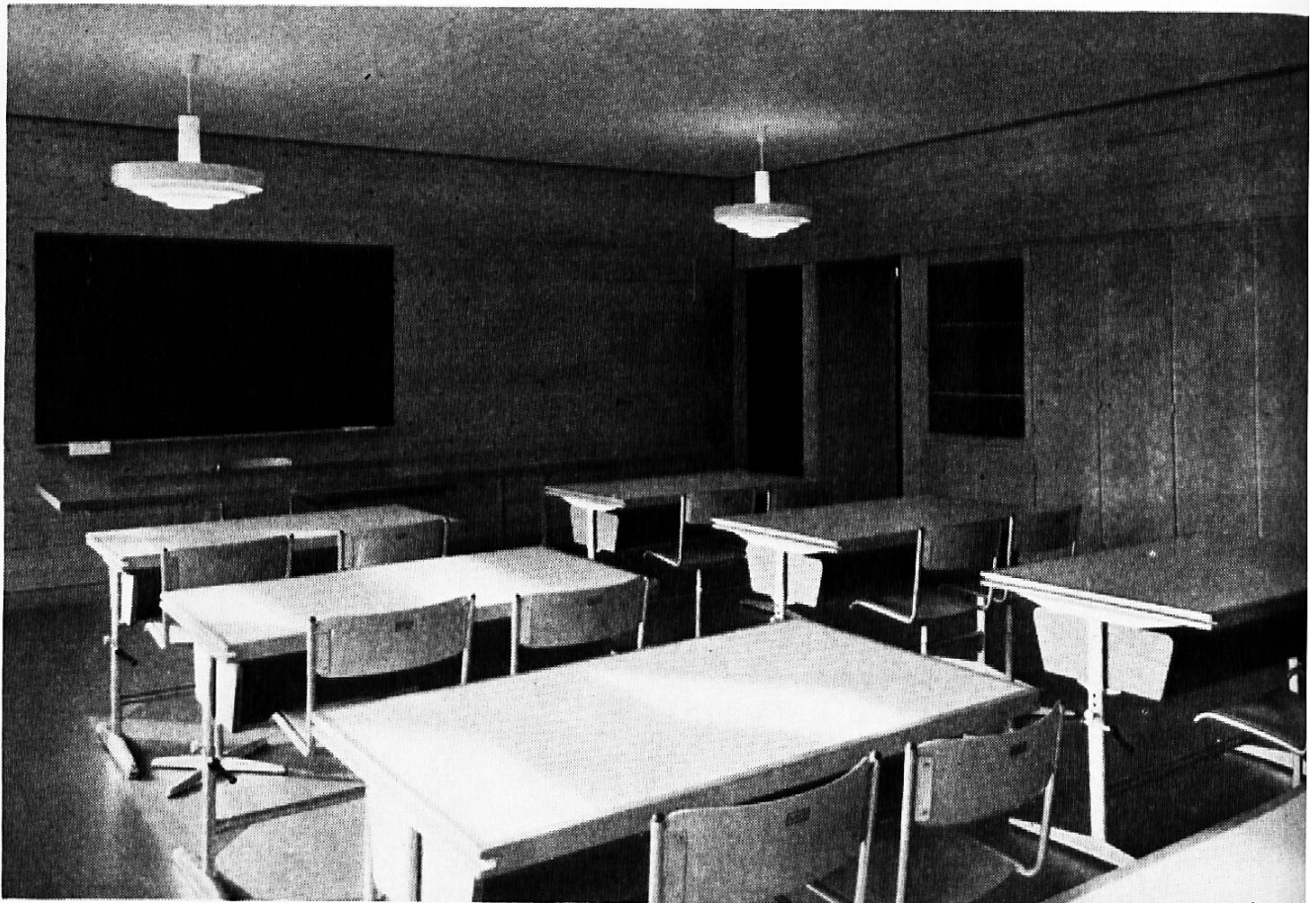


17

Ein besonders interessantes Anwendungsgebiet dürfte das Holz bei der allgemeinen Einführung des Stockwerkeigentums finden.

Es ist zu vermuten, daß die Frage demontierbarer Wände (wie sie sich bis jetzt vor allem bei Bürobauten bewährt haben) und der Wunsch nach einem individuellen Innenausbau dem Holz eine noch gesteigerte Nachfrage sichern werden.

Dabei ist nicht zu verkennen, daß die materialtechnischen Anforderungen an das Holz gerade bei Ausbauarbeiten sehr hoch sind. Denn in Innenräumen mit meist ziemlich schwankender Luftfeuchtigkeit wird Holz ganz natürlicherweise sehr strapaziert. Die Verwendung der in einem vorderen Abschnitt kurz behandelten Holzwerkstoffe drängt sich aus diesem Grunde oft auf, und es ist zweifellos für die gesamten interessierten Kreise von großem Vorteil, daß diese Werkstoffe in genügender Quantität und vorzüglicher Qualität vorhanden sind.





Zum Schluß soll aber noch erwähnt werden, daß sich die besten Baustoffe nicht verbessern, wenn sie unzweckmäßig verarbeitet werden. Die außerordentliche Bedeutung, die die einwandfreie Verarbeitung des Massivholzes und der Holzwerkstoffe auch in den Augen der Holzwirtschaft hat, kommt darin zum Ausdruck, daß eine eigene Schule auf Technikumsstufe für die Weiterbildung der Zimmerleute, Schreiner und Säger geschaffen wurde. An der Schweizerischen Holzfachschule in Biel werden Vertreter dieser Berufsgruppen so ausgebildet, daß sie in der Lage sind, Holz einwandfrei und materialgerecht zu verarbeiten. Die außerordentliche Vielseitigkeit des Holzes erschwert diese Aufgabe, sie macht sie aber auch umso verlockender.

