

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	86 (1968)
Heft:	39
Artikel:	Holzwerkstoffe als tragende Bauteile: Orientierung über ausländische Ausführungen und Versuche: Auszug eines Vortrages
Autor:	Kämpf, Hanspeter
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-70143

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Holzwerkstoffe als tragende Bauteile

Orientierung über ausländische Ausführungen und Versuche

DK 691.11.001.4

Auszug eines Vortrages, gehalten im Rahmen der Holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH am 27. November 1967 von Hanspeter Kämpf, dipl. Bau-Ing. ETH, Rapperswil AG

In neuester Zeit werden die Holzwerkstoffe Sperrholz, Holzfaserplatten und Holzspanplatten immer häufiger als kräfteübertragende Bauelemente eingesetzt. Besonders das Sperrholz, welches schon ums Jahr 1910 im Luftschiffbau verwendet wurde, ist ein viel gebrauchter Werkstoff im Ingenieurholzbau geworden. In einzelnen Tragwerken kamen auch Holzspanplatten und Holzfaserplatten zur Anwendung.

Bausperrholz ist ein plattenförmiger Holzwerkstoff, aufgebaut aus einer ungeraden Anzahl von kreuzweise verleimten Furnierlagen mit paarweise gleicher Güte und Holzart.

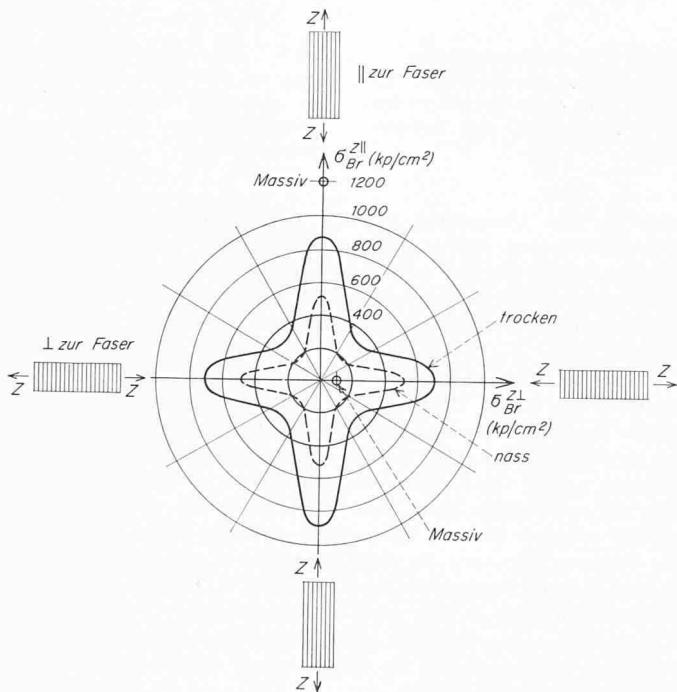


Bild 1. Darstellung der Zug-Bruchfestigkeit von fünfschichtigem Buchensperrholz in Abhängigkeit vom Kraft-Faserwinkel des Deckfurniers (nach O. Kraemer)

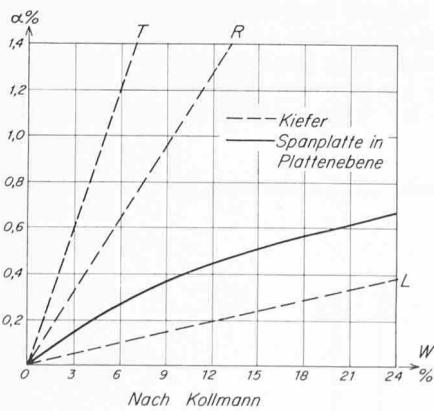
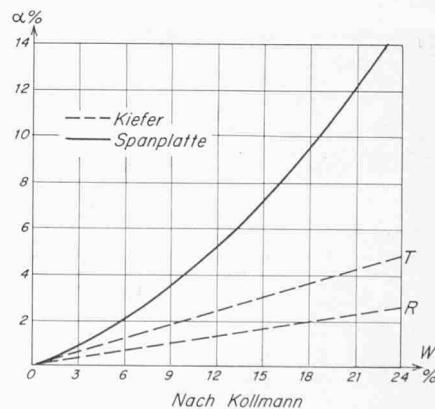


Bild 2. Darstellung der Quellung α von Spanplatten in Abhängigkeit vom Wassergehalt W im Vergleich mit Kiefernholz parallel zur Faser (L), in tangentialer (T) und radialem (R) Richtung

Links:
Bild 2a. Quellung einer Spanplatte in Platten-ebene

Rechts:
Bild 2b. Quellung einer Spanplatte senkrecht zur Plattenebene



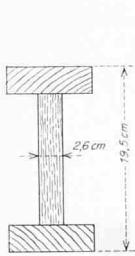


Bild 4 (links). Schematische Darstellung eines Biegeträgers aus Spanplattensteg und Massivholzgurten

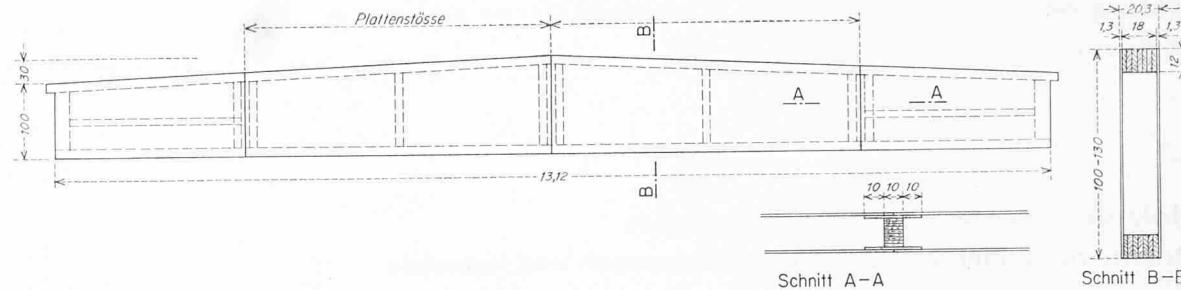


Bild 5. Geleimter Biegeträger mit Kastenquerschnitt, Stegen und Aussteifungen aus phenolharzgebundenen Holzspanplatten und laminierten Holzgurten. Schnitt A-A: Stegplattenstoss und Aussteifung mit Spanplatten.

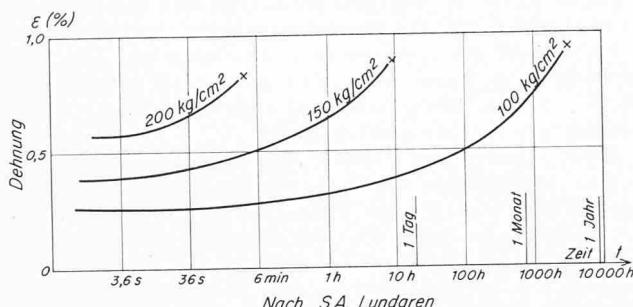


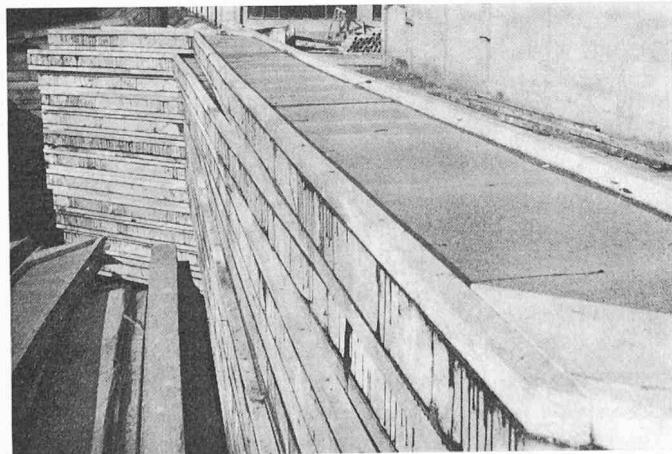
Bild 3. Darstellung von Zeit-Dehnungs-Diagrammen für Zugversuche an Hartfaserproben unter konstanter Last

Im folgenden seien einige typische Versuche und ausgeführte Tragwerke mit Holzwerkstoffen als tragenden Bauteilen kurz beschrieben.

In der Tschechoslowakei wurden I-Träger mit Spanplattenstegen und Massivholzgurten geprüft (Bild 4). Die Biegerandbruchspannungen ergaben Werte von rund 500 kp/cm². Sie entsprechen etwa der Gurtdruckfestigkeit. Die Leimverbindung erreichte Schubbruchspannungen von rund 30 kp/cm². Diese Werte liegen somit eher höher als die Schubfestigkeit des Gurtholzes in Fichte. Der Querschnitt gemäß Bild 4 besitzt angeblich verschiedene Vorteile. Die empfindlichen Kanten der Spanplatte seien durch die Gurthölzer geschützt, einfache Herstellung, Verwendungsmöglichkeit für Buchenholzspanplatten. Eine schwere Ausführung solcher Träger dürfte wegen der Empfindlichkeit der Leimfuge auf Querzugbeanspruchungen schwierig sein [2].

Im Jahr 1966 hat eine Spanplattenfabrik eine Halle aufgestellt, welche während einiger Jahre beobachtet werden soll. Die kastenförmigen Dachträger sind im Abstand von 5,50 m angeordnet und überspannen als einfache Balken eine Stützweite von

Bild 8. Träger mit zwei Holzfaserplattenstegen. Das Bild zeigt deutlich, wie die Stegplatten schon kurz nach der Fertigstellung der Träger stark ausgebeult sind



690

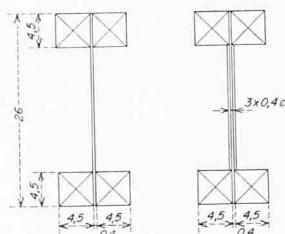


Bild 6. Querschnittsausbildung der geleimten Versuchsträger mit Stegen aus 4-mm-Hartfaserplatten ($\sigma_z = 338 \text{ kp/cm}^2$) und Vollholzgurten

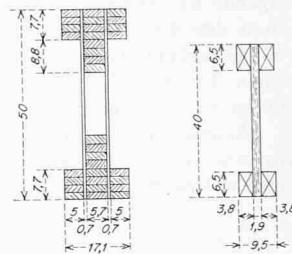


Bild 7. Links: Geleimter Träger, Stege aus Hartfaserplatten, Gurten aus verleimten Brettern. Rechts: Geleimter Träger mit Steg aus Holzspanplatte

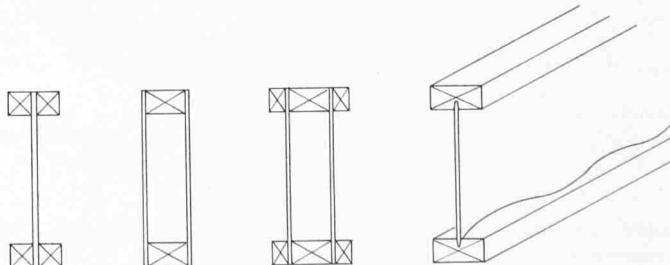
12,94 m. Der Querschnitt ist aus zwei phenolharzgebundenen Spanplattenstegen und verleimten Holzgurten aufgebaut. Zur Beulaussteifung wurden vertikale Aussteifungen und in den Endfeldern horizontale Steifen angeordnet. Resultate und Bemessungsgrundlagen aus diesem bemerkenswerten Versuch sind noch nicht bekannt (Bild 5).

Prof. Möhler hat vor einigen Jahren Versuche mit verleimten Hartfaserstegträgern durchgeführt. Die Gurten der I-förmigen Träger bestanden aus aufgeleimten Vollhölzern. Die Träger erreichten Biegefestigkeiten, die durch die Holzfestigkeit der Gurten begrenzt waren. Die Leimfugenbeanspruchung zwischen Gurt und Steg lag wesentlich unter den Werten, wie sie für Zugscherproben ermittelt wurden. Diese Beobachtungen lassen sich durch die Verformungen und die dadurch zusätzlich auftretenden Spannungen in der Leimfuge erklären [3], (Bild 6). Bei den erwähnten Versuchen handelt es sich um Kurzzeitversuche.

Die folgenden Beispiele sollen einige Hinweise zu den zeitbedingten Abhängigkeiten im Tragverhalten von Hartfaserplatten und Spanplatten vermitteln.

Prof. Čížek hat Biegeversuche über die Dauer von rund 14 Monaten an Trägern durchgeführt, deren Stege aus handelsüblichen Holzfaserhartplatten und Spanplatten hergestellt waren (Bild 7). Die Dauerlast betrug etwa 60 % der Kurzzeitbruchlast. Er kam zur Schlussfolgerung, dass sich das Dauerstandsverhalten von Biegbalken mit Stegen aus Hartfaser- oder Spanplatten nicht vom Verhalten der verleimten Holzbalken unterscheidet, daher auch keine Span- und Faserplatten mit kleinerem Kriechen erzeugt werden müssen, falls diese nur für Stege von Biegeträgern benutzt werden.

Bild 9. Stegträgerquerschnitte mit Sperrholzstegen und Massivholzgurten



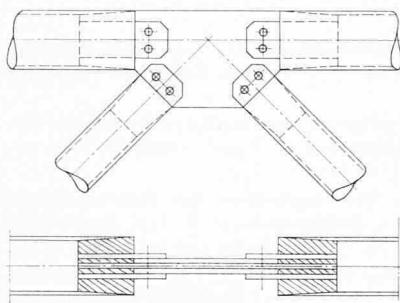


Bild 10. Leimknotenverbindungen von Sperrholzrohren mittels Sperrholz-knotenplatten und Pressholzschräuben

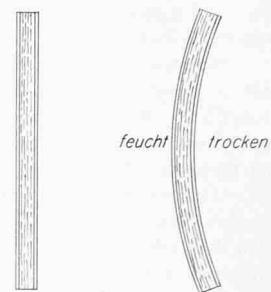
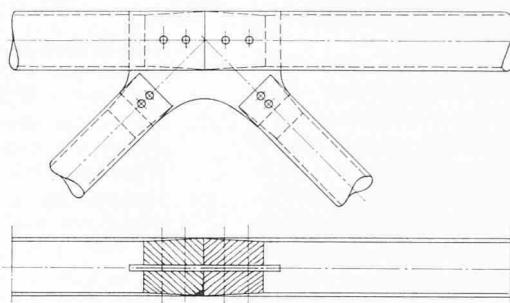


Bild 12. Verwölbung einer Sandwichplatte aus 2 x Hartfaserplatte und 1 x Isolierschicht infolge ungleicher Feuchtigkeit der Hartfaserplatten

den [4]. Der selbe Autor sagte an anderer Stelle [5]: «Stegträger mit Stegen aus Hartfaserplatten haben sich in den Tropen gut bewährt. Dort sind 13 Ausstellungshallen mit Spannweiten von 21 m errichtet worden. Die Stege bestanden aus doppelten Hartfaserplatten. Solche Stege beulen praktisch nicht aus, während einfache Stege immer ausbeulen.»

Prof. Kollmann war der Auffassung, dass Holzfaserplatten und Holzspanplatten in den Tropen (feuchtes Klima) keine genügende Haltbarkeit aufweisen. 1953 gebaute Versuchshäuser erlitten in den ersten 5 Jahren erhebliche Schäden an den Spanplatten-elementen. Auch theoretisch kommt er auf Grund der Überlegung, dass im tropischen, feuchtwarmen Klima der Biege-E-Modul und die Biegebruchspannungen Einbußen von 25 % bis 45 % und die Querzugfestigkeit solche von über 30 % erleiden, zur Ansicht, dass besonders in rheologischer Hinsicht das Verhalten von Spanplatten und Holzfaserplatten nicht allzu günstig beurteilt werden dürfe [6].

Der Schwede Lundgren kam auf Grund von Versuchen, welche zum Teil bis 2 Jahre dauerten und auf Grund von Beobachtungen an einem 20jährigen Bauwerk zur Auffassung, dass die Verwendung von Holzfaserplatten in normaler Ausführung in Tragwerken bei relativen Luftfeuchtigkeiten von über 85 % schwere Zerstörungen hervorrufen müsse. Durch die Einspannung im Holzrahmen des Trägers treten bei Wasseraufnahme sogar ohne Last Beulen auf, eine Erfahrung, welche übrigens auch in der Schweiz schon gemacht wurde [1].

Persönlich konnte sich der Verfasser in der CSSR an vielen ausgeführten Bauten davon überzeugen, dass Beulen in Faserplattenstegen vorhanden sein können, die Träger aber, bedingt durch den Umstand, dass ein «stellvertretendes Fachwerk» entsteht, trotzdem standhalten (Bild 8).

Es wird noch vieler Versuche bedürfen, um die Zusammenhänge zwischen diesen sich scheinbar widersprechenden Tatsachen herzustellen und die Bedingungen herzuleiten, unter welchen ein Tragwerk mit Span- oder Faserplattenteilen bei genügender Sicherheit optimal ausgenutzt werden kann.

Als Stegplatten von Biegeträgern mit Vollholzgurten wird Sperrholz in I- und Kastenprofilträgern geleimt oder genagelt verwendet (Bild 9). Hier müssen für den Holzbauer z. T. neue Festigkeits- und Stabilitätsnachweise durchgeführt werden:

- Biegespannungsnachweis für Gurt und Steg unter Berücksichtigung der verschiedenen E-Moduli.
- Schubspannungsnachweis in der Leimfuge und im Steg.
- Durchbiegungsnachweis mit Berücksichtigung der Schubverformungen im Steg.
- Stabilitätsnachweise in Form eines Beulnachweises für die Stegplatte und eines Kippnachweises des Trägers.
- Nachweis der Spannungen bei konzentrierter Krafteinleitung.

In neuerer Zeit sind systematische Versuche an geleimten Fachwerken mit abgesperrten Knotenplatten durchgeführt worden. Gänzlich dem Stahlbau nachgebildet erscheinen die in Leningrad entwickelten Knotenpunkte für Hochbau und Brückenkonstruktionen. Die Fachwerkstäbe bestehen aus Sperrholzrohren und sind mittels eingeleimerter Knotenplatten aus Sperrholz und Bolzen aus Pressholz verbunden (Bild 10).

In der Tschechoslowakei wurden Versuche an kleineren Fachwerkträgern mit Spannweiten von 8 bis 9 m und mit geleimten Stabanschlüssen durchgeführt. Die Stäbe bestanden aus Vollholz,

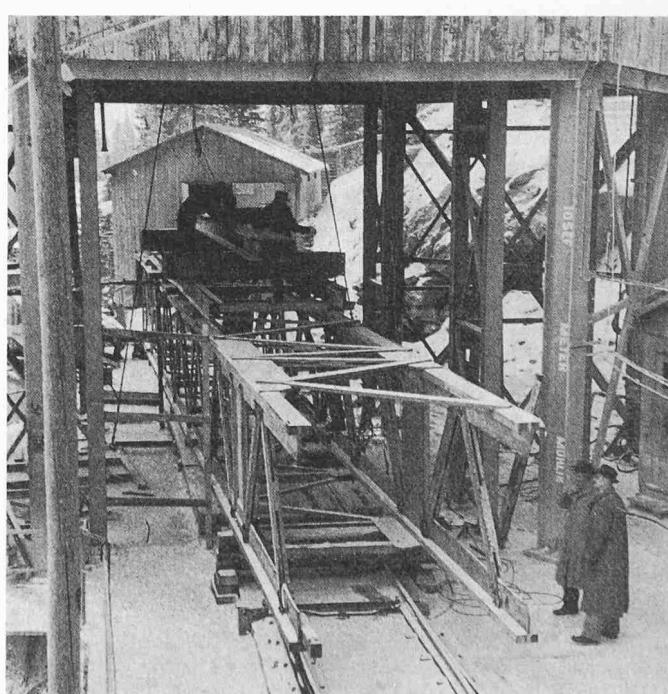
die Knotenplatten aus Sperrholz. Die Versuchsergebnisse zeigten, dass solche Träger außerordentlich steif sind, dass aber in den Knotenpunkten Momente übertragen werden, welche die Leimverbindungen und die Stäbe zusätzlich belasten, so dass die Knotenpunkte im Fachwerkverband nicht mehr die selben hohen Festigkeiten zeigen wie bei der Einzelprüfung [7].

Nebenbei bemerkt wurden auch in der Schweiz zur Zeit des Kraftwerkbaues in Zervreila 1957 durch die Holzabteilung der EMPA Förderbandbrücken aus verleimten Fachwerken und abgesperrten Gurtstegen nach Ende der Gebrauchsduer geprüft und bis zum Bruch belastet (Bild 11). Diese Versuche ergaben zufriedenstellende Festigkeitswerte und zeigten, dass selbst nach härtestem Einsatz in 1800 m ü. M. und bei andauernder pulsierender Belastung die Steifigkeit noch außerordentlich hoch war. Seither wurden solche Fachwerke besonders für weitgespannte Tragwerke auch im Ausland oftmals erfolgreich eingesetzt.

Dank ihrer plattenförmigen Abmessungen werden die genannten Holzwerkstoffe oft in flächenhaften Tragwerken verwendet. Die sogenannten Paneele bestehen aus Vollholzstegen mit Beplanungen aus Sperrholz. Die Verbindung erfolgt durch Verleimung, Vernagelung oder Verschraubung. Paneele werden wie I-Träger bemessen, doch wendet man zur Berechnung die Methode der voll mittragenden Breite an.

Sandwichplatten mit Holzwerkstoffbeplankung und einer Mittelschicht aus Iolierstoff oder Füllstoff müssen von Fall zu Fall auf Grund von Versuchsergebnissen bemessen werden. Besondere Beachtung verdienen hier die Eigenspannungen infolge Tempera-

Bild 11. Belastungsversuche an verleimten Fachwerken nach Ende der Gebrauchsduer als Transportbandbrücke in Zervreila. Erstellen der Prüfeinrichtung unter dem Betonturm durch die Holzabteilung der EMPA



tur- und Feuchtigkeitsdifferenzen, welche erhebliche Verbiegungen bewirken können (Bild 12).

Schalenträgerwerke aus Sperrholz wurden in den USA schon oft in Form von ein- oder zweiwandigen Zylinderschalen ausgeführt. Die einzelnen Schalenelemente wurden nebeneinandergelegt und mit Pappe abgedeckt. Die Berechnung solcher Schalen ist Gegenstand umfangreicher Untersuchungen in Deutschland.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass von den Holzwerkstoffen heute das Sperrholz in grösserem Umfange in tragenden Bauteilen verwendet wird. Hartfaserplatten und Spanplatten hingegen werden in der allgemeinen Konstruktionspraxis verhältnismässig selten als tragende Bauteile eingesetzt. Am ehesten noch werden sie zu aussteifenden Elementen verarbeitet, welche keine Dauerlasten aufnehmen müssen. Es ist daher ein Ziel der Forschung auf diesem Gebiet, Bemessungs- und Konstruktionsregeln zu entwickeln, welche den komplexen materialtechnischen Eigenschaften dieser Holzwerkstoffe in vernünftiger Weise Rechnung tragen, um damit die allgemeine Anwendung von Holzfaser- und Holzspanplatten in tragenden Bauteilen zu ermöglichen.

Adresse des Verfassers: *H. Kämpf*, dipl. Ing., in Firma G. Kämpf AG, Holzbau, 5102 Rapperswil.

Literatur

- [1] Holzfaserplatten als Konstruktionsmaterial — ein viskos-elastischer Körper, von *S. Åke Lundgren*, «Holz als Roh- und Werkstoff» 1957, Heft 1, S. 19.
- [2] Kurzberichte über den technisch-wirtschaftlichen Stand der Herstellung von Holzspanplatten, von *K. Eisner*, «Holz als Roh- und Werkstoff» 1962, Heft 1, S. 17.
- [3] Versuche mit geleimten Holzbiegeträgern mit Holzfaserplattenstegen, von *Karl Möhler*, Holzbauversuche I. Teil, Berichte aus der Bauforschung, Heft 28, Wilhelm Ernst und Sohn.
- [4] Versuche mit grossen Biegeträgern mit Stegen aus Span- und Hartfaserplatten, sowie deren Verhalten bei Dauerbelastung, von *Ludvik Čížek*, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Heft 54, 1966.
- [5] Dauerfestigkeit und rheologische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen, von *Ludvik Čížek*, «Holz als Roh- und Werkstoff» 1961, Heft 3, S. 83.
- [6] Über die mechanische Bewährung von Holzfaser-Hartplatten und Holzspanplatten bei der Verwendung in den Tropen, von *F. Kollmann*, «Holz als Roh- und Werkstoff» 1959, Heft 6, S. 239.
- [7] Geleimte Holzfachwerkkonstruktionen in der CSSR, von *Pavel Dutko*, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Heft 54, 1966.

Möglichkeiten und Grenzen der Integration der schweizerischen Holzwirtschaft

Von **Fritz Häring**, Pratteln

DK 691.11.003

Vorbemerkung

Im Rahmen der Holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH im Wintersemester 1967/68 hat der Holzindustrielle *Fritz Häring*, dessen Erfahrung und Aufgeschlossenheit die Holzwirtschaft wertvolle Impulse verdankt, das grundsätzlich wichtige Problem der Integration innerhalb der Holzbearbeitungszweige unseres Landes behandelt. Unter den verschiedenen Gesichtspunkten, welche dabei zur Sprache kommen, ist die Verwendung des Holzes im Bauwesen nach wie vor einer der wichtigsten. Es ist der schweizerischen Holzindustrie und dem Gewerbe in ihrem teilweise wirtschaftlich aufgezwungenen Umstellungsprozess heute nicht mehr dadurch allein gedient, dass für das Holz als Bau- und Werkstoff beim Verbraucher – d. h. auch beim Architekten und Ingenieur – ein mehr oder weniger ausgeprägter Goodwill für das Holz besteht. Neue Produktionserfordernisse verlangen auch auf der Abnehmerseite gewisse Umstellungen. Wir betrachten es heute als eine dringliche Aufgabe unserer Kollegen vom Bau, einen teilweise bedrängten Wirtschaftszweig, der in unserem Alpenland tief verwurzelt ist und das traditionelle Bild der Schweiz stark mitgeprägt hat, Verständnis durch ihre *ideale Mitwirkung* zu bezeugen. Solche Hilfeleistung ist nötig, sie ist aber auch möglich. Dies zeigen die folgenden Ausführungen, die wir mit freundlicher Genehmigung von *F. Häring* (4133 Pratteln, Schlossstrasse 3) in etwas modifizierter Form wiedergeben¹⁾. *G. R.*

*

Der Industrialisierungsprozess unseres Zeitalters hat die Produktivität auch in der Herstellung von Bau- und Werkstoffen stark erhöht. Innerhalb ungefähr sechzig Jahren ist die Leistung einer Arbeitskraft in der Zementproduktion von jährlich rund 180 Tonnen auf das Zehnfache gestiegen. Die Fabrikation von Backsteinen und Ziegeln wurde in den dem Kriegsende 1945 folgenden zwanzig Jahren mehr als vervierfacht.

In einzelnen Produktionszweigen der Holzwirtschaft haben sich in den vergangenen Jahrzehnten ebenfalls bedeutende Leistungsverbesserungen ergeben. Sie beschränken sich aber fast ausschliesslich auf Produkte, die als normale Standardartikel vom Erzeuger hergestellt und in bestimmten Grössen auf den Markt gebracht

werden. In diese Gruppe fallen vor allem die Spanplattenwerke, Parketterien, Möbelfabriken, Kistenfabriken sowie auf dem Bau-sektor Fenster- und Türenfabriken. Diese holzverarbeitenden Betriebe sind hochindustrialisiert und auch mit dem Ausland unter vergleichbaren wirtschaftlichen Voraussetzungen wettbewerbsfähig. Um die Mitte der Vierzigerjahre wurde durch die Einführung einer Normung für Kantholz und Bretterwaren versucht, auch für die Schnittholzerzeugung technisch und wirtschaftlich günstigere Absatzbedingungen im Sinne der Standardisierung («Vorratsbalken») zu schaffen²⁾. Dieses Ziel konnte nicht im erhofften Umfang erreicht werden. Doch ist es gelungen, die zuvor fast willkürlichen Dimensionierungen (namentlich beim Kantholz) erheblich einzuzengen, was sich in der Praxis auch heute noch günstig auswirkt. Der Hauptgrund für die damals auf halbem Wege stecken gebliebene Normierung des Schnittholzes liegt in den individuellen Wünschen des Bestellers (wie immer diese auch begründet werden) und im (schweizerischen) Hang zur Perfektion, welche die serienweise Fertigung und eine Standardisierung der Bauelemente erschwert oder teils gar in Frage stellt.

Den Beweis, dass es möglich ist, unter einem gewissen Verzicht auf Spezialanforderungen preiswerte Wohnhäuser in Fertigbauweise aus Holz herzustellen, erbringt Amerika, obwohl dort die Löhne (zum Wechselkurs umgerechnet) mehr als das Doppelte betragen.

Die Erhöhung der Zinssätze, der chronische Mangel an Arbeitskräften und der trotz guter Entlohnung zu geringe Nachwuchs an Facharbeitern werden mehr und mehr dazu zwingen, sich auch bei uns den veränderten Verhältnissen anzupassen.

Es wäre ungerecht, den Rückstand der Produktivität nur den einzelnen Branchenangehörigen zur Last zu legen. Die Art und Weise der Nachfrage, die Ohnmacht, bei der Projektierung mitzuwirken, Preisbewegungen und teils weitere Erschwernisse haben diese Gewerbezweige vielfach auch finanziell in eine wenig bildenswerte Lage gedrängt. Es bedarf grosser Anstrengungen, um diesen Zustand zu verbessern. Der Weg führt über die

¹⁾ In einem weitern Zusammenhang von Wald und Holz im Bereichen technischen Interesses, aber auch staatsbürgerlicher Einsichten, weisen wir auf folgende Publikationen hin:
Der Wald im Dienste der Gebirgshilfe, von Prof. Dr. Hans Leibundgut, Rektoratsrede, gehalten am 11. November 1967 an der ETH; SBZ 1967, H. 48, S. 861.
Hundert Jahre forstliche Planung in der Schweiz, von Prof. Dr. H. Tromp, Vortrag, gehalten am 25. Januar 1968 anlässlich eines Kolloquiums über Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH; «Plan 1968», H. 3, S. 85.

²⁾ Gemäss einer Verfügung des eidgenössischen Kriegs-Industrie- und Arbeitsamtes (KIAA) vom Oktober 1943 durften Kanthölzer nur noch zwischen den Abmessungen 6x6 cm und 24x28 cm in insgesamt 69 Norm-Dimensionen (mit geradzahligen Seitenlängen) eingeschnitten werden. Damit erfolgte eine Einschränkung auf etwa ein Drittel der bis dahin gebräuchlichen Dimensionierungen. Mit dieser Massnahme (der im Jahre 1944 die Normung für Bretterwaren folgte) sollte neben einer wesentlich rationelleren Erzeugung und technisch vorteilhafteren Verwendung auch die Lagerhaltung des Kantholzes gefördert werden, um dadurch die Forderung nach trockenem Bauholz besser zu erfüllen (vgl. SBZ 1943, Bd. 122, H. 19, S. 238).