

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 31

Artikel: Forschung in den USA über Verbindemittel des Holzbaus
Autor: Strässler, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68221>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

c) Für die Rheinschiffahrt: Durch Entladekran von 300 t sowie die maximale Schlepperladebreite von 7,2 m bei rund 20 m Ladelänge.

Literaturverzeichnis

- [1] Reactor Site Criteria, 10 CFR 100, Federal Register Document 62-3523, April 11, 1962
[2] La Production d'Énergie Électrique en Suisse, Transition hydraulique-nucléaire. MC 641130.

- [3] Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Hydrograph. Jahrbuch 1962
[4] Auskünfte des Gewässerschutzamtes des Kantons Aargau.
[5] Site Requirements for Large Nuclear Stations. ASME 62-WA-33.
[6] Reactor Siting 64-CNA-116.
[7] W. R. Kaegy, «Neue Technik», 10/1961, Economic & other Environmental considerations in Reactor evaluation.

Adresse des Verfassers: M. J. Klaentschi, dipl. Ing. ETH, Motor-Columbus AG, Baden AG.

Forschung in den USA über Verbindungsmittel des Holzbaues

DK 624.011.1.001.6

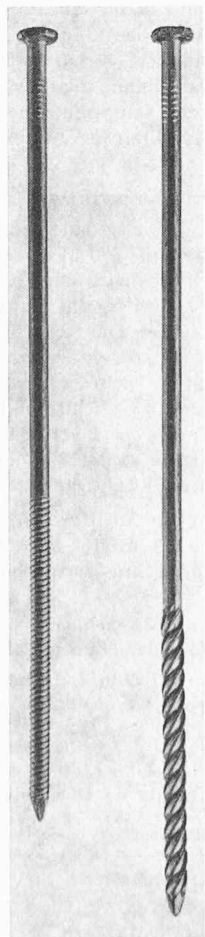
Von H. Strässler, dipl. Ing., EMPA, Dübendorf

Im Imperial College London fand Ende März 1965 die zweite internationale Diskussionstagung über Holzverbindungen statt. Einer der interessantesten Beiträge war derjenige von Prof. Stern (Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg USA) über amerikanische Forschungsarbeiten. Viele der Untersuchungsergebnisse sind auch für die schweizerischen Holzkonstrukteure sehr aufschlussreich; es werden daher nachfolgend einige der wichtigsten Erkenntnisse zitiert und z. T. kurz kommentiert. Eine vollumfängliche Wiedergabe des Stern'schen Berichtes ist nicht möglich, denn dieser umfasste über 50 Seiten. Am 9. April 1965 trug Prof. Stern in der ETH Zürich eine Kurzfassung seines Londoner Beitrages vor.

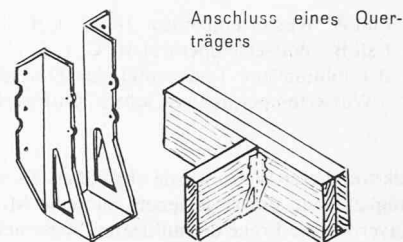
Nach Schätzungen der Nationalökonomien müssen, um den jetzigen Lebensstandard der USA zu gewährleisten, in rund 30 Jahren von allen Bedarfsartikeln doppelt soviel wie heute zur Verfügung stehen. Diese Voraussage bezieht sich auch auf Nahrung, Kleidung und Wohnung. Jahr für Jahr müssen daher gegen 2 Millionen Wohnungen erstellt werden. Als Baumaterial wird Holz bevorzugt. Die einzelnen Elemente gelangen meist vorfabriziert auf die Baustelle und werden dort durch ungelernte Arbeitskräfte innert kurzer Zeit zusammengefügt. Tragfähigkeit und Stabilität von Holzbauten sind aber sehr wesentlich durch die Verbindungen bedingt; die technische Qualität einer Holzkonstruktion wird massgebend durch das Verbindungsmittel bestimmt. Nach Angaben Prof. Sterns würden zum Bau eines typischen amerikanischen Einfamilienhauses von rd. 110 m² Grundfläche, mit 3 Schlaf- und 2 Badzimmern, Garage und durchgehender Betonfundamentplatte i. M. 45000 Verbindungsmittel benötigt. Diese Holzverbinder kosten total rund 50 Dollars und ihre Montage erfordert knapp 70 Arbeitsstunden (was etwa 200 Dollars Lohnkosten entspricht). Im Einzelfall mögen diese Zahlen nicht stark beeindrucken, multipliziert man aber die Werte mit 1 650 000 (= Zahl der im Jahr 1964 in den USA erbauten Wohnungen in Holzbauweise), so wird deutlich, welchen Einfluss die Wahl des verwendeten Verbindungsmittels und die Art der Montage auf die totalen Bauzeiten und -kosten ausüben. In den letzten Jahren wurde daher die amerikanische Forschung an Holzverbindungen stark intensiviert und zwar auf breiter Basis.

Die Untersuchungen auf dem Gebiet der Nagelung sind wohl die umfangreichsten. Die im Polytechnic Institute entwickelten Schraubennägel (Bild 1) weisen gegenüber den Nägeln mit geradem Schaft und rundem Querschnitt einen ganz beträchtlich höheren Auszieh Widerstand auf, vor allem bei Hirnholz-nagelung. Dieser Widerstand wird beim

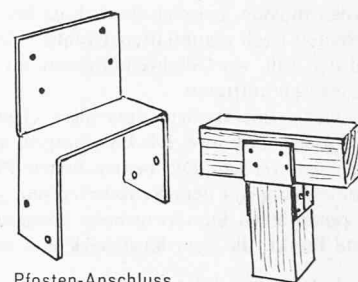
Trocknen des Holzes eher noch gesteigert, während bei den geraden Rundnägeln eine Einbusse bis 80 % auftreten kann. In Amerika wird dem Auszieh Widerstand z. T. eher eine zu grosse Bedeutung beigemessen, in Europa kümmert man sich zu wenig darum. Es zeigt sich immer wieder, dass in der Baupraxis die Tragfähigkeit in Schachtrichtung zu hoch eingeschätzt wird. Dieser Optimismus hat schon zu manchen Bauschäden geführt. – Die Bestimmung des Auszieh Widerstandes ist aber nicht die einzige Versuchsart, welche die amerikanischen Laboratorien an Nägeln durchführen. Ermittelt werden z. B. auch die Tragfähigkeit und Steifigkeit bei seitlicher Beanspruchung, die Knick- und Biegefestigkeit der Nägel, der Widerstand gegen ein Durchziehen des Nagelkopfes usw. Es sind Forschungen hinsichtlich der Oberflächenbehandlung im Gange und man sucht nach demjenigen Mittel, das sowohl ein leichteres Einschlagen als auch eine höhere Haftkraft und einen ausreichenden Korrosionsschutz bietet. In Europa wurde zwar auch eine Unmenge von Versuchen an Nägeln durchge-



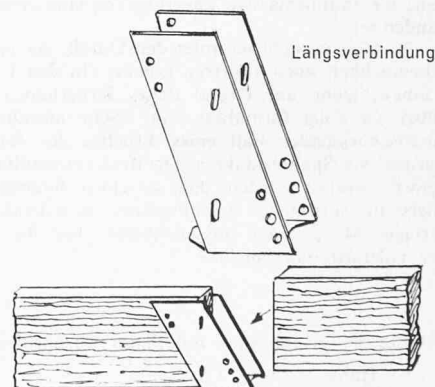
Links: Bild 1. Schraubennägel.
Rechts:
Nagel mit grosser Gewindesteigung. Dieser Nagel schneidet beim Eintreiben Gewinderillen ins Holz; er lässt sich wieder herausdrehen
Links:
Nagel mit geringer Gewindesteigung. Infolge des sog. «Schultereffekts» hält der Nagel fest im Holz. Ohne Beschädigung des Holzes ist kein Herausziehen möglich



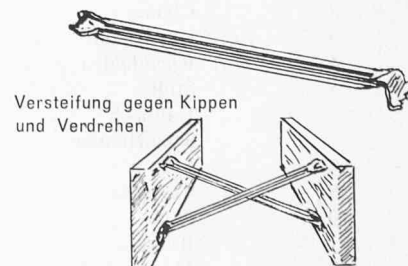
Anschluss eines Querträgers



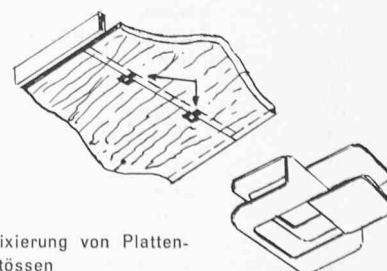
Pfosten-Anschluss



Längsverbinding



Versteifung gegen Kippen und Verdrehen



Fixierung von Plattenstössen

Rechts: Bild 2. Metall-Formstücke der Timber Engineering Company («TECO») zur Verbindung von Holzteilen

führt (z. B. von Stoy, Fonrobert, und Meyer Möhler), doch beschränkten sich diese Untersuchungen meist auf Einzelprobleme wie Bettungsziffern, Verhalten bei seitlicher Belastung, Verschiebungsmoduli usw. Die amerikanischen Forscher sind eher etwas im Vorsprung, allerdings werden ihre Institute durch die Industrie sehr grosszügig unterstützt.

Der grosse Arbeitsaufwand für das Eintreiben von Nägeln führte fast zwangsläufig zur Entwicklung *maschineller Nagelungsverfahren*. In Kistenfabriken sind Nagelmaschinen schon seit Jahren im Gebrauch; auf den Bauplätzen aber kennt man die maschinelle Nagelung noch kaum. Vergleiche an Nägeln, die mit automatischen Geräten eingetrieben wurden, gegenüber solchen, die mittels Handhammer eingeschlagen worden waren, ergaben bei amerikanischen Versuchen keine wesentlichen Unterschiede; unsere Untersuchungen zeigten je nach Gerätetyp beträchtliche Differenzen.

Ein Merkmal, das den amerikanischen Holzbau vom unserigen unterscheidet, ist die Verwendung von *Metallformstücken*, die den

Zusammenbau der einzelnen Holzteile wesentlich vereinfachen (Bild 2). Der Konstrukteur hat die Qual der Wahl, denn es existieren sehr viele ähnliche Produkte. Die scharfe Konkurrenz hat aber dazu geführt, dass die Preise niedrig sind.

Die Hetzerbauweise, bei uns schon seit bald 60 Jahren bekannt, hat in Amerika erst in den letzten Jahren grosse Bedeutung erlangt; es wurden bereits Hallen mit über 90 m Spannweite errichtet. Gelegentlich ergeben sich Schwierigkeiten beim *Verleimen imprägnierter Hölzer*. Die Feuerschutzmittel können zu vorzeitigem Abbinden der Leime führen. Bei uns sind derartige Probleme weniger aktuell, da meist zuerst geleimt und erst nachher imprägniert wird. Die Schutzbehandlung sollte erst einige Tage nach der Verleimung erfolgen; bei Leimen auf Melaminharz- oder Harnstoff-Grundlage und salzartigen Schutzmitteln sollte die Tränkzeit höchstens 4 Stunden dauern.

Die *Pressnagelung*, d. h. die Erzeugung des für das Verleimen notwendigen Pressdruckes mittels Nägeln, ist in letzter Zeit stark in den Vordergrund gerückt. Der Praktiker

ist natürlich hell begeistert, denn bei dieser Verleimungsart braucht er keine kostspieligen Presseinrichtungen. Oft wird jedoch allzu sorglos gearbeitet. Auch bei der Pressnagelung müssen die Gebrauchsvorschriften hinsichtlich Mischung, Auftragsmenge, Raumklima usw. strikte eingehalten werden. Man wähle möglichst fugenfüllende Leime (z. B. Resorzinharzleime). Das im Bericht Prof. Sterns publizierte Last-Verformungsdiagramm (Bild 3) gibt einen falschen Eindruck, weil die Kompression des Holzes die Verformungsunterschiede zwischen Leim und Nägeln verwischt. Die Nägel kommen eher etwas zu gut, die Leimungen eher zu schlecht weg. Leimverbindungen sind wesentlich starrer als Nagelverbindungen; ein Zusammenwirken beider Verbindungsmittel darf also nie in Rechnung gestellt werden.

In Anbetracht der günstigen Festigkeits- und Verformungseigenschaften des Holzes in Faserlängsrichtung wurde eine neuartige Verbindung (Bild 4) entwickelt und bereits vielerorts verwendet. Doch auch die amerikanischen Forscher beurteilen diesen Verbindungstyp eher kritisch, weist er doch einige

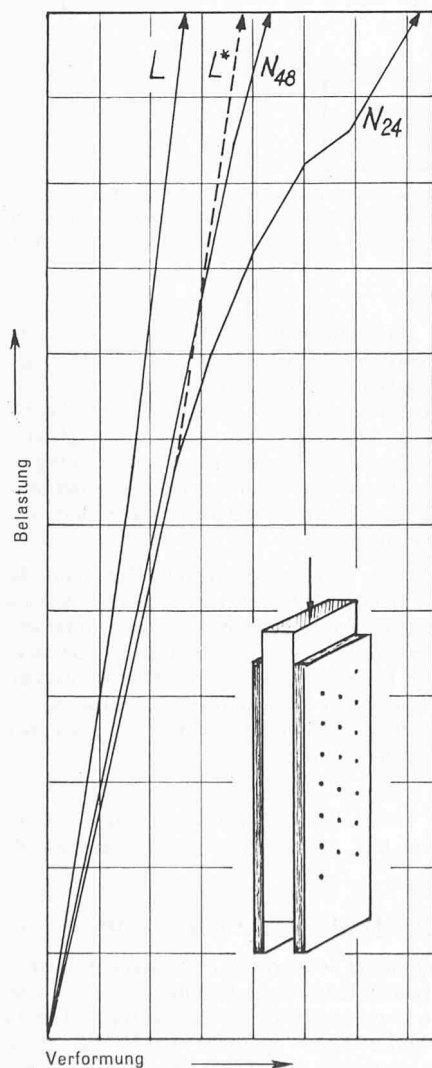


Bild 3. Last-Verformungsdiagramm von zweischschnittigen Druckscherkörpern mit Sperrholz-Laschen

L = in Presse verleimt
L* = verleimt; Pressdruck durch Nagelung erzeugt
N48 = genagelt (48 Schraubennägel)
N24 = genagelt (24 Schraubennägel)

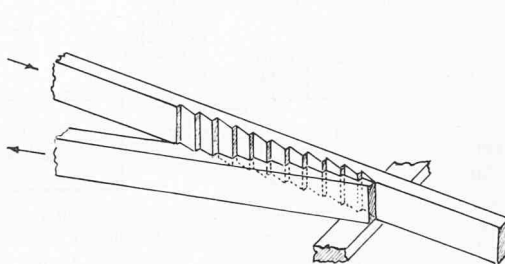


Bild 4. Fusspunkt eines Dachbinders. «Fellmann»-Sägezahnverbindung. Die Fixiernägel sind nicht eingezeichnet

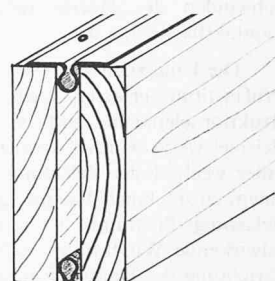


Bild 5. Holzstege und aufgenagelte Stahlblech-Flanschen bilden den Träger der Chase Foundry & Mfg. Co., Columbus, Ohio

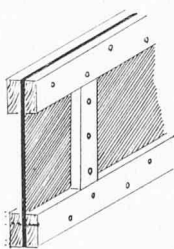


Bild 6. Träger mit Stahlblech-Steg und aufgenagelten Holzgurten und -pfosten

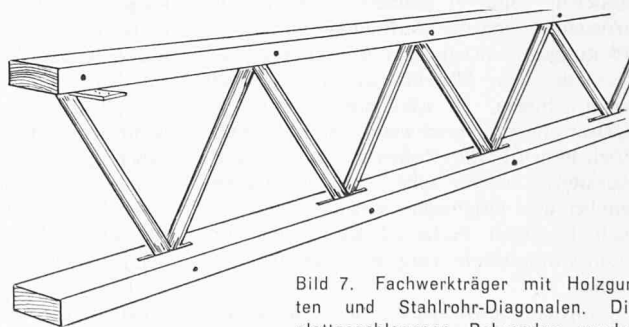


Bild 7. Fachwerkträger mit Holzgurten und Stahlrohr-Diagonalen. Die plattgeschlagenen Rohrenden werden in die Einfürungen gesteckt und durch Schraubennägel fixiert

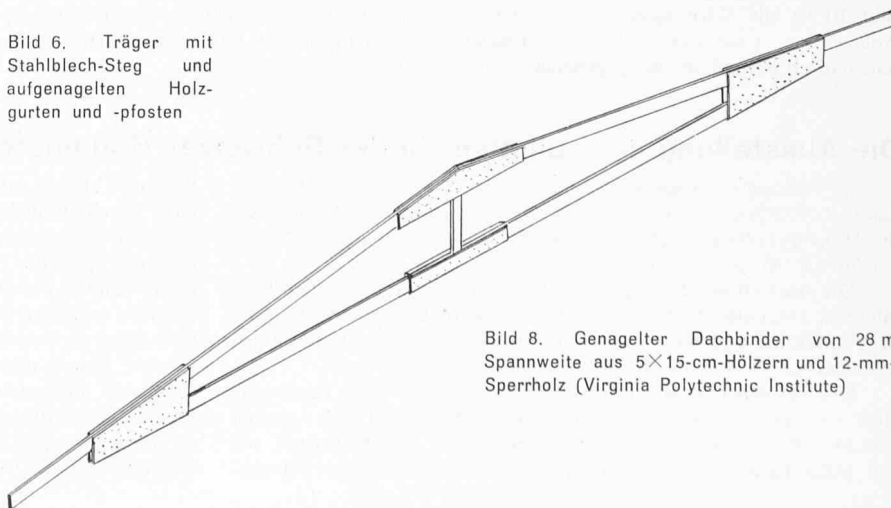


Bild 8. Genagelter Dachbinder von 28 m Spannweite aus 5x15-cm-Hölzern und 12-mm-Sperrholz (Virginia Polytechnic Institute)

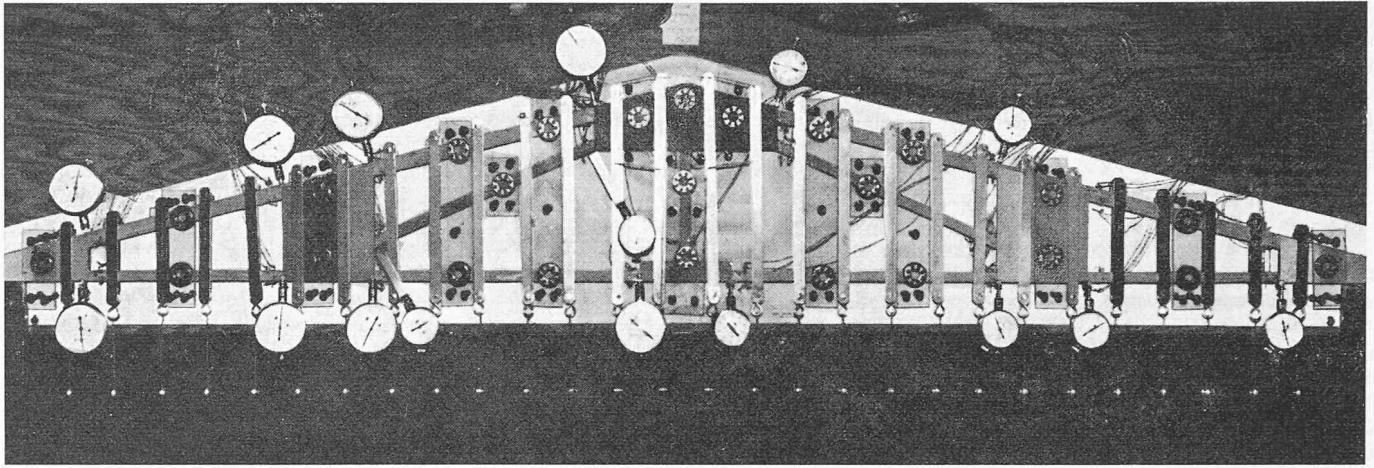


Bild 9. Photo eines Versuchs des V. P. I. am Modell 1:12 eines genagelten Dachbinders. Belastung an 28 Stellen; Verformungsmessung mittels Uhren, Spannungsmessungen elektrisch mit Strainingauges. — Die vielen kleinen Scheiben dienen der reibungsfreien Befestigung des Modells auf der horizontalen Unterlage

namhafte Nachteile auf (Anschluss exzentrisch; kann keine Wechsellasten übertragen; wegen der Spaltgefahr müssen die Nagellöcher vorgebohrt werden; beim Schwinden des Holzes reduziert sich die Kontaktfläche u. a. m.).

Die Untersuchungen der amerikanischen Prüfinstitute erfassen auch grössere Konstruktionselemente und ganze Bauwerke. Beispielsweise wurden kleinere Holzbrücken unter wechselnder Belastung untersucht. An einem einstöckigen Versuchsgebäude wurden Belastungs-Prüfungen (u. a. durch horizontalwirkende Windkräfte) während und nach Errichtung des Hauses durchgeführt, um den Einfluss der verschiedenen Bauelemente auf die Steifigkeit des Gebäudes festzustellen. Neue Trägertypen (Bilder 5–8) wurden entwickelt und in natürlicher Grösse oder mittels Modellen (Bild 9) getestet. Holzstruktur, Grössenordnung der Verbindungsmittel, Bearbeitungstoleranzen u. a. m. können die Resultate von Modellversuchen wesentlich beeinträchtigen, so dass eine zuverlässige Auswertung sehr erschwert oder gar verunmöglicht wird. Ein Holzmodell sollte m. E. höchstens eine vierfache Verkleinerung gegenüber dem Originalelement aufweisen. An noch kleineren Holzmodellen lassen sich kaum einwandfreie Vergleichsunterlagen gewinnen.

Im Jahr 1964 wurden in Amerika rd. 250 000 m³ Schnittholz maschinell sortiert. Auch Australien und England kennen die *maschinelle Klassifizierung* des Holzes. In Bild 10 ist die Wirkungsweise einer CLT-Anlage (= Continuous Lumber Tester) schematisch dargestellt. Bei gegebenen Holz-

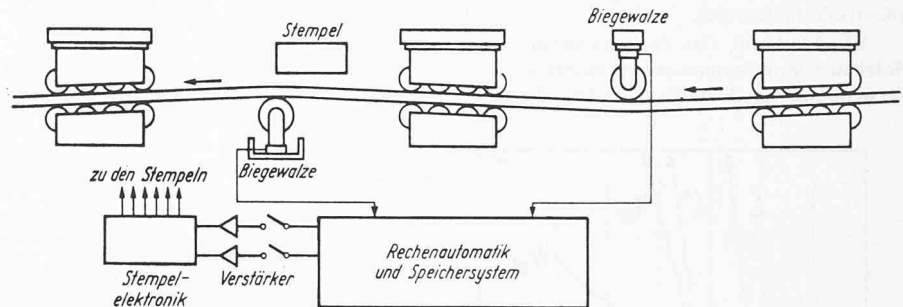


Bild 10. Schema der Wirkungsweise einer CLT-Anlage zur kontinuierlichen Güteklassifizierung des Schnittholzes. Brettstärke 2". Brettbreite bis 30 cm. Prinzip: Messung der zur Erzeugung von 8 mm Durchbiegung benötigten Biegekraft. Kosten rd. 200 000 Fr. (Aus «Holz-Zentralblatt», Stuttgart, 18. Januar 1965)

dimensionen, d. h. bekanntem Trägheitsmoment, ergibt sich somit ein Mass für die Biege-Elastizität des geprüften Holzstücks. Falls nun das Schnittholz auf Grund der Elastizitätsmoduli in Qualitätsklassen eingeteilt wird, kann direkt die Güteklasse maschinell ermittelt und gleich aufs Holz gestempelt werden. Vergleichsuntersuchungen haben gezeigt, dass die maschinelle Gütesortierung treffsicherer und im Endeffekt wesentlich wirtschaftlicher ist als eine visuelle Holzlese. Das maschinelle Vorgehen eignet sich jedoch nur bei Material, das für tragende Bauteile bestimmt ist. Bei Holz, an das andere Ansprüche (z. B. frei von Verfärbungen, Rissen, Harzgallen, Insektenfrass, Baumkanten) gestellt werden, ist eine visuelle Aussortierung notwendig. — Aus baustatischen Gründen meldet die Sortiermaschine an den Brettenden eine zu ungünstige Güteklasse.

Der Bericht Prof. Sterns gab eine sehr interessante Übersicht über die Forschungstätigkeit der USA auf dem Gebiete der Holzverbindungen. Die Resultate und Erkenntnisse bilden nicht nur wertvolle Vergleichsmöglichkeiten zu eigenen Untersuchungen; sie führen auch zu nachdenklichen Betrachtungen über die zukünftige Entwicklung des Holzbaus.

Die Zeichnungen (Bilder 3–8) und die Foto des Modellversuches (Bild 9) wurden mit Genehmigung Prof. Sterns seinem Bericht für das Londoner Symposium entnommen; die Nägel für die Photo (Bild 1) wurden ebenfalls vom Genannten zur Verfügung gestellt. Sein Entgegenkommen sei auch hier bestens verdankt.

Adresse des Verfassers: H. Strässler, dipl. Ing., 8307 Effretikon, Brüttenerstrasse 41.

Die Ausstellung der «Lignum» in der Schweizer Baumuster-Centrale, Zürich

DK 061.4:69

Im Auftrag der Lignum, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für das Holz in Zürich, ist in der Baumuster-Zentrale an der Talstrasse 9 die Holzausstellung durch Architekt S.I.A. Victor Würzler, Zürich, vollständig neu gestaltet worden.

Die Ausstellung der Lignum will dem Fachmann und dem bauinteressierten Laien die Möglichkeit geben, sich über wesentliche Teile der Produktion und der Anwendung von Massivholz und holzhaltigen Erzeugnissen zu orientieren.

Die permanente Musterschau ist in die vier Teile gegliedert: Holzarten, Bodenmuster, Deckenmuster und Kojen mit dem Angebot einzelner Berufs- und Produzentengruppen. Bei den Holzarten, die eine ganze Längswand einnehmen, sind auf 45 ausziehbaren Schiebe-

wänden 52 Nadel- und Laubhölzer ausgestellt. Die Muster entsprechen einer durchschnittlichen, handelsüblichen Sortierung und sind in drei Gruppen zusammengefasst: europäische Laubhölzer, europäische und aussereuropäische Nadelhölzer sowie exotische Laubhölzer. Eine ganze Tafel ist nur einer Holzart reserviert, so dass die Muster in einer Grösse vorhanden sind, die dem Besucher erlaubt, Farbe und Textur tatsächlich zu beurteilen. Die jeweilige Holzart wird im allgemeinen furniert, massiv und auf der Gegenseite zum Teil in Anwendung bei industriell hergestellten Wand- und Deckenverkleidungen gezeigt. Dadurch kann die natürliche Streuung von Farbe und Oberflächenbild in einem gewissen Umfange gezeigt werden, insbesondere auch die Veränderung des Aussehens je nach Schnittart. Die einzelnen Holz-