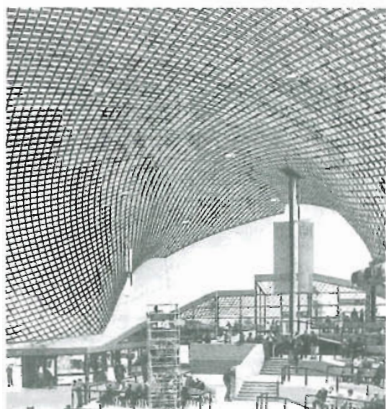




**Bahnhofshalle Malmö, 1923 erbaut in Hetzerbauweise, vierschiffige Anlage, Spannweite: 17,9 m, Heutiger Zustand (Foto: C. Magnusson, Malmö)**



**Eisenbahnbrücke über die Pfinz bei Grötzingen, Spannweite: 30 m, 3 genagelte Fachwerkträger im Abstand von 1,0 m bilden die Haupttragkonstruktion  
Entwurf: Prof. Gaber, Karlsruhe, Ausführung: Zimmermeister Winter, Durmersheim, 1948**



**Multihalle Mannheim, Gitterschale aus 5 cm x 5 cm, Innenansicht, maximale Spannweite 60 m  
Ausführung: Poppensieker, Löhne, 1975**

## Teil II 100 Jahre Holzbau und Holzbauforschung

Bearbeitet von:  
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rug

### 100 Jahre Holzbau in Deutschland

1.	Entwicklungsbedingungen für den Holzbau zum Ende des 19. Jahrhunderts . . . . .	247
2.	Entwicklung des Holzbaus von 1900–1945	
2.1	Einleitung . . . . .	248
2.2	Die Erfindung und Verbreitung des Brettschichtholzes (bis 1925)	252
2.3	Der Übergang zur modernen Brettschichtbauweise (bis 1945) . .	257
2.4	Entwicklung weit gespannter Fachwerk- und Vollwandkonstruktionen. . . . .	260
2.4.1	Filigrane gebogene Gitterkonstruktionen – Das System Stephan	261
2.4.2	Filigrane Fachwerke – Das System Meltzer . . . . .	262
2.4.3	Ein Zimmermeister baut ohne eigene Patente Hallen mit den größten Spannweiten. . . . .	263
2.4.4	Die Erfindung des Krallendübels-Systems Greim . . . . .	265
2.4.5	Die Ringdübelverbindung der Firma Tuchscherer . . . . .	268
2.4.6	Ein konischer Holzdübel macht Karriere – Der Kübler-Dübel . . .	269
2.4.7	Der Holzhallenbau – System Christoph und Unmack AG/Niesky	270
2.4.8	Die Holzbauweise Sommerfeld . . . . .	272
2.4.9	Die Bauweise „Cabrol“ . . . . .	273
2.4.10	Das Ende der Dübelentwicklung – Die baupolizeiliche Regelung der Dübel besonderer Bauart . . . . .	276
2.4.11	Der Nagel – eine leistungsfähige Verbindung im Ingenieurholzbau. . . . .	278
2.5	Die Zollinger-Bauweise – ein wirtschaftliches Flächentragwerk aus standardisierten Lamellen. . . . .	283
2.6	Das Holzhaus als Standard für neue Wohnbedingungen . . . . .	284
2.6.1	Einleitung. . . . .	284
2.6.2	Zur Entwicklung des Holzhausbaus in Deutschland zwischen 1870 und 1927. . . . .	286
2.6.3	Die Entwicklung des Holzhausbaus in Deutschland ab 1927 . . .	293
2.6.4	Die Bauweisen für den Hausbau . . . . .	297
2.7	Ingenieurholzkonstruktionen im Gerüstbau . . . . .	301
2.8	Der Holzbrückenbau . . . . .	302
2.8.1	Der amerikanische Holzbrückenbau des 19. Jahrhunderts beeinflusst den Brückenbau in Europa. . . . .	302
2.8.2	Deutsche Eisenbahnverwaltungen verbieten den Holzbrückenbau	303
2.8.3	Zum Stand des Holzbrückenbaus bis zum Ende des zweiten Weltkrieges . . . . .	303
2.9	Turmkonstruktionen in Holz. . . . .	305

3.3 Entwicklung Holz sparender Bauweisen

3.0 Der Holzbau beim Wiederaufbau nach dem 2. Weltkrieg (bis 1960/65) . . . . . 309

3.1 Einleitung . . . . . 309

3.2 Die Lösung der dringendsten Aufgaben. . . . . 312

3.3 Entwicklung Holz sparender Bauweisen . . . . . 314

3.4 Der Holzhausbau nach dem zweiten Weltkrieg . . . . . 316

3.5 Der Holzbrückenbau. . . . . 319

3.6 Die Weiterentwicklung der Nagelbauweise . . . . . 323

3.7 Die Entwicklung der Brettschichtbauweise . . . . . 324

3.8 Der Holzbau in der DDR – Die Massenproduktion typisierter Material sparender Konstruktionen . . . . . 328

3.9 Die Wiederbelebung alter Bausubstanz. . . . . 332

3.10 Der Hausbau der Zimmerer ab 1985 . . . . . 335

4.0 Die letzten dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts – Triumph der Spannweiten und der Ökologie. . . . . 338

4.1 Holz bei weit gespannten Konstruktionen. . . . . 338

4.2 Die Wiederentdeckung und Weiterentwicklung historischer Bauweisen. . . . . 343

**100 Jahre Forschung für den Holzbau**

5. Einleitung . . . . . 345

6. Die gründliche Erforschung des Baustoffs . . . . . 358

7. Mehr aus Holz machen – Die Innovationen für neue Holzwerkstoffe . . . . . 363

8. Neue Verbindungen/Verbindungsmitel im ingenieurmäßigen Holzbau . . . . . 366

8.1 Leime/Klebstoffe/Brettschichtholz . . . . . 368

8.2 Nagelverbindungen in Material sparenden Holzbauteilen. . . . . 374

8.3 Dübel besonderer Bauart . . . . . 378

8.4 Die Verbindungsmittelforschung heute . . . . . 380

9. Die Normung im Holzbau . . . . . 381

9.1 Einleitung . . . . . 381

9.2 Berechnungs- und Konstruktionsnormen für den Holzbau. . . . . 385

9.3 Bemessung nach der Methode der zulässigen Spannungen – ein deterministisches Sicherheitskonzept über 150 Jahre Bautechnikentwicklung . . . . . 390

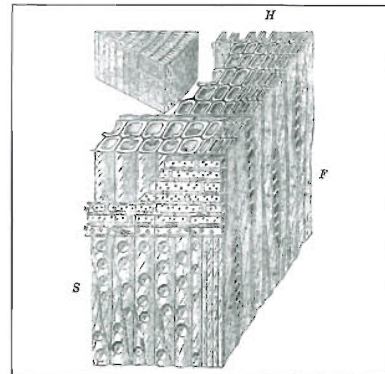
9.4 Zur Entwicklung eines neuen Sicherheitskonzeptes – eine internationale Angelegenheit . . . . . 391

9.5 Die Überarbeitung der noch gültigen bauaufsichtlich eingeführten Holzbau-Normen . . . . . 393

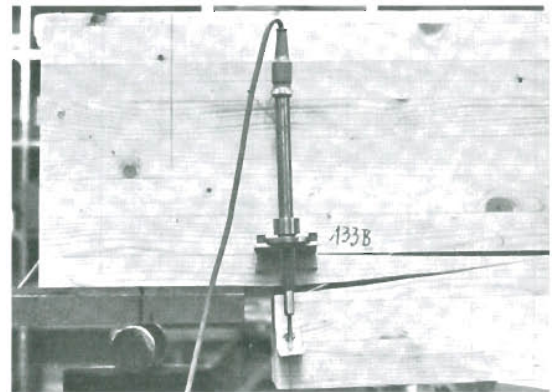
10. Holz im Verbund mit anderen Materialien . . . . . 394

11. Ausblick . . . . . 395

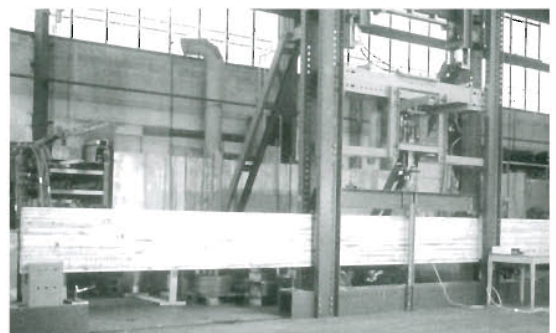
Literatur . . . . . 407



Die Materialstruktur des Holzes- der Stoff aller Holzbauräume, Zellstruktur Fichte



Untersuchungen an der TH Karlsruhe zum Lastabtrag bei am Endauflager ausgeklinkten Trägern



Traglastversuch im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Bauakademie der DDR zum Einfluss einer Verstärkung von Brettschichtholz mit glasfaserverstärkten Kunststoffen (GUP-Einlagen) auf die Biegefestigkeit, (Trägerhöhe: 608 mm)

---

**Teil II**  
**100 Jahre**  
**Holzbau und Holzbauforschung**

## Teil 1

# 100 Jahre Holzbauentwicklung

Der harte Wettbewerb zwischen dem über Jahrhunderte bewährten Holzbau und den neuen aus künstlichen Baustoffen wie Stahl und Beton bestehenden Bauweisen, dem Stahl- und Stahlbetonbau, hatte im Zeitraum zwischen 1850 und 1900 den Holzbau fast vollständig aus dem Brücken- und Hallenbau verdrängt. Geblieben waren noch Anwendungsbereiche bei Decken und Dächern im Wohnungsbau und bei Hallen und Brückenbauten mit kleinen Spannweiten.

### 1. Entwicklungsbedingungen für den Holzbau zum Ende des 19. Jahrhunderts

Die Industrialisierung der Wirtschaft zwischen 1850 und 1900 wäre ohne die Entwicklung des Stahl- und Stahlbetonbaues nicht denkbar gewesen. Dies war auch mit einer dynamischen Entwicklung der bautechnischen Grundlagen verbunden. Davon profitierte in erster Linie die sich ab 1850 schnell entwickelnde Stahlbauweise (Bild 1.1) und ab 1900 einsetzende Leistungsfähigkeit der Stahlbetonbauweise. Hinzu kam eine Veränderung bei den Hausbauweisen. Der Holzbau wurde vom Mauerwerksbau verdrängt. Das traditionsbewusste Holzbauhandwerk konnte damit zunächst nicht mithalten. Die starke Konkurrenz der neuen Bauweisen gefährdete die Existenz des Zimmerergewerbes. Hinzu kam noch ein anderer Aspekt: „Bei der Vielzahl der Fachbetriebe wurde das Auftragsvolumen immer knapper, zumal da die Holzbalkendecke vielerorts der Massivdecke wich. Der Anteil der Zimmerarbeiten am Wohnungsbau ging bis auf 10% der Gesamtsumme zurück“

fähigkeit des Baustoffes dokumentierten, immer deutlicher.

Seit 1870 gab es Bestrebungen der Zimmerer, eine wirkungsvolle Standesvertretung zu schaffen, die sich um die Modernisierung des Holzbaugewerbes bemühte und gegen Bestrebungen zur systematischen Ausschaltung des Holzbaus in den Baupolizeiverordnungen wandte. Im Jahre 1903 gelang dann endlich die Gründung eines landesweiten *Bundes Deutscher Zimmermeister*, der sich neben den anstehenden standesrechtlichen und politischen Fragen eindeutig in Punkt 7 seiner Gründungssatzung „zur allseitigen Belebung des Sinnes für die Holzbauweise im deutschen Volke, Förderung dieser Bauart, durch Einflußnahme auf die Presse, auf Bauordnungen und Verdingungsvorschriften, durch Baustoff- und Konstruktionsprüfungen (Brandproben)“ [1.1] bekannte.

[1.2]. Erst ab 1875 besann man sich bei den Zimmereien in Deutschland auf die eigene Kraft, erkannte man doch, dass man neue Techniken und Technologien einführen musste, wenn das Gewerbe nicht völlig aussterben sollte.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Rückstand zum Stahlbau, dessen kühne Brücken- und Hallenbauten die zunehmende Leistungs-

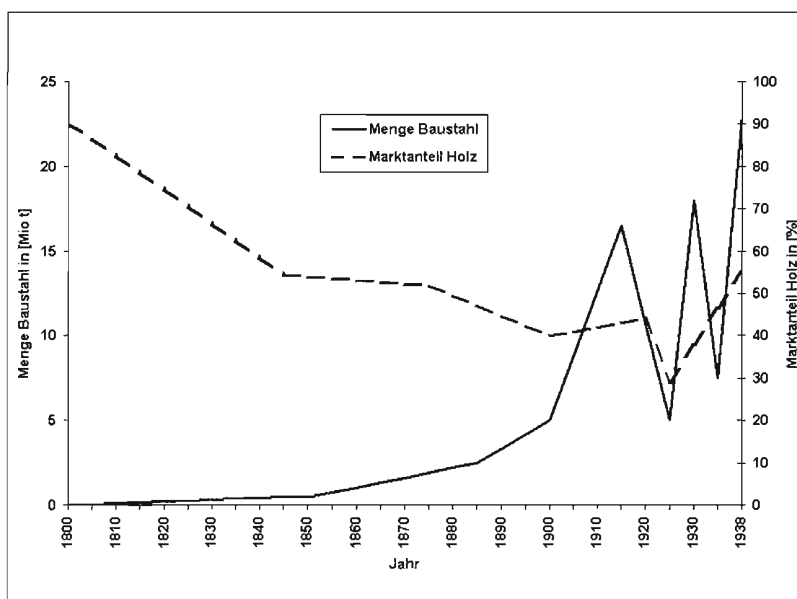


Bild 1.1: Produktion von Stahl im Vergleich zur Entwicklung des Holzbau-Marktanteils zwischen 1800 und 1938

## 2. Entwicklung des Holzbaus von 1900–1945

### 2.1. Einleitung

Um die Wende zum 20. Jahrhundert nahm der Anteil der Zimmerer an der Gesamtzahl der Bauarbeiter in Deutschland wieder zu (Bild 2.1). Die Technik des Holzbaus begann sich langsam zu wandeln. Man partizipierte an der industriellen Entwicklung durch Erprobung und Einführung neuer Techniken, und analog der Stahlbauentwicklung nutzte man wissenschaftliche Grundlagen in der Statik und Festigkeitslehre. Gleichzeitig beschäftigten sich Materialprüfanstalten mit der systematischen Erforschung des Materials.

Auch von der Seite der Behörden setzte ein Umdenken im Hinblick auf die Bedeutung der Holzbauweise ein. Die Denkmalpflege beschäftigte sich zu dieser Zeit sehr intensiv mit der Erhaltung der zahlreichen historischen Fachwerkbauten in Deutschland.

Bei den Eisenbahnverwaltungen in Europa erkannte man, dass die in der ersten „Stahlbau-Euphorie“ entstandenen Bahnsteigdächer, Lok- und Wagenhallen aus Stahl infolge der schwefeligen Gase der Dampflokomotiven stark korrodierten und manchmal schon nach kurzer Standzeit wieder abgerissen werden mussten. Überdies war die Erneuerung der Korrosionsschutzanstriche alle drei bis sechs Jahre mit erheblichen Kosten verbunden. Der kapitalisierte Unterhaltungsaufwand hierfür betrug z. B. 0,2 bis 0,5 Prozent des Bauanlagekapitals. Erste Erfahrungen mit Stahlbetonkonstruktionen brachten keine positiven Ergebnisse.

Aufgrund ihres geringeren Unterhaltungsaufwandes baute man schon vor dem ersten Weltkrieg im Eisenbahnhochbau wieder mit Holz, ein Prozess, der dahin führte, dass z. B. über 90 Prozent aller Lok- und Wa-

genhallen der Deutschen Bahn hölzerne Dachkonstruktionen haben. Die zunehmende Akzeptanz des Baustoffs Holz regte die Eisenbahnverwaltungen dazu an, Forschungen zum Material und zu den ingenieurmäßigen Grundlagen tatkräftig zu unterstützen. In Deutschland war die Deutsche Reichsbahn daran maßgeblich beteiligt. Die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“ der Deutschen Reichsbahn, im Jahre 1926 amtlich eingeführt [2.36], waren der erste Holzbaustandard in Deutschland überhaupt, aus dem dann 1933 die erste DIN-Norm für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau entwickelt wurde.

Das folgende Zitat aus dem Jahre 1913 kennzeichnet die Situation des Holzbaus zu Beginn des 20. Jahrhunderts: „Die Bauarten mit Zement wurden in fleißigster, oft wohl überstürzter Weise in der Anwendung verallgemeinert und überall gefördert, wogegen sich die Bauweisen in Holz des allgemeinen Fortschritts nicht bemächtigt; sie sind allermeist auf Althergebrachtem stehen geblieben und wurden daher auch vielfach dort zurückgedrängt, wo sie ihre vielhundertjährige Wesensberechtigung erwiesen hatten“ [2.2].

Vor diesem Hintergrund ist es erklärlich, dass das Holzbaugewerbe

nach neuen Alternativen für konkurrenzfähige Holzbauten suchte. Durch effektivere Verbindungstechniken (Bild 2.2), rationellere Herstellungsverfahren und Konstruktionsprinzipien sowie die einsetzende wissenschaftliche Fundierung erlebte der Ingenieurholzbau eine Weiterentwicklung in neuer Qualität.

Dazu schreiben Gattner/Trysna in [2.170]: „Die zimmermannsmäßige Holzbauweise, welche die hölzernen Dachkonstruktionen bis ins 20. Jahrhundert hinein beherrschte, wurde ab 1910 etwa durch den so genannten ingenieurmäßigen Holzbau in steigendem Maße beeinflusst bzw. abgelöst. Der wissenschaftlich unterbaute, konstruktive Ingenieurbau hatte sich zunächst fast ausschließlich auf den Gebieten des Stahlbaues, dann des Stahlbetonbaues betätigt und wandte sich erst später dem Holzbau zu. Besonders für Dachkonstruktionen brachte das Holz neben seiner alten Zimmermannstradition (die sich aber auch teilweise hemmend auswirkte) eine Reihe bestechender Eigenschaften mit sich: sein geringes Eigengewicht, welches bei den Dachkonstruktionen mit der geringen Schneenutzlast eine ausschlaggebende Rolle spielt; seine gleichzeitig hohe Zug-, Druck- und Biegefestigkeit; ferner der verhältnismäßig niedrige Preis, rasche Gewinn-

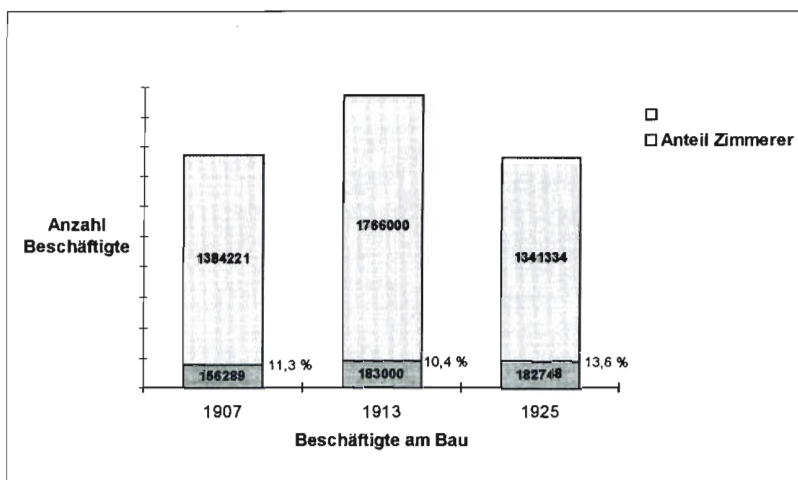


Bild 2.1: Anteil Zimmerer an der Gesamtzahl der Bauarbeiter in Deutschland zwischen 1907–1925 (aus [2.2])

nungs- und Anfuhrmöglichkeit, die leichte und gleichzeitig genaue Bearbeitungsmöglichkeit mit einfachen Maschinen und Werkzeugen...Bahnbrechend für den ingenieurmäßigen Holzbau war jedoch die Entwicklung der verschiedenen neuartigen Holzverbindungsmitel, welche es gestatten, mit verhältnismäßig wenig Aufwand an Baustoffen und Arbeit, unter Zuhilfenahme einfacher Bohr- und Fräsmaschinen, die einzelnen Hölzer so miteinander zu verbinden, dass sie innerhalb gewisser Grenzen beliebige Zug- und Druckkräfte bzw. Biegemomente in statisch einwandfreier Weise aufnehmen und weiterleiten konnten.“

Damit eng verbunden war die Entwicklung einer Holzbau-Industrie, deren Potential nicht mehr vergleichbar war mit dem normaler Zimmereien. Sie war wesentliche Voraussetzung, um mit den Fortschritten des Stahl- und Stahlbetonbaus mithalten zu können.

Zu den bekanntesten Vertretern, welche die Holzbauentwicklung durch neue Verbindungstechniken und neue Konstruktionsmethoden und -systeme befruchteten, gehören Stephan, Tuchscherer, Kübler, Sommerfeld, Christoph & Unmack, Cabröl, Müller, Greim, Meltzer und Kaper oder Fritz Zollinger. Eine der grundlegenden Ideen, die dem Holzbau zum Aufschwung verhalf, war die Erfindung des Brettschichtholzes durch den Weimarer Hofzimmermeister Otto Hetzer (1846–1911) zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Die Herstellung von Brettschichtholz erweiterte die konstruktiven Möglichkeiten des Holzbaus entscheidend, da es jetzt möglich war, vom geometrisch begrenzten Vollholzbalken abzugehen.

Auch beim Bund Deutscher Zimmermeister erkannte man, dass man mit der ingenieurmäßigen Durchdringung der Bautechnik Schritt halten musste.

Schon 1910 richtete deshalb der Bund Deutscher Zimmermeister eine spezielle Technische Kommis-

sion zur Förderung der Holzbauweisen ein. Die Gründung verfolgte den Zweck, den Zimmerermeistern durch die Erstellung von Gutachten, Konstruktionszeichnungen und von statischen Berechnungen mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. Gleichzeitig sollte sie sich der Erforschung des Holzes als Baustoff sowie der Förderung der Holzbauweise widmen. Später wurde die Einrichtung in ein Technisches Büro umgewandelt, welches Aufgaben der Tragwerks- und Ausführungsplanung für Zimmereien durchführte und somit die fachgerechte Planung für die neue Bauweise übernahm.

Zusätzliche Impulse erhielt die Holzbauentwicklung durch eine kriegsbedingte Aufwertung des Baustoffes Holz, sowohl als leistungsfähiges Material im Kriegsbrückenbau, als auch als einheimischer nachhaltiger Rohstoff, der besonders nach den beiden Weltkriegen – als Stahl und Zement knapp waren – als Baumaterial leichter verfügbar war.

Nach dem Ersten Weltkrieg musste man sich intensiv mit der Einsparung von energieintensiven Baustoffen, wie Stahl, Beton oder Ziegel beschäftigen. Felix Fonrobert schreibt dazu [2.49]: „Die Entwicklung des neuzeitlichen Holzbaus setzte An-

fang dieses Jahrhunderts ein und wurde vor allem in dem Jahrzehnt von 1915 bis 1925 durch das Zusammentreffen mehrerer Umstände gefördert. Der große Eisen- und Stahlverbrauch während der Kriegsjahre 1914 bis 1918 führte im Bauwesen zwangsläufig zu einer häufigeren Verwendung des Holzes. Da die Stahlknappheit auch noch nach dem Jahre 1918 anhielt, blieb das Holz weiterhin der geschätzte und wegen seiner guten Eigenschaften (u. a. Widerstandsfähigkeit gegen Rauchgase und chemische Einflüsse) bevorzugte Baustoff bei der Errichtung von Lager-, Fabrik-, Flugzeug-, Ausstellungs-, und Festhallen und von Lokomotiv- und Wagenschuppen sowie ganz allgemein im Wohnungs- und Siedlungsbau und im landwirtschaftlichen Bauwesen“.

Im Winter 1918/1919 veranstaltete der Reichsverband zur Förderung sparsamer Bauweisen in Berlin eine Ausstellung „Sparsame Baustoffe“. Diese regte den an der städtischen Baugewerkschule zu Berlin tätigen Studienrat Oberingenieur C. Kersten dazu an, die damaligen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Verbilligung des Bauens in so genannten „Bautechnischen Vorträgen“ des Vereins Deutscher Inge-

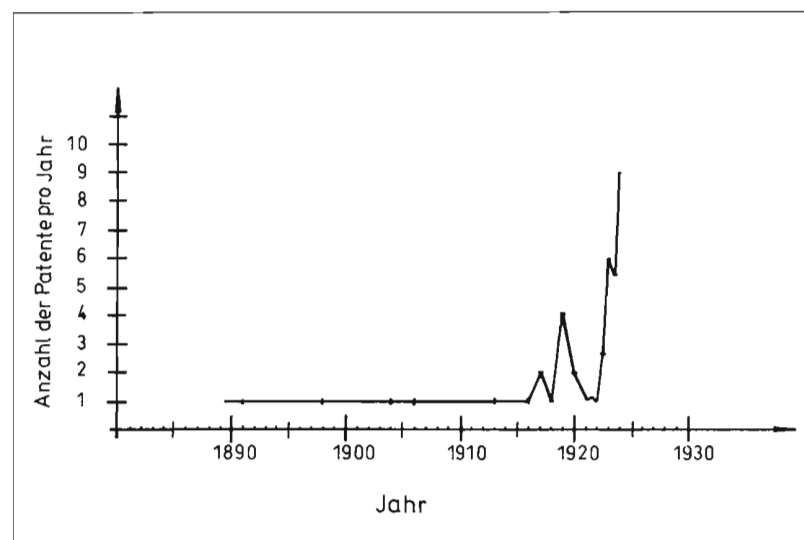


Bild 2.2: Anzahl der Patente zu neuartigen Verbindungsmitel im Holzbau zwischen 1880 und 1925 (aus [2.2])

nieure für die Praxis darzulegen. Den in den „Bautechnischen Vorträgen“ zusammengefassten Entwicklungsstand zum Ingenieurholzbau veröffentlichte er in seinem 1921 in erster Auflage erschienenen Buch „Freitragende Holzbauten“ [2.12], wobei er sich der Mitwirkung bekannter Holzbauingenieure bediente.

Die dem Holzbau als energiearmen Baustoff förderliche Situation nach dem Ersten Weltkrieg beschreibt Regierungsbaurat Prof. Dr. Weiß im Geleitwort zu dieser Auflage wie folgt [2.12]:

*„Die schweren Opfer, die unser Daseinskampf im Weltkrieg gefordert, die großen Umwälzungen, die uns die Revolution im Anschluß daran gebracht und die ungeheuerlichen Lasten, die der Frieden von Versailles daraufhin dem betörten Vaterland auferlegen konnte, haben unser ganzes Wirtschaftsleben auf Jahrzehnte hinaus bis in seine Grundfesten zerstört, ja zum Teil völlig lebensunfähig ge-*

*macht. Wie überall, so ist namentlich auch auf dem Gebiet des Bauens ein Teuerung eingetreten, die eine Herstellung von Bauten ohne entsprechende finanzielle Unterstützung wirtschaftlich kaum noch zulässt“.*

Kersten selbst charakterisierte die Situation im Vorwort seines Buches [2.12]: *„Die Verwendungsmöglichkeiten des Holzes im modernen Bauwesen sind heute zahlreicher denn je, und verschiedene Gründe, die bisher die Verwendung dieses Baustoffes beschränkten, sind gegenstandslos geworden. Zweifelsohne spielt im Augenblick die Wirtschaftsfrage eine Hauptrolle. Ebenso steht es außer Zweifel, dass der Bau neuzeitlicher, freitragender Holzkonstruktionen durch die Not der Kriegsjahre und die noch größere wirtschaftliche Not der jetzigen Tage einen außergewöhnlich starken Aufschwung erhalten hat, begünstigt vor allem durch das Fehlen des Eisens und des Zements auf dem Baumarkt.*

*Der Krieg mit seinen überaus hohen Anforderungen hat sehr befruchtend und anregend auf die Holzbauindustrie eingewirkt; erinnert sei nur an die ungezählten Fliegerschuppen und Ballonhallen, die im Laufe der drei letzten Kriegsjahre in Holz errichtet worden sind“.*

Doch Kersten wollte noch mehr für den Holzbau tun. Auf seine Initiative hin entstanden der Verband für „Freitragende Holzbauten“ und der „Deutsche Holzbauverein“.

Letzteren gründeten am 27. November 1919 drei bestehende Holzbauverbände (Bild 2.3) mit dem Ziel der wissenschaftlichen Weiterentwicklung und der Interessen- und Standesvertretung. Dabei ging es vor allem auch um die Beseitigung der bis dahin immer noch vorherrschenden Vernachlässigung der Holzbauweise in Lehre und Forschung, der Unterbewertung des Baustoffes Holz in den baupolizeilichen Vorschriften, aber auch um die Bekämpfung der „unverantwortlichen Pfscharbeit“ in den eigenen Reihen. Insgesamt repräsentierte der Deutsche Holzbauverein dreißig große Werke der Holzindustrie mit 20 000 Arbeitern.

Ab 1920 erschien als Fachorgan des Deutschen Holzbauvereins „Der Holzbau“ als Beilage zur Deutschen Bauzeitung.

Als der Preußische Minister für Volkswohlfahrt per Erlass vom 03.12.1926 das Prüfverfahren für schwierige statische Berechnungen einführt und damit erstmals die statische Prüfung durch Prüfüngenieur zuließ, wurde ein Zulassungsgremium für Prüfüngenieur gebildet. Angeführt vom Minister selbst war in diesem Gremium auch der Deutsche Holzbauverein vertreten.

Wie befruchtend all diese Initiativen waren, zeigt die zweite Auflage des Buches „Freitragende Holzbauten“ von C. Kersten, erschienen 1926 [2.39], in der nicht mehr ausschließlich die einzelnen patentrechtlich geschützten Holzbauweisen abgehandelt wurden, sondern

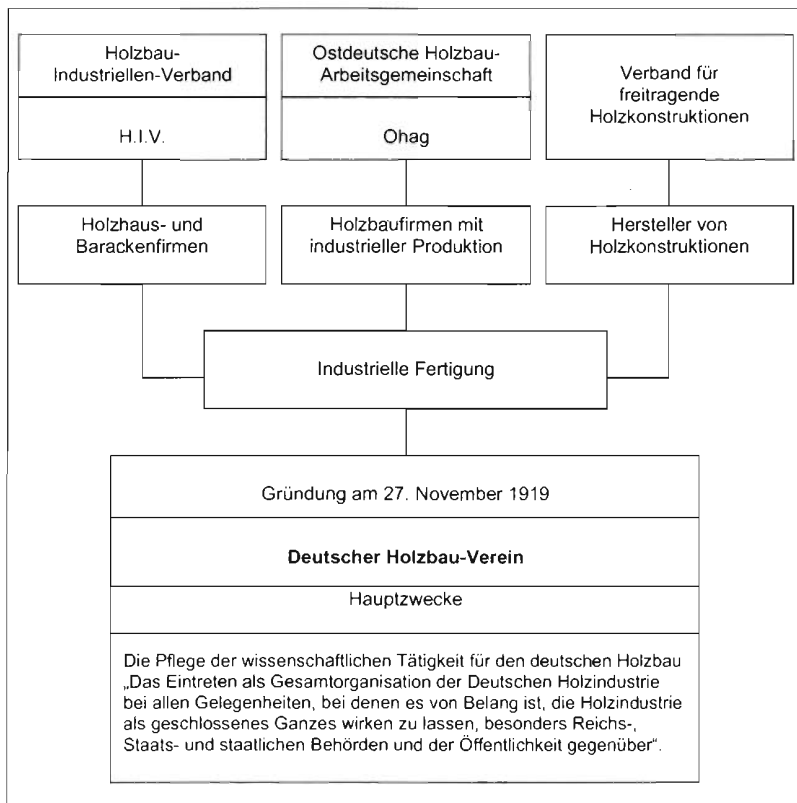


Bild 2.3: Gründung Deutscher Holzbau-Verein

der Holzbau nach technischem Stand, Anwendungsbereichen und ingenieurmäßiger Durchbildung und Konstruktionsprinzipien mit einer Vielzahl von Beispielen weitspannender Bauten dargestellt wurde.

Dass diese Entwicklung zu Spannungen mit dem altbewährten Zimmererhandwerk geführt hat, ist nur zu vermuten, wenn man sich Kerstens Andeutung im Vorwort zur zweiten Auflage vergegenwärtigt: *„Dem Vorwurf, daß durch den neuzeitlichen Holzbau das altbewährte Zimmermannshandwerk in eine ungünstige Beleuchtung gebracht wird, möchte ich mit dem Hinweis begegnen, daß der Bund Deutscher Zimmermeister den neuen Bestrebungen durchaus freundlich gegenübersteht und daß auch in der Deutschen Zimmermeisterzeitung diese Bestrebungen in Wort und Bild emsig unterstützt werden. Es steckt also immer noch Geist und Leben im Zimmererhandwerk und die Fälle, in denen statisch richtig berechnete und konstruktiv sachgemäß entworfene Großhallen von unseren Zimmermeistern zur Ausführung kommen, werden sich in Zukunft zweifellos mehren“*.

Zu dieser Zeit war der neuzeitliche Holzbau auch zum Lehrgegenstand an Fach- und Hochschulen und zum Prüfungsgegenstand der Meisterprüfung im Zimmererhandwerk geworden.

Wichtig für die Verbreitung der neuesten Erkenntnisse aus Forschung und Praxis waren natürlich auch entsprechende Fachgremien, die einmal die Forscher zum Meinungsstreit zusammenführten und andererseits den Forschungstransfer bündelten.

1929 widmeten Forstleute des „Deutschen Forstvereins“ und Ingenieure des „Vereins Deutscher Ingenieure“ ihre gemeinsame Hauptversammlung den technischen Fragen der Holzverwendung. *„Um ein eindrucksvolles Bild von der vielseitigen Entwicklung des Rohstoffes Holz zu geben, wurde eine Lehrschau Holz geschaffen, die von Stadt zu Stadt*

*wanderte... Bald zeigte sich, dass manche wichtige Frage wissenschaftlicher und praktischer Art noch nicht gelöst war und weiterer Aufklärung bedurfte“* Robert v. Halász in [1.4].

Weil man die ungelösten Fragen der Holzverwendung schneller lösen wollte, gründete 1931 der Verein Deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Deutschen Forstverein den „Fachausschuss für Holzfragen“ [2.223], der durch Holztagungen und Mitteilungen (seit 1932) und Forschungsberichte (seit 1935) regen Anklang in der Fachwelt fand [1.3] und der Vorbildliches für die Verbreitung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse der Holzbauforschung getan hat.

1941 schlossen sich alle an der Holzbewirtschaftung und Holzforschung beteiligten Reichsbehörden zum „Reichsausschuss Holz“ zusammen, der für die Organisation und Betreuung der zukünftigen Holzforschung am 25. November 1942 die „Deutsche Gesellschaft für Holzforschung“ gründete. Es sollte aber keine neue Institution geschaffen werden, sondern auf einer bestehenden Organisation mit enger Bindung an die Wirtschaft aufgebaut werden. Da lag es nahe, die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung aus dem Fachausschuss für Holzfragen entstehen zu lassen.

Ein wichtiges Bindeglied in der Propagierung des Holzbaus und seiner Möglichkeiten, in der Fachberatung, aber besonders in der Abwehr unlauteren Wettbewerbs war die Anfang der 30er-Jahre gegründete „Arbeitsgemeinschaft Holz“. *„Tägliche Abfragen haben es als erwünscht und notwendig erwiesen, eine „allgemeine Holzberatungsstelle“ bei der „Arbeitsgemeinschaft Holz“ einzurichten“* [2.222]. Über siebzig Jahre bis zu ihrer Insolvenz im Jahre 2002 hat sie sich dieser Aufgabe in hervorragender Weise gewidmet.

Nachdem im Jahre 1937 eine Richtlinie über die Einsparung von Baustoffen gültig wurde, die den Baustoff Holz einbezog, erfolgte

1938 die Zwangsbewirtschaftung durch Einsetzung eines Generalbevollmächtigten für die Bauwirtschaft, der den kontingentierten Verbrauch aller wichtigen Baustoffe zu überwachen hatte. Damit wurde die Anwendung von Holz auf die kriegswichtigen Anwendungsbereiche gelenkt. Schon 1938 erließ der Reichsarbeitsminister eine Verordnung zur Verwendung von Holz im Hochbau. An vorderster Stelle stand jedoch die Einsparung bzw. der Ersatz des kriegswichtigen Stahls.

*„Mit dem Kriege begann für das ganze Bauwesen der Zwang, den bisher verbrauchten Stahl der Wehrwirtschaft immer mehr zu überlassen. Damit eröffnete sich dem hochwertigen Holzbau ein großes Feld der Betätigung. Die Einfachheit der Herstellung mit ungelerten Arbeitern unmittelbar auf der Baustelle mit geringsten Hilfsmitteln, die geringe ständige Last der Holzbrücken, der Verzicht auf maschinelle Anlagen und schwere Hebezeuge, vor allem aber die kurze Bauzeit bilden Vorteile, die manchmal schwer ins Gewicht fallen“* [2.47].

Die ausdrückliche Anwendungsempfehlung der Richtlinien des Deutschen Amtes für Roh- und Werkstoffe zur Anwendung des Holzes bei Hallenbindern und landwirtschaftlichen Bauten führte gleichzeitig zu intensiven Forschungen zum sparsameren Holzeinsatz. C. Kersten macht 1938 diesen Zusammenhang deutlich: *„Zahlreicher denn je sind die Anwendungsmöglichkeiten des Holzes, und verschiedene Gründe, die bisher die Verwendung dieses Baustoffes beschränkten, sind dank sorgfältiger Prüf- und Forschungsarbeiten gegenstandslos geworden. Die Stahlverknappung spielt, wie das auch zur Zeit des Weltkrieges (gemeint ist der Erste Weltkrieg – Anmerkung des Verf.) der Fall war, die ausschlaggebende Rolle“* [2.95].

Zur Gleichschaltung aller auf dem Gebiet des Holzbaus tätigen Firmen wurde am 05. Dezember 1941 die Stelle eines Bevollmächtigten für



Holzbau geschaffen, dem auch die Schriftleitung für die als amtliches Organ neu geschaffene Zeitschrift „Der Deutsche Holzbau“ oblag. Diese Zeitschrift war gleichzeitig das offizielle Organ der ebenfalls neu gegründeten Organisationen, wie des Deutschen Holzbau-Verbandes, der Deutschen Holzbau-Kon-

vention und des Handwerker Holzbau-Verbandes.

Damit wurde der Holzbau bis zum Ende des Krieges den Erfordernissen der Kriegswirtschaft unterworfen. Primäres Ziel war es, den hohen Bedarf an Baracken, Behelfsbrücken im Kriegsbrückenbau und anderen kriegswichtige Bauten zu sichern.

## 2.2. Die Erfindung und Verbreitung des Brettschichtholzes (bis 1925)

Der Weimarer Zimmermeister Otto Hetzer (1846–1911) widmete sein ganzes berufliches Wirken der Verbesserung der Holzverwendung



**Otto Karl Friedrich Hetzer (Otto Hetzer Senior)**

Geboren am 16.02.1846  
in Kleinobringen bei Weimar

Gestorben am 18.01.1911  
in Weimar

Lehre/Studium 1860–1863  
Lehre als Zimmerer in Apolda

### Berufliche Laufbahn:

1870/71  
Teilnahme am Deutsch-Französischen Krieg

1872  
Gründung eines Dampfsägewerkes und Zimmereigenschafts in Weimar

1880  
Betrieb mit 80 Arbeitskräften

1883  
Umbenennung in Weimarer Bau-

und Parkettfußboden-Fabrik

1891  
Ernennung zum Großherzoglichen Hofzimmermeister

1895  
Verlegung des Betriebes an den Stadtrand von Weimar

1896  
Teilnahme an der Berliner Gewerbeausstellung (Ehrendiplom)

1897  
25-jähriges Firmenjubiläum

28.01.1901  
Umwandlung des Betriebes in eine Aktiengesellschaft – Otto Hetzer Holzpflege und Holzbearbeitung AG; Beginn der Produktion von Brettschichtkonstruktionen

1901  
der Sohn Otto Alfred Hetzer tritt in die Firma ein

1910  
Bau der Eisenbahnhalle für die Weltausstellung in Brüssel

1910  
Ausscheiden aus der Firma gemeinsam mit seinem Sohn

1911  
Tod von Otto Hetzer

1911  
Fortführung der Firma unter dem alten Namen Otto Hetzer AG;

Herstellung von Holzkonstruktionen sowie Verwertung von Patenten

1917  
hat die Firma zeitweise 350 Beschäftigte; Gründung einer Zweigniederlassung in Wismar; Aufsichtsratsbeschluss zur Verlegung der Hauptniederlassung nach Wismar

1927  
Auflösung/Konkurs der Firma

### Patente von Otto Hetzer:

1892  
DRP. 63018: Fußboden

1900  
DRP. 125895: Zusammengesetzter I-Holzbalken

1903  
DRP. 163144: Parabolisch zusammengesetzter Balken

1906  
DRP. 197773: Gebogenes Holzbauteil/Brettschichtbauweise

1907  
DRP. 225687: Fachwerkträger aus Holz

1920  
DRP. 3239912: Träger aus mehreren Lamellen

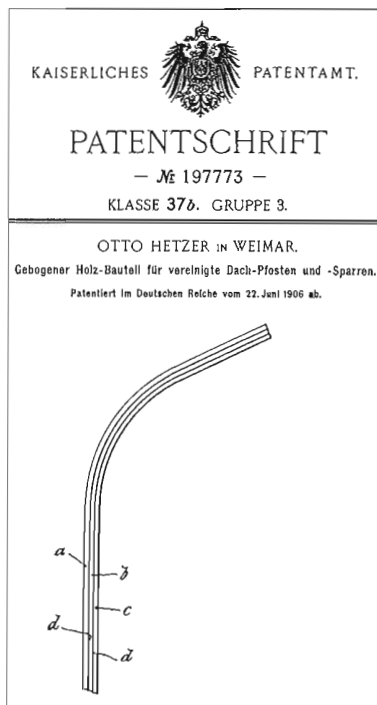
Foto: Fam. Ohnesorge Bergisch-Gladbach, Frau Ohnesorge ist die Urenkelin von Otto Hetzer Senior

[2.2]. Eine solche Verbesserung sah er vorrangig in der Erschließung neuer Anwendungsmöglichkeiten und in der Erhöhung der Dauerhaftigkeit von Holzkonstruktionen. Davon zeugen all seine Patente und Gebrauchsmuster, seien es nun die für Fußböden, für Balken hoher Tragfähigkeit oder für das Brettschichtholz (s. auch [2.2], [2.3], [2.9], [2.10], [2.32], [2.33], [2.118], [2.193], [2.194]).

Ein zentraler Punkt seiner innovativen Überlegungen war die gezielte Festigkeitssortierung des Holzes und beanspruchungsgerechte Anordnung des Holzes nach der Festigkeit.

In Analogie zum Eisenbeton stellte er verschiedene Verbundbalken her, bei denen er das festere Material, z.B. das druckfestere Buchenholz, in der Druck- und das zugfestere Fichtenholz in der Zugzone anordnete. Am 22. Juni 1906 erhielt Otto Hetzer dann ein Patent für eine Erfindung, die die Geburtsstunde der modernen Brettschichtbauweise markiert (Bild 2.4).

Patentiert wurde der Grundgedanke, ein gebogenes Holzbauteil in beliebiger Form aus mehreren Langholzstäben herzustellen. Die einzelnen Stäbe sollten über ein in Feuchtigkeit nicht lösbares Bindemittel miteinander verbunden sein. Bei der Herstellung des Bauteils werden die einzelnen Elemente durch Druck zu-



**Bild 2.4: Hetzer-Patent – Brettschichtbauweise**

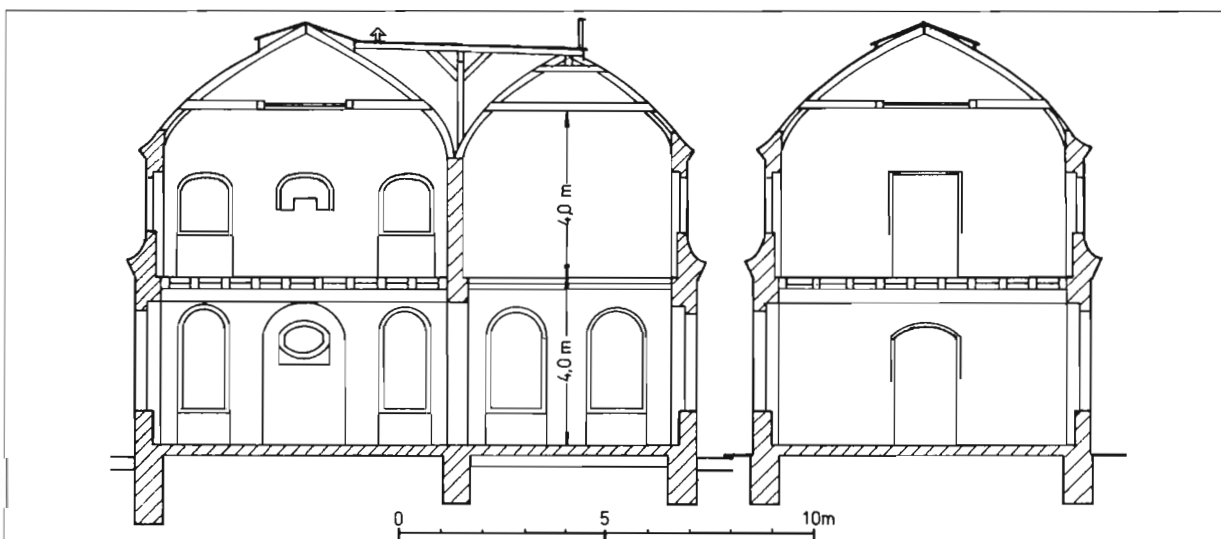
sammengefügt. Nach dem Trocknen des Bindemittels entsteht so ein „untrennbar“ verbundener Querschnitt.

1907 berichtete die Fachpresse über das erste Bauwerk, bei dem die Dachkonstruktion nach dem Patent ausgeführt wurde und die Decken-

balken aus Verbundbalken mit parabolischer Brettlage bestanden. Eingeleitet wird der Beitrag durch die Bemerkung: „Soeben ist in Altenburg, Sachsen-Anhalt (heute Land Thüringen – Anmerkung des Verf.) eine bemerkenswerte Holzkonstruktion fertiggestellt worden, die von verschiedenen Gesichtspunkte aus besonderes Interesse in Anspruch nehmen kann, nicht nur als einzelnes Bauwerk an sich, sondern als Ausführungsform einer neuen Bauweise in Holz, die voraussichtlich bestimmt ist, der Jahrhunderte alten Baumethode in Holz neues und frisches Leben einzuflößen“ [2.5] (Bild 2.5).

Ausdrücklich hervorgehoben wurden die wirtschaftlichen Vorteile der neuen Holzbauweise, die nachweislich die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus um 1900 insgesamt wesentlich verbesserten. Bemerkenswert waren die zur damaligen Zeit erzielbaren Preisvorteile der Bauweise, war sie doch – nach damaligen Angaben – bis zu 50 Prozent billiger im Vergleich mit anderen Bauweisen, vor allem auch im Vergleich mit der Stahlbetonbauweise.

Die Bedingungen für die Herstellung der Hetzerkonstruktionen waren entscheidend für die Dauerhaftigkeit der Bauteile. Fehlerverklungen und ein ungenügender Ver-



**Bild 2.5: Erste Brettschichtkonstruktion – Museum Altenburg (Zeichnung vom Querschnitt des Gebäudes aus [2.2])**

bund wären die Folge gewesen. Hier wurde stets auf „eine sehr sorgfältige fachliche Arbeitsweise“ geachtet. Die sorgfältig gehobelten Holzlamellen bestrich man mit dem maschinell hergestellten Klebstoff, legte sie übereinander und verpresste die Querschnitte mittels Spindelpresse. Bei normaler Temperatur dauerte die Aushärtung des Klebstoffs 24 Stunden.

Da immer ein I-Querschnitt ausgeführt wurde, achtete man auf eine ausgewogene Proportion zwischen Steg und Gurten. Die äußeren Gurtlamellen wurden grundsätzlich in ganzer Länge aufgeleimt. Größere Binder stellte man aus mehreren Teilen her, die man anschließend im Stegbereich über Holz- und Gurtbereich über Stahlteile biegefest verband.

Die Dicke der einzelnen Holzlamellen richtete sich nach der angestrebten Tragwerkskrümmung und betrug 15 bis 45 mm. Der kleinste Krümmungshalbmesser betrug 2 m. Verwendet wurde hauptsächlich völlig luftgetrocknetes Fichtenholz (Rottanne) wegen der besseren Haftfestigkeit des angewendeten Klebstoffes. Dagegen empfahl die Fa. Otto Hetzer die Verwendung harzreicherer Hölzer wegen ihrer besseren Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse besonders bei Bauteilen im Freien.

Nach 1920 brach die stetige Entwicklung der Anwendung von Hetzerkonstruktionen in Deutschland ab. Die gemeinsamen Interessen zur Verbreitung dieser Bauweise wurde durch die einzelnen Lizenzbetriebe nicht mehr so intensiv vertreten. Inzwischen hatte die Verknappung energieintensiver Baustoffe wie zum Beispiel Ziegel und Stahl nach dem ersten Weltkrieg weitere neuere leistungsfähige Holzbauweisen hervorgebracht, die zunehmend an zahlreichen weit gespannten Bauten erprobt wurden.

Auch wird es bei einer derartig überhitzten Entwicklung zu Qualitätsmängeln in der Ausführung solcher Bauten gekommen sein (s. Gehri in [2.10]).

Seitz weist deshalb auch 1925 darauf hin [2.38], dass bei geleimten Konstruktionen eine besondere Sorgfalt zur Vermeidung von Fertigungsmängeln unerlässlich ist und daher geklebte Konstruktionen nur dann angewendet werden sollte „wenn eine unmittelbare Durchfeuch-

tung nicht zu befürchten ist und die Ausführung mit erfahrem Personal in hierzu eingerichteten Betrieben unter dauernder sachverständiger Aufsicht vorgenommen wird“ [2.38].

Analoge Formulierungen finden sich dann auch in den ersten Holzbauordnungen.

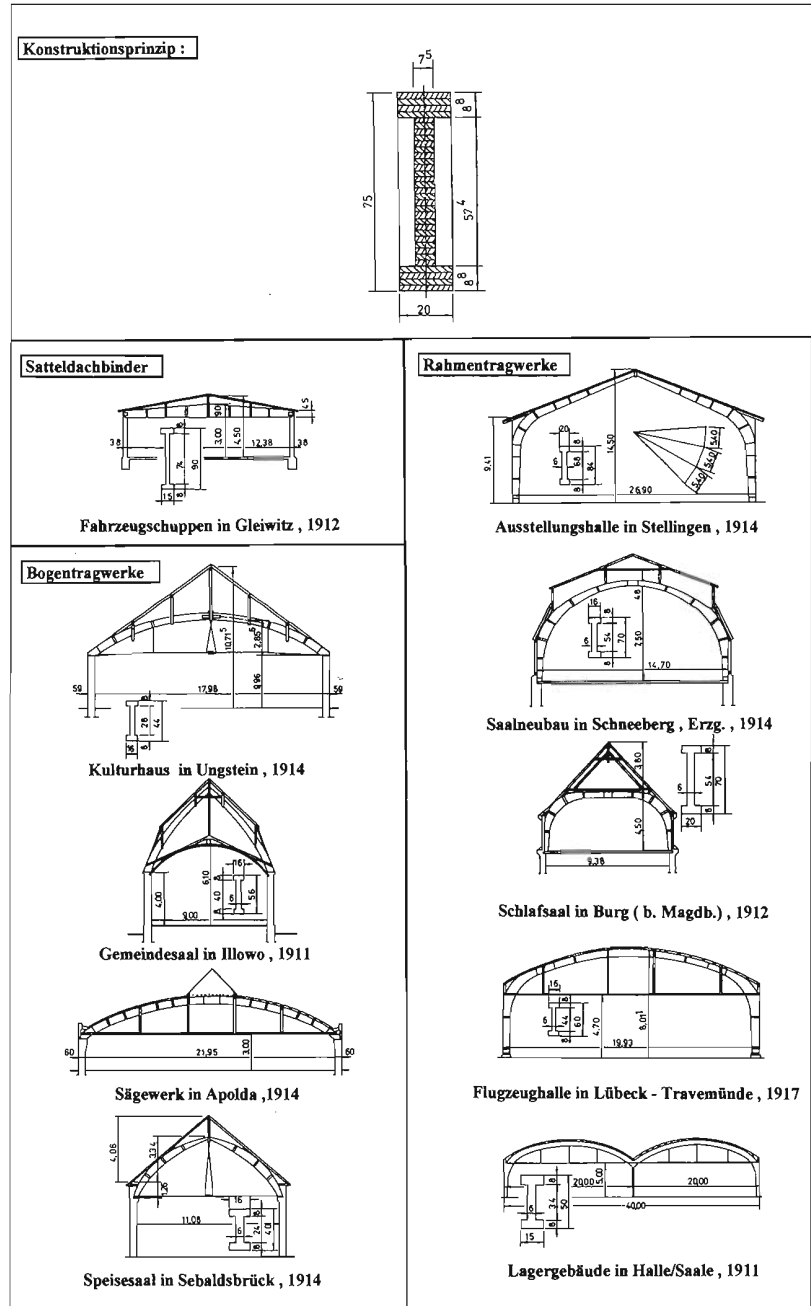


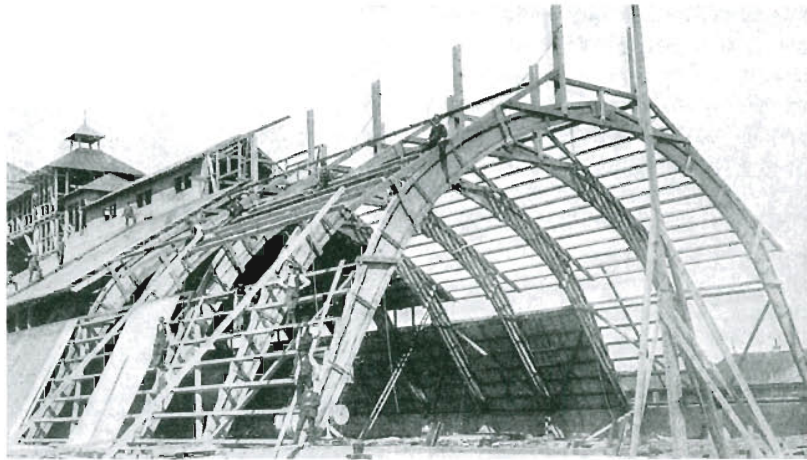
Bild 2.7: Dach- und Hallenkonstruktionen in Hetzerbauweise (Gebaute Beispiele – eine Auswahl bis 1917 aus [2.12])

Die Firma Otto Hetzers wurde 1901 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Er selbst schied zusammen mit seinem Sohn 1910 aus der Firma aus. Die „Otto Hetzer Holzpflege- und Holzbearbeitung AG“ existierte noch bis zum Jahre 1927 [2.194].

**Ausgeführte Bauwerke bis 1927 (Bilder 2.6-2.10)**

Bereits bis zum Jahre 1910 hatte Otto Hetzer ungefähr 65 Dachkonstruktionen mit Spannweiten bis 45 m ausgeführt.

Hergestellt wurden hauptsächlich Tragwerke ohne große Schub- oder Querkraftbeanspruchungen, wie Dreigelenkbogen oder Rahmentragwerke. Darunter waren auch einige Salzlagerrhallen für die Kaliindustrie, wie zum Beispiel die Dreigelenkbogen-Rahmenhalle für den Rohsalzschuppen der Gewerkschaft Volkenroda in Menteroda in Thüringen (Bild 2.6). Bild 2.7 zeigt eine Reihe weiterer ausgeführter Hallenbauten, die zwischen 1911 und 1917 errichtet wurden. Die Spannweiten lagen zwischen 9 und 22 m.

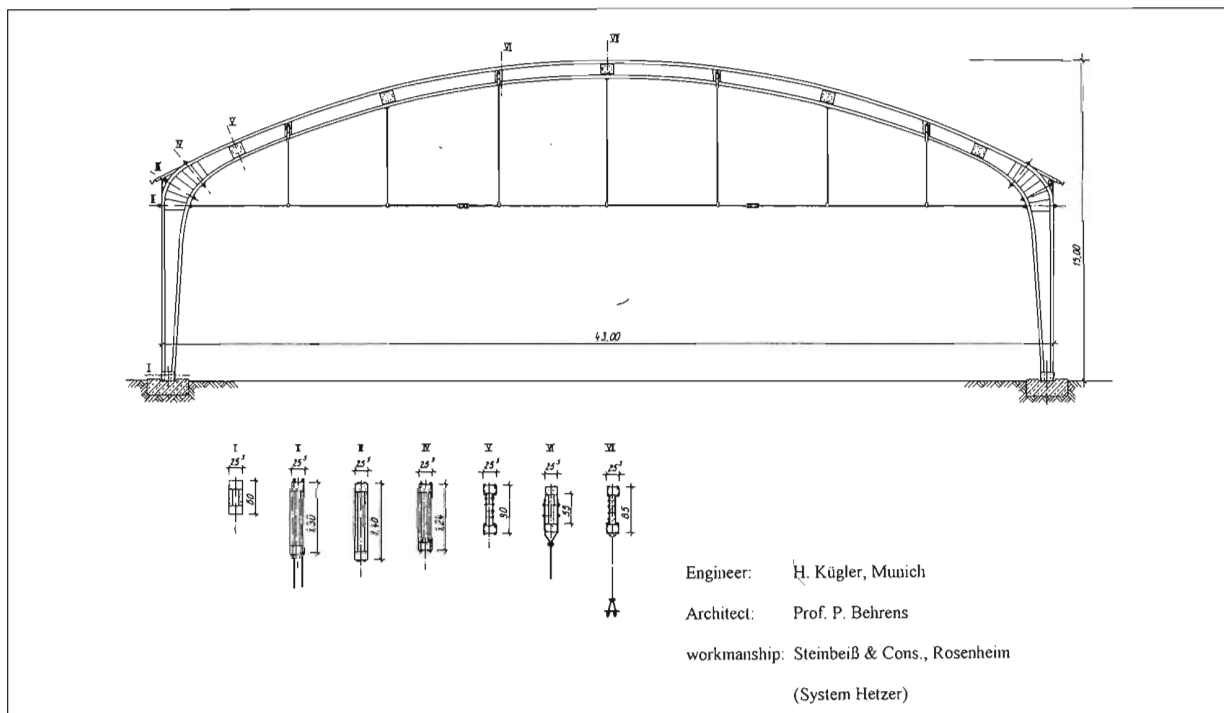


**Bild 2.6: Rohsalzschuppen für die Gewerkschaft „Volkenroda“ in Menteroda in Thüringen (aus [2.195])**

Die deutsche Eisenbahnhalle auf der Weltausstellung in Brüssel 1910 gehörte zu den bemerkenswerten Hetzerhallen (Bild 2.8). Sie hatte eine Spannweite von immerhin 43 m, und der Holzquerschnitt war durch eine Spannung von  $136 \text{ N/mm}^2$  beansprucht.

Bereits 1913 hatten zahlreiche Firmen in Österreich, der Schweiz,

Italien und auch in Deutschland die Patentrechte erworben und sich zu einem Interessen- bzw. Schutzverband mit dem Ziel gemeinsamer Marketingaufgaben zusammengeschlossen. Sehr intensiv wurde die Verbreitung der Hetzerbauweise in der Schweiz betrieben, wo innerhalb von nur knapp 10 Jahren nach Übernahme der Lizenz im Jahre 1910 über



**Bild 2.8: Eisenbahnhalle auf der Weltausstellung in Brüssel 1910 (aus [2.193])**

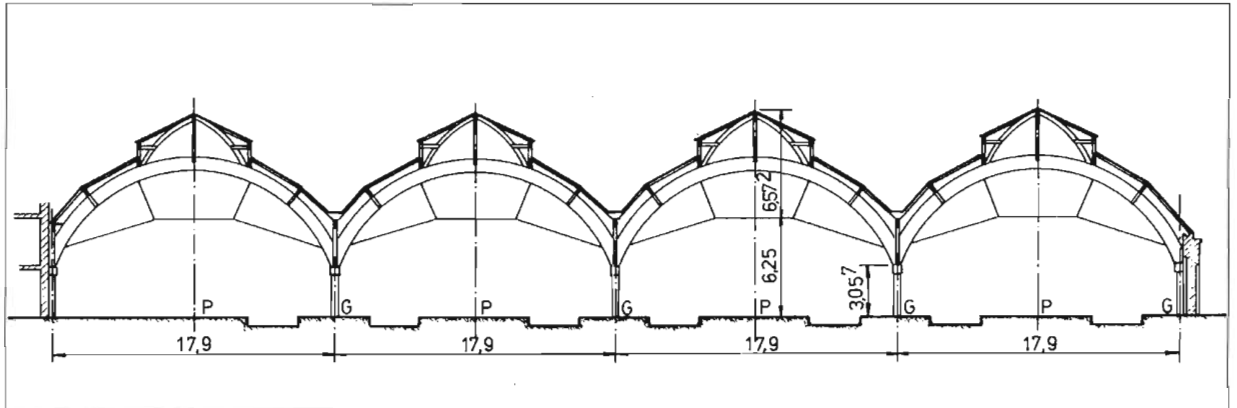


Bild 2.9: Bahnhofshalle Malmö, vierschiffige Anlage, Spannweite: 17,9 m  
a) Querschnitt der Hallen (aus [2.2])



b) Heutiger Zustand, (Foto: C. Magnusson, Malmö)

200 Bauten entstanden. Beachtenswerte Bahnbauten entstanden in der Schweiz, wie z. B. die vierschiffige Lockhalle (Spannweite 20-21 m) in Bern von 1910 oder in Schweden die Bahnhofshallen in Malmö 1923 (Bild 2.9) (Spannweite 17,90 m) und Stockholm 1925 (Spannweite 40 m), sowie in Deutschland der Lokomotivschuppen in Weimar (Spannweite 35 m).

Ein weiteres Anwendungsgebiet war der Bau von Ausstellungs- und Industriehallen, die alle in ähnlicher Tragwerksform mit Spannweiten zwischen 15 und 33 m realisiert wurden. Erprobt wurde die Bauweise auch bei Brückenbauten, so in der Schweiz bei zwei Fußgängerbrücken mit Spannweiten zwischen 20 und 35 m (s. Beispiel in Bild 2.10).

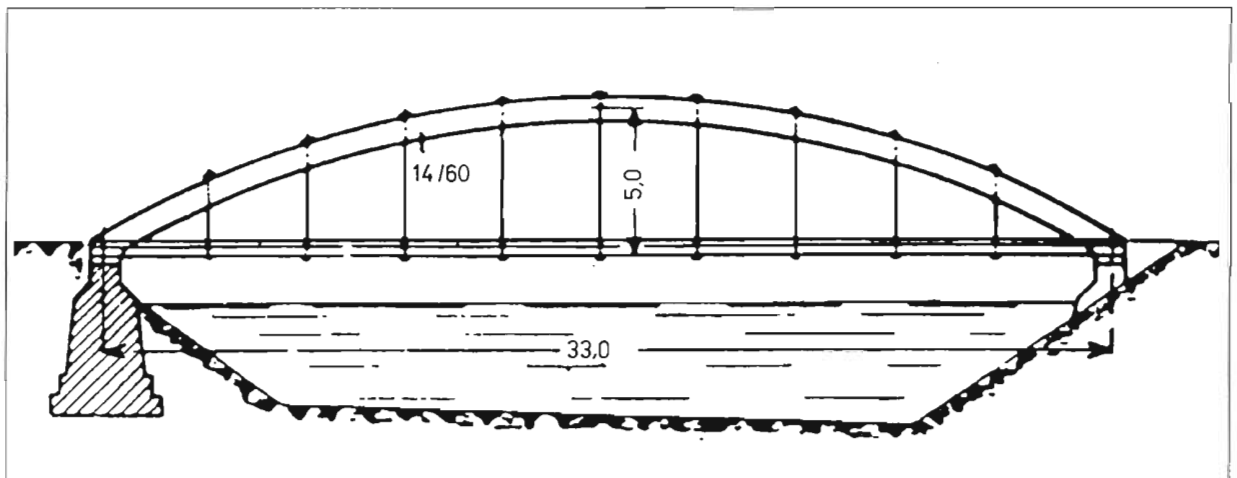
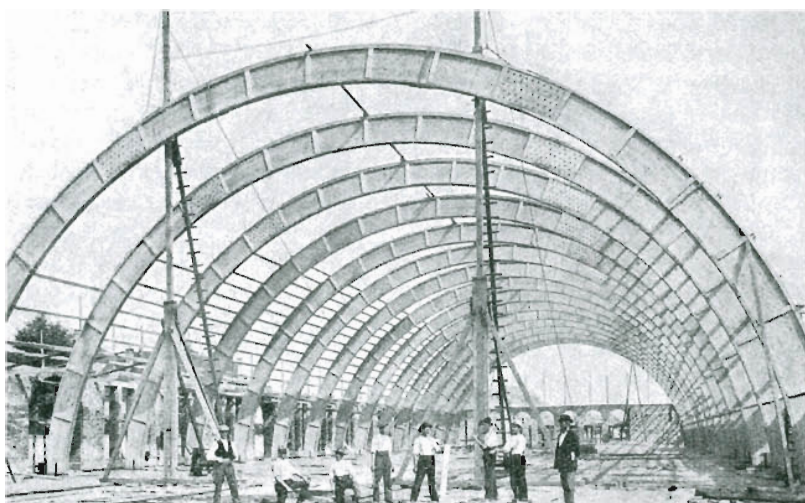


Bild 2.10: Brücke in Hetzlerbauweise (aus [2.2])



**Bild 2.11:** Ausstellungshalle Hannover, Zweigelenkbogen mit Spannweite von 26,5 m und Bogenstich von 12 m (Bild aus *Deutscher Zimmermeister* (1928) 31, 32, S. 375)

### 2.3. Der Übergang zur modernen Brettstichtbauweise (bis 1945)

Die Veröffentlichung der Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1926 war eine wichtige Entwicklungsetappe für den noch jungen Ingenieurholzbau (s. auch Abschnitt 9).

Dennoch bewertete der mit der Ausarbeitung der Vorschrift beauftragte Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. K. Schächterle den zurückgelegten Weg auch selbstkritisch:

*„Der Ingenieurholzbau ist noch jung und in der Entwicklung begriffen. Die Einführungsschwierigkeiten sind überwunden. In den letzten Jahren sind bedeutende Fortschritte gemacht worden. Daß ihm auch Mängel anhaften, einseitige Auffassungen und Irrtümer mit unterlaufen, ist bei dem raschen Aufschwung begreiflich. Noch ist es nicht gelungen, den Holzbau auf sichere wissenschaftliche Grundlagen zu stellen. Er ist in dieser Beziehung weder dem Eisenbetonbau gleichwertig, noch hat er den hohen Grad technischer Vollkommenheit, Zuverlässigkeit und Sicherheit erreicht, der den Eisenbau vor allen anderen Bauweisen auszeichnet. Neben gelungenen Bauaus-*

*führungen kann man viele, wenig befriedigende Arbeiten feststellen. Neben erfolgreichen Versuchen zur*

*Berechnung und Durchbildung der Holztragwerke auf wissenschaftlicher Grundlage findet man dilettantische Arbeiten, bei denen nicht einmal die anerkannten und bewährten Regeln der alten Zimmermannskunst beachtet sind“* [2.13]. Inzwischen konkurrierten ab 1920/25 die schon in Abschnitt 2.1 genannten Holzbauweisen bei der Ausschreibung. Die relativ hohen Kosten der Hetzerbauweise stellten gegenüber den neuen Holzbauweisen ein Anwendungshindernis dar. Aus der Sicht der deutschen Eisenbahnverwaltung hatte man zwar inzwischen positive Erfahrungen mit dieser Bauweise gesammelt, und man schätzte durchaus deren Vorteile, unabhängig von den gewachsenen Dimensionen des Holzes leichte und elegante Formen herzustellen. Andererseits bewiesen die Erfahrungen auch, dass bei dau-



**Bild 2.12:** Beispiel Hetzerbauweise – ausgearbeitet von der Technischen Kommission des Bundes Deutscher Zimmermeister, Dreigelenkbogen mit Zugband, Ausführung: Zimmermeister Diehl, Groß-Gerau (aus [1.1])

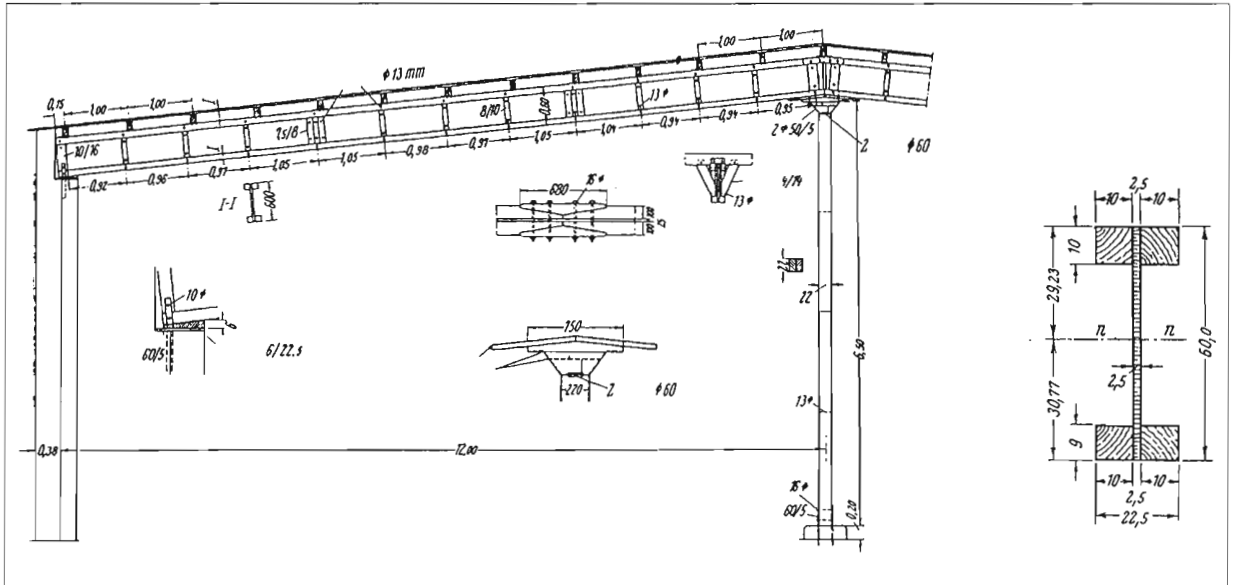


Bild 2.13: Triebwagenhalle der Deutschen Reichsbahn in Neuruppin mit einer Spannweite von 12 m, Binderabstand 5,0 m, Gurte: Vollholz; Stege: Tischlerplatten mit Gabundeckfurnier; Ausführung: Christoph und Unmack AG, Niesky 1935 (aus [2.193])

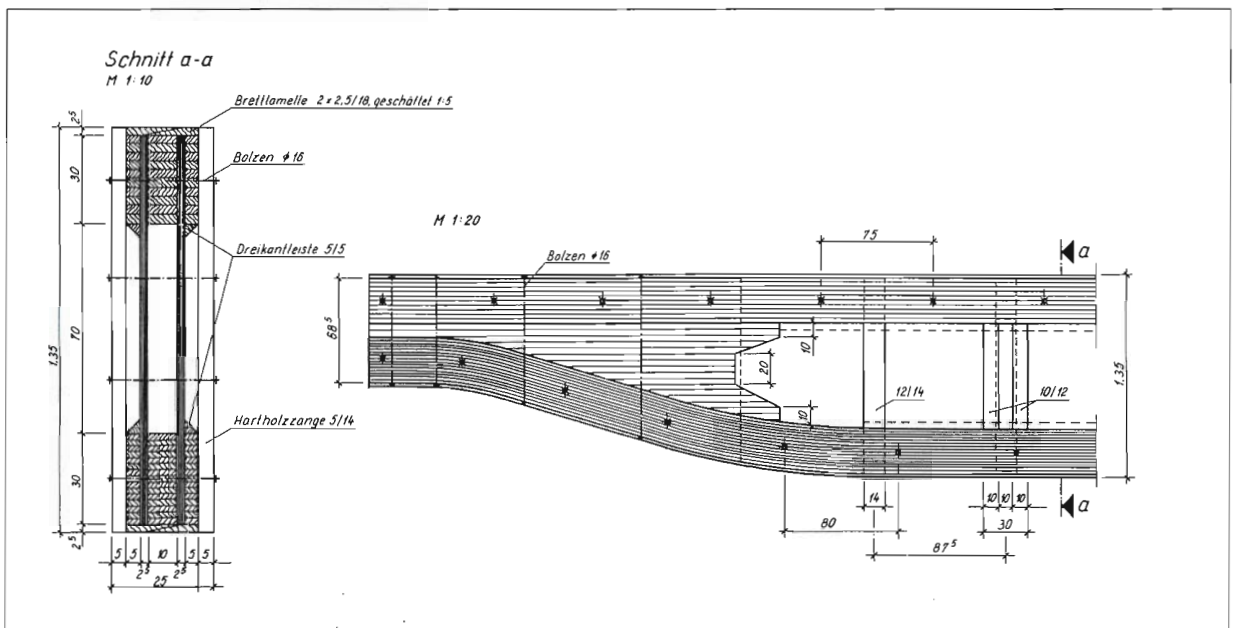


Bild 2.14: Kranbahnträger einer Lockhalle, geleiter Träger mit Gurten aus Brettschichtholz und Stegen aus fünfteiligem Sperrholz, Ausführung: Christoph und Unmack AG, Nisky 1938 (aus [2.2])

ernder Nässeinwirkung die Dauerhaftigkeit der Leimfugen aus Kaseinleim nicht gegeben war.

Schächterle lehnte aufgrund der tragfähigkeitsmindernden Rissanfälligkeit der I-Querschnitte von Hetzerkonstruktionen daher die seinerzeit von

der Hetzer AG in Vorschlag gebrachte zulässige Beanspruchung von 140 kg/cm<sup>2</sup> bei Biegung und 115 kg/cm<sup>2</sup> bei Schub ab. Er schlug stattdessen 1924 vor, maximal 80 kg/cm<sup>2</sup> zuzulassen. In der von ihm erarbeiteten Reichsbahn-Vorschrift für Holztrag-

werke wurde der Leim als Verbindungsmittel nicht erwähnt.

Ungeachtet dieser Entwicklung interessierten sich Zimmereien zunehmend für diese neue Holzbauweise. Hierbei half ihnen die Technische Kommission des BDZ.

**Ausgeführte Bauwerke in Brettschichtholz (Bilder 2.11 bis 2.16)**

Ausgeführt wurden vor allem bogenförmige Dachkonstruktionen mit Zugband mit Spannweiten zwischen 10 und 25 m. In Hannover wurde eine Zweigelenkbogenkonstruktion als Ausstellungshalle errichtet (Bild 2.11). Die Spannweite der Halle betrug 26,5 m. Bild 2.12 zeigt eine Produktionshalle mit einem Dreigelenkbogenbinder. Die Brett lamellen hatten versetzte Stöße. Ausgeführt wurden auch Fachwerkbinder mit bogenförmigen Gurten aus Brettschichtholz. Weitere Beispiele aus der Feder der Technischen Kommission finden sich in [1.1]. Mörath berichtete 1938 über den Stand der Leimverbindungen im Holzbau und verdeutlichte den Entwicklungssprung gegenüber dem Stand von vor 1933. Nun standen Kunstharzklebstoffe und neue Techniken der Verklebung zur Verfügung. Die mit der Hetzerbauweise vertrauten Firmen, allen voran die renommierten Firmen Christoph & Unmack AG, Niesky, und Karl Kübler AG, Stuttgart, griffen nur zu gerne diese Möglichkeiten auf und vervollkommeten sie ab Mitte der 30er-Jahre durch eigene Weiterentwicklungen. Nun kamen Brettschichtkonstruktionen mit rechteckigen Querschnitten zur Anwendung, die zunehmend auch als reine Biegeträger eingesetzt wurden. In Verbindung mit Sperrholz ent-

wickelte man sehr holzsparende Konstruktionen für vielfältige Bauaufgaben. Damit entsprach man auch den autarkistischen Zielstellungen der nationalsozialistischen Aufrüstungspolitik mittels materialsparender Konstruktionen. Um dieses Ziel zu erreichen, unterstützte man entsprechende Forschungsarbeiten. Karl Egner (1806–1987) untersuchte 1939 an der TH Stuttgart erstmals das Tragverhalten von Rahmenecken eines Binders mit 13,8 m Spannweite und beschäftigte sich mit der konstruktiven Durchbildung der Rahmenecken unter dem Aspekt der Erhöhung der Tragfähigkeit [2.119].

Der Binderquerschnitt bestand aus Vollholzgurten und 19 mm dicken

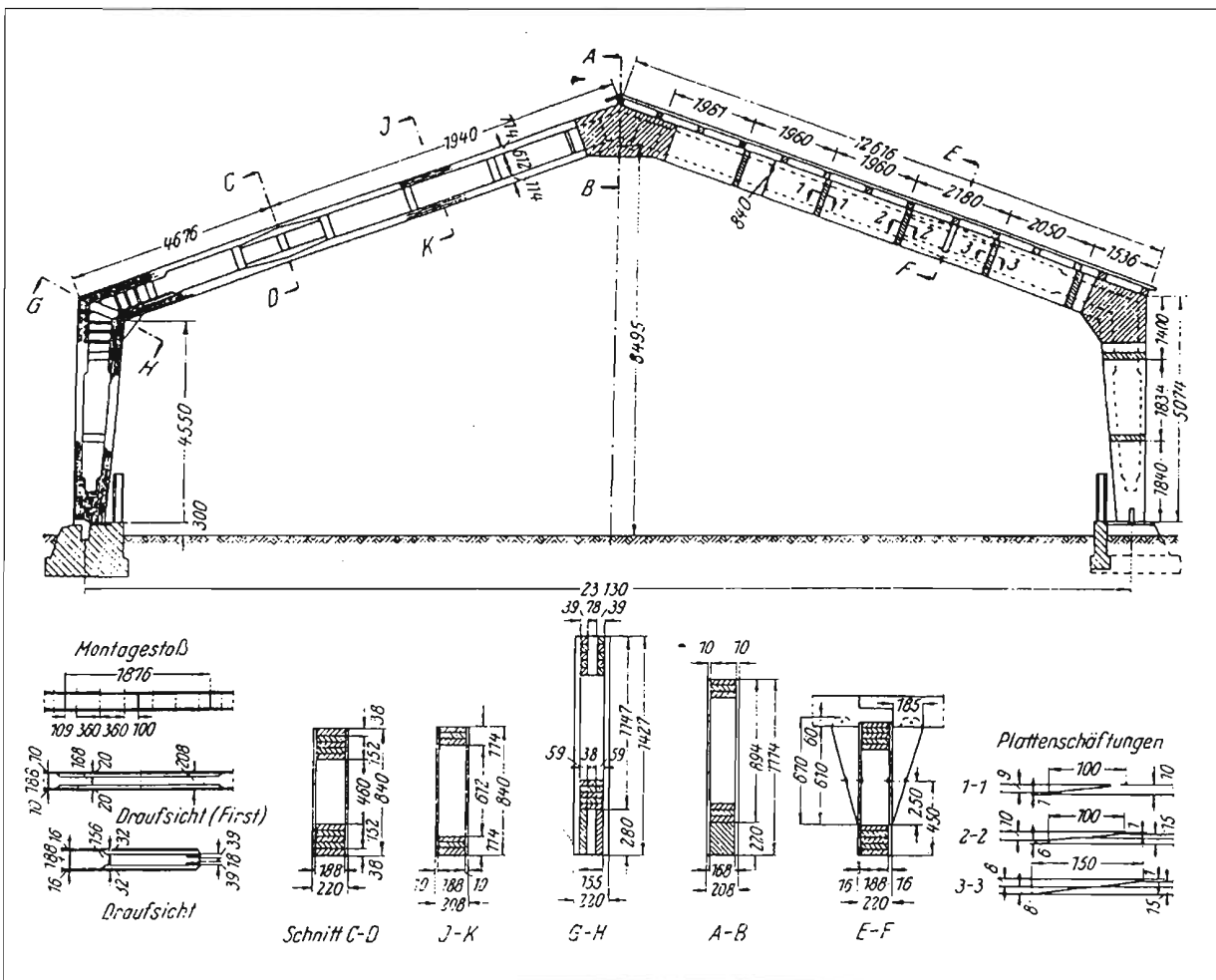


Bild 2.15: Zweigelenkrahmen mit Kastenquerschnitt, Exerzierhalle, Spannweite 20,35 m  
Fa. Christoph und Unmack AG (aus [2.2])



Sperrholzstegen. Damit hielt die Klebebauweise endgültig Einzug in die Holzbaupraxis.

In Deutschland wurden zwar bis 1945 vereinzelt noch Holzkonstruktionen nach dem Hetzerschen Konstruktionsprinzip mit dem für Hetzer typischen I-Träger ausgeführt, besonders ab 1938 waren es aber zuneh-



**Karl Egner**  
Prof. Dr.-Ing. habil

Geboren am 23.10.1906  
in Wittlingen (heute Bad Urach-  
Wittlingen)

Gestorben am 11.01.1987  
in Schopfloch bei Freudenstadt/  
Schwarzwald

Lehre/Studium: 1925–1929  
Maschinenbaustudium an der  
TH Stuttgart

**Berufliche Laufbahn 1930**  
Eintritt in die MPA Stuttgart unter  
Leitung von Prof. Otto Graf  
Arbeiten zum Thema Holz-  
trocknung/-leimung  
Doktorarbeit: „Beiträge zur Kennt-  
nis der Feuchtigkeitsbewegung in  
Hölzern, vor allem in Fichtenholz,  
während der Trocknung unterhalb  
des Fasersättigungspunktes“  
Leiter des Instituts für Technische  
Holzforschung

mend Brettschichtkonstruktionen  
mit rechteckigen Querschnitten,

So wurden für Eisenbahn-Lokhal-  
len Einfeld- oder Durchlaufträger und  
Zweigelenkrahmen mit Spannweiten  
zwischen 10 und 20 m mit I-Quer-  
schnitten und Stegen aus Sperrholz  
ausgeführt (Bild 2.13). Bild 2.14 zeigt  
einen Kranbahnträger einer Lokhalle,

1939  
VDI-Ehrenring für Forschungs-  
arbeiten

1940  
Habilitation für das Fach „Techno-  
logie des Holzes“, ab 1948 Ab-  
teilungsleiter der Abteilung Holz

1949  
Ernennung zum außerordent-  
lichen Professor in der Fakultät  
für Bauwesen an der TH Stuttgart

ab 1960  
Direktor der Amtlichen For-  
schungs- und Materialprüfungs-  
anstalt für das Bauwesen (Otto-  
Graf-Institut) an der Universität  
Stuttgart

1967  
Ehrenmitglied der Deutschen  
Gesellschaft für Holzforschung.  
Mitarbeiter und zeitweise  
Obmann in vielen Verbänden und  
Fachausschüssen wie: Länder-  
Sachverständigenausschuss für  
neue Baustoffe und Bauarten,  
Forschungsbeirat beim Bundes-  
wohnungsministerium, in Fach-  
und Arbeitskreisen der  
Deutschen Gesellschaft für Holz-  
forschung, in Normenausschüs-  
sen. Karl Egner hat durch seine  
zahlreichen grundlegenden  
Forschungsarbeiten maßgeblich  
zur Weiterentwicklung der Klebe-  
technik im Holzbau beigetragen

1971  
Ruhestand

errichtet 1938, der aus Brettschicht-  
holzgurten und Stegen aus Sperrholz  
besteht und bis heute funktionsfähig ist.

Bemerkenswert sind auch die  
Zweigelenkrahmen-Hallen mit I- oder  
Kastenquerschnitten der Firma Chris-  
toph & Unmak, die in Spannweiten  
zwischen 10 und 30 m ausgeführt  
wurden (s. Bild 2.15). Derartige Rah-  
menkonstruktionen wurden auch bei  
einer großen Zahl von Hallen des  
Reichsarbeitsdienstes oder als tra-  
gende Konstruktionen im Baracken-  
bau eingesetzt. Gegenüber anderen  
Bauweisen konnten damit die Klein-  
eisenstücke wie Bolzen, Muttern und  
Unterlegescheiben eingespart wer-  
den, und ihr Materialbedarf war sehr  
viel geringer als bei Hetzerkonstruk-  
tionen.

Nach den erfolgreichen Bahnhofsbau-  
bauten in Malmö (s. Bild 2.9) und  
Stockholm entwickelte man auch im  
Ausland die Hetzerbauweise weiter. So  
kamen zum Beispiel in Schweden  
besonders weit gespannte Konstruk-  
tionen für die schwedische Armee mit  
Spannweiten bis 65 m zur Ausführung.  
In Holland errichtete man 1941 eine  
der größten Brettschichtkonstruk-  
tionen: eine Dreigelenkbogenhalle als  
Salzlagerrhalle mit 54 m Spannweite  
(Bild 2.16). 1936 hatte die deutsche  
Hetzerbauweise Nordamerika erreicht.  
In den USA errichtete man die erste  
Brettschicht-Konstruktion, eine über  
36 m spannende Rahmenkonstruktion  
für eine Schule.

Bis zum 2. Weltkrieg wurden in  
den USA vor allem Konstruktionen  
für zivile Nutzung bis 40 m Spann-  
weite produziert. Das Notprogramm  
der Amerikaner im 2. Weltkrieg for-  
derte jedoch größere Spannweiten.  
So wurden Flugzeughangars mit  
Spannweiten bis 50 m realisiert.

## 2.4. Entwicklung weit gespannter Fachwerk- und Vollwandkonstruktionen.

Auf der Basis zahlreicher neuent-  
wickelter Verbindungslösungen er-  
fuhr der Ingenieurholzbau seit 1900

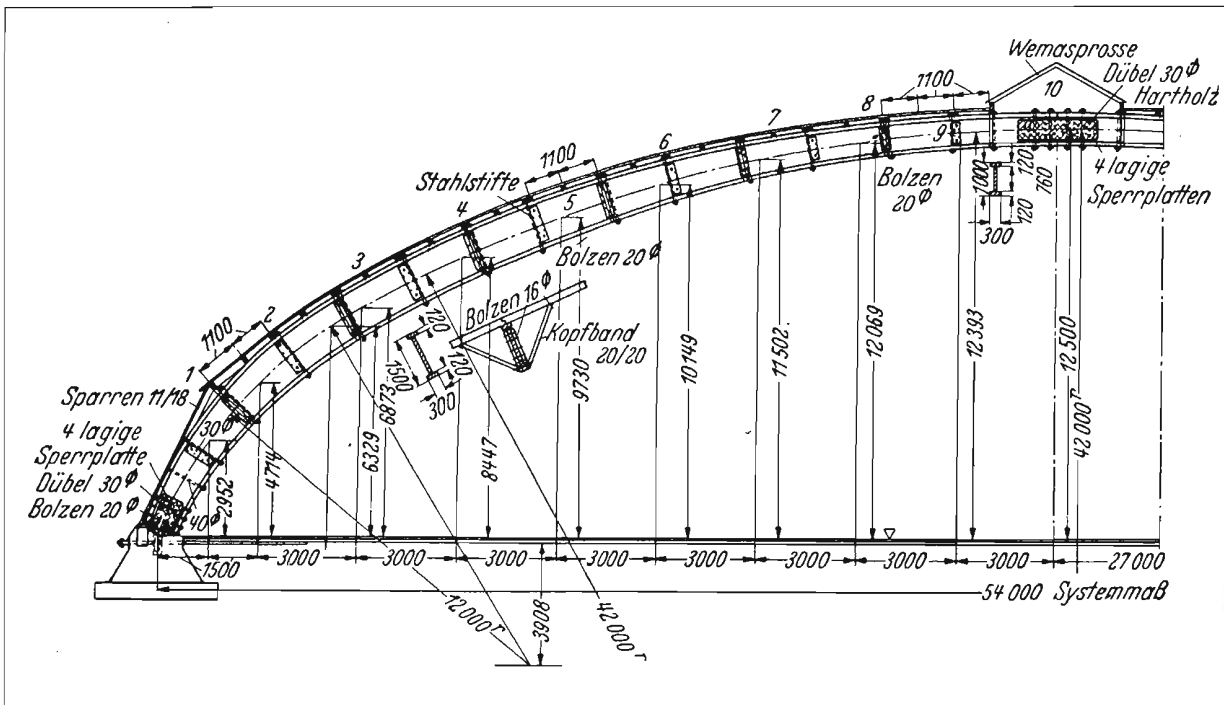


Bild 2.16: Salzlagerhalle in Doesberg, Holland, Spannweite 54 m, Binderabstand 5,4 m, Stoßverbindung der Bretter in Längsrichtung; Schäftung, Ausführung: Christoph und Unmack AG, Niesky, 1941 (aus [2.166])

einen regelrechten Boom neuer Konstruktionsprinzipien.

Auch die bisherigen Konstruktionsprinzipien für Rahmen- und Bogentragwerke wurden weiterentwickelt, so u. a. von den Baumeistern Stephan und Meltzer.

### 2.4.1 Filigrane gebogene Gitterkonstruktionen – Das System Stephan

Schon 1890 hatte der ehemalige Hofzimmermeister Philipp Stephan in Düsseldorf eine neuartige bogenförmige Gitterkonstruktion entwickelt, mit der sich leichte und zugleich filigrane weit spannende Hallen errichten ließen. 1902 erschien die erste Mitteilung über ein ausgeführtes Gebäude, eine Exerzierhalle in Neuruippin. Sowohl ihre Gurte als auch ihre Fachwerkstäbe bestanden aus Brettern. Kennzeichnend war, dass die Gurtbretter nach einem patentierten Verfahren senkrecht stehend ge-

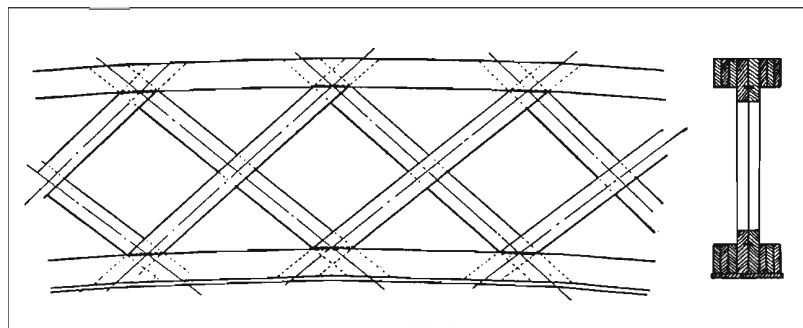


Bild 2.17: Konstruktionsprinzip (Gitterkonstruktionen), System Stephan (aus [2.45])

bogen wurden. Patentiert wurde auch die Dübelverbindung zur Herstellung einer tragfähigen Verbindung für einen zug- und druckfesten Anschluss zwischen den Füllstäben und Gurten. Dies geschah durch Einlegen eines Flacheisen- oder Hartholzdübelns (Bild 2.17).

Bei seiner Entwicklung bediente sich Stephan der Mitwirkung verschiedener Fachleute, wie C. Kersten in [2.12] anmerkt: „Neben der einwandfreien Lösung des Knotenpunktes war für Stephan die klare sta-

tische Ausbildung des Bindersystems Hauptziel seiner Arbeiten. Durch Hinzuziehung statisch geschulter Ingenieure sowie durch Gutachten von führenden Männern der Wissenschaft wurde von vorneherein dem ‚Stephansbinder‘ die seiner Bedeutung entsprechende Durchbildung gesichert und die Grundlagen für seinen Erfolg geschaffen. Es war bald ohne Schwierigkeiten möglich, die im Hochbau üblichen statischen Systeme auszuführen und bis 60 m freitragende Konstruktionen zu schaffen.“

Die Konstruktionen waren sehr wirtschaftlich und konnten in kurzen Bauzeiten realisiert werden, so dass sich die Bauweise gegenüber den anderen Holzbauweisen gut behaupten konnte.

**Ausgeführte Bauten (Bild 2.18 bis 2.20)**

Ausgeführt wurden zumeist parabelförmige Zweigelenbögen in Spannweiten zwischen 15 und 50 m. Die größte Spannweite wurde mit ca. 49 m beim Bau einer Halle für eine Salpeterfabrik (Bild 2.18) realisiert. Zu den bekanntesten Bauwerken zählen die Festhalle für das 7. deutsche Sängerbundfest in Breslau, 1907 errichtet, die Bahnsteighallen für den Hauptbahnhof in Kopenhagen (s. Bild 2.19), die eine Länge von 130 m hatten und die Halle für den Bahnhof in Warschau (s. Bild 2.20).

#### 2.4.2 Filigrane Fachwerke – Das System Meltzer

Die um 1910 gegründete Firma Holzbau-System Meltzer GmbH in Darmstadt wollte zunächst nur Fachwerkbögen für Luftschiffhallen bauen. Die von Meltzer entwickelte Stabdübelverbindung erwies sich jedoch als sehr leistungsfähig, so dass auch andere Binderformen für weit gespannte Hallen bis 60 m Spannweite eingesetzt wurden.

Die Grundidee war die Verwendung von standardisierten quadratischen Holzquerschnitten 25/25 bis 60/60 mm zum Aufbau von Fachwerken mit mehrteiligen Gurten und die Herstellung der hierfür notwendigen Verbindungen durch genormte Stahlstifte, die in abmaßige Löcher eingetrieben wurden. Je nach Beanspruchung wurden auch einheimische oder überseeische Harthölzer als Stabmaterial eingesetzt. Es entstanden sehr filigrane und schlanke Bauteile, die denen der Stahlfachwerke sehr nahe kamen. Zu seiner Idee bemerkte Meltzer selbst:

„Das Verfahren, die Eigenart der Eisenkonstruktionen auf Holz anzu-



Bild 2.18: Halle für eine Salpeterfabrik (aus [2.39])



Bild 2.19: Bahnhof Kopenhagen, Spannweite: 19,2 m  
a) Bahnhof im Bau (aus [2.12])



b) Bahnhof im Jahre 1982 (Bild aus „bauen mit Holz“ (1982) S. 270)

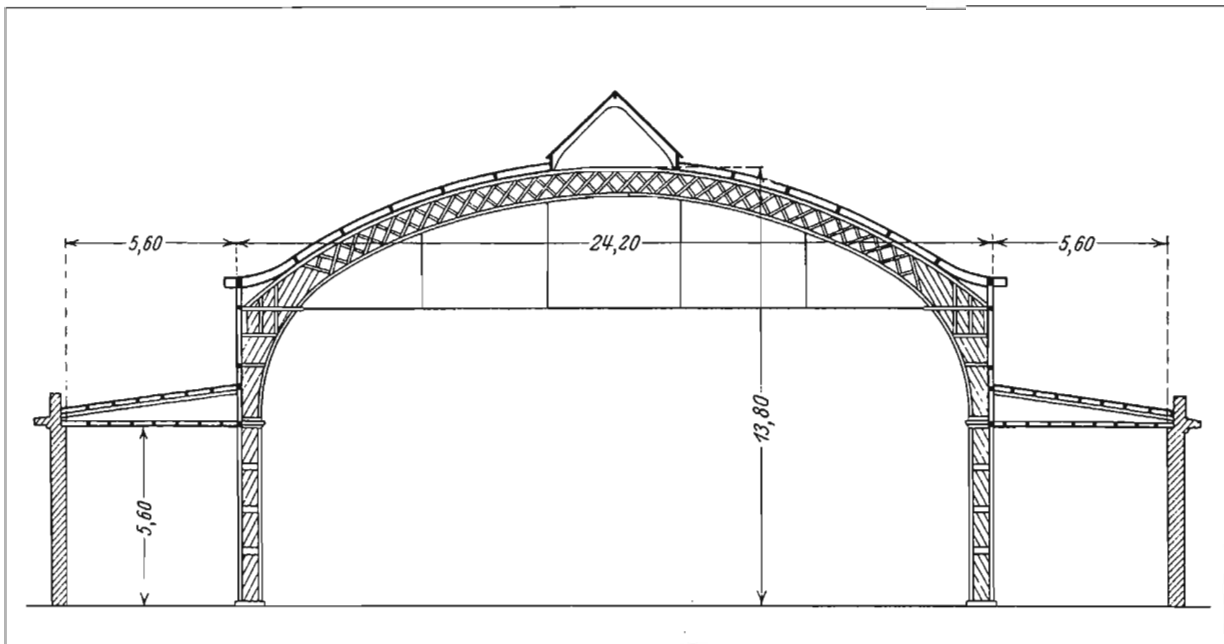


Bild 2.20: Bahnhof Warschau (aus [2.39])

wenden, war zu seiner Zeit, in der lediglich die Stephansche und die Hetzersche Bauweise bestand, ganz neu. Dem Holzbau wurden dadurch ganz neue Bahnen gewiesen. Es war seinerzeit viel angezweifelt worden, ob man es wagen könne, Holzstäbe durch Bolzen, die in verhältnismäßig geringer Entfernung vom Ende angebracht waren, sicher zu verbinden. Daß die Bauweise sich seitdem glänzend bewährt hat, ist der schlagendste Beweis für die Richtigkeit dieser vor zehn Jahren schon getroffenen Anordnung“. Und zu seiner gewählten Verbindung äußerte er sich wie folgt: „Der Erfolg meiner Holzverbindung beruht im weitesten Sinne auf der Sorgfalt, mit der Bolzen und Lochlaibung zusammenpaßt, und auf der Genauigkeit, mit der die Löcher gebohrt werden. Ein solcher genau runder Bolzen, der in ein ebenso rundes Loch eingebohrt wird, stellt eine unübertreffliche Verbindung dar“ [2.12].

Man kann daher Meltzer mit Recht als den Erfinder der Stabdübelverbindung bezeichnen (Bild 2.21).

1924 brachte Meltzer dann Konstruktionen mit eingeschobenen

Knotenblechen auf den Markt. Diese Lösung übernahm dann in den 30er-Jahren die Fa. Streif in Oberkirch für ihre im „Zellenbau“ hergestellten Baracken.

**Ausgeführte Bauwerke (Bilder 2.21 bis 2.23)**

Meltzers materialsparendes Konstruktionsprinzip diente für die vielfältigsten Aufgaben, wie zum Beispiel Industrie- und Lagerhallen mit Spannweiten bis 50 m, Funktürme bis 60 m Höhe und bei der Entwicklung von industriell herstellbaren Holzhäusern. Das Beispiel in Bild 2.22 zeigt eine Salzlagerhalle in Nebra an der Unstrut. Halbkreisförmige Bogenbinder aus Rotbuchenholz überspannen eine Distanz von 27,50 m. Der Binderabstand beträgt 7,22 m. Zugelassen wurden als zulässige Festigkeitswerte  $12,5 \text{ N/mm}^2$ . Wegen der Bandanlage im First war dort eine technologische Last von 150 kN aufzunehmen. Nach der Errichtung wurde eine Probebelastung durchgeführt mit einer Firstlast von 200 kN. Die Verformung betrug 5 mm. Nach der Entlastung ging sie auf 0 mm zurück. Bild 2.23 zeigt einen Funkmast mit 60 m Hö-

he, der in München errichtet wurde. „Die im Jahre 1916 von einem Mann ohne Gerüst aufgestellten Türme haben ihre Standfestigkeit auch bei schwersten Stürmen erwiesen“ [2.12]. Im Mastbau war die Firma Meltzer führend. Von ihr stammen zahlreiche abgespannte Funkmaste für das Militär oder die Reichspost, sie baute aber auch Lichtmaste und Fernleitungsmaste.

### 2.4.3. Ein Zimmermeister baut ohne eigene Patente Hallen mit den größten Spannweiten

Es war ein Ratszimmermeister und Baumeister aus Dresden, Ernst Noack (1861–1925), der sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts Hallenbauten mit der bis dahin größten Spannweite zutraute und dies, ohne dass er vorher eine spezielle Verbindungstechnik entwickelt hatte. Im Jahre 1909 plante er für die 500-Jahrfeier der Universität Leipzig eine große Festhalle mit 63,2 m Spannweite und 148,9 m Länge als Dreigelenk-Fachwerk-Bogen. Jeder Bo-

gen war als Kastenträger konzipiert, dessen Gurte aus Brettlagen in U-Profilform entworfen waren. Der Binderabstand betrug 13,35 m. Er bekam aber von der Stadt Leipzig nicht den Zuschlag für die Errichtung dieser Halle.

1921 legte Noack sein Konstruktionsprinzip für die Leipziger Halle den Fachkreisen zur Diskussion vor [2.58]. Ob es Diskussionen dazu gab, ist leider nicht bekannt. Schon im Jahre 1900 hatte Noack eine Halle mit 50 m Spannweite (s. Bild 2.24) gebaut. Aus diesen Erfahrungen heraus entwarf er 1925 eine Festhalle für das Erste Sächsische Sängerbundfest auf den Dresdner Elbwiesen, die für 12 000 Sänger sowie für 15 000 Sitzplätze und 5 600 Stehplätze ausgelegt war (Bild 2.25).

Wieder verwendete er Dreigelenk-Fachwerk-Bögen, diesmal allerdings mit einer Spannweite von 78 m, einem Bogenstich von 21,25 m und einer Gesamtlänge der Halle von 135 m (s. [2.39], [2.59]). Der Binderabstand betrug 12,90 m (Bild 2.26). Auch hier handelte es sich um Fachwerkbinder mit quadratischem Binderquerschnitt. Für die Gurte des

Bogen-Fachwerkes verwendete Noack Querschnittsmaße 4 x 8/12 cm, für die Diagonalen 12/12 cm und für die Vertikalstäbe 2 x 8/14 cm. Der Holzverbrauch betrug 24 m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup> und an Stahl wurden 240

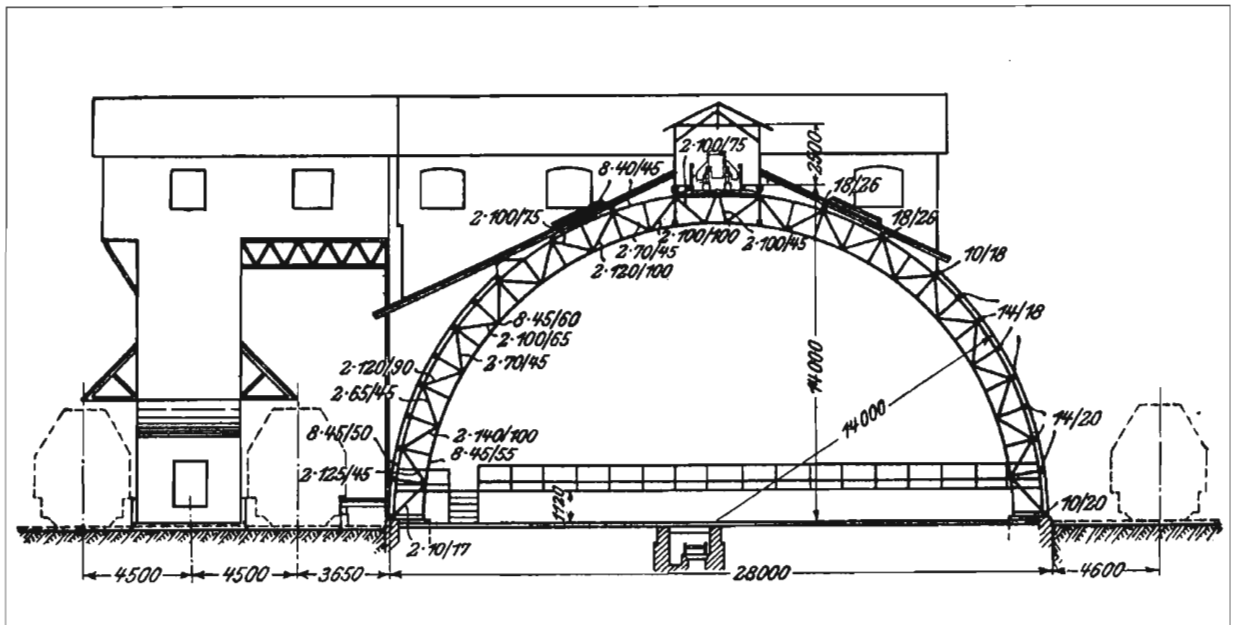
kg/100m<sup>2</sup> benötigt. Während beim Hallenentwurf für Leipzig noch Bandeisen die Knoten halten sollten, griff er diesmal bei den hochbeanspruchten Knotenpunkten auf die von der Firma Metzke + Greim, Berlin entwickelten Krallendübeln, zurück.

Größtes Augenmerk wurde auf die sichere Ausbildung der Verbindungen und der Stabilisierung der Halle gerichtet. Die Halle wurde innerhalb von sechs Wochen im Zweischichtbetrieb in einer Länge von 132 m, einschließlich eines Anbaues für die Sänger, errichtet [2.59]. Allerdings wurde die Halle, die ausschließlich für das drei Tage dauernde Sängerbundfest bestimmt war, noch vor dem Winter wieder abgebaut. Kersten verweist 1926 darauf: „Keinesfalls ist man immer an die Verwendung patentrechtlich geschützter Dübelverbindungen gebunden. Die Dresdner Sängerbundfesthalle des vergangenen Jahres, mit 78 m Spannweite ist in allen Teilen rein zimmermannsmäßig ausgeführt worden“ [2.168].

Ein Jahr vor diesem Meisterwerk sprach Noack auf dem 16. Zimmermeistertag in Halle an der Saale über das Holz und seinen Beruf.



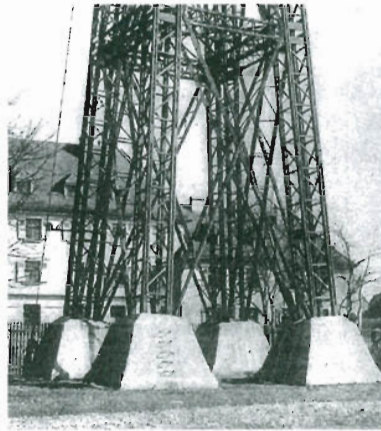
**Bild 2.21: Konstruktionsprinzip Meltzer Knotenpunkt der Lockhalle Korn-Westheim, Binderspannweite: 24 m, Binderabstand: 10,25 m, Holzverbrauch: 8,7 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> Ausführung: Fa. Melzer, Darmstadt, 1916 (aus [2.39])**



**Bild 2.22: Salzlagerhalle aus Rotbuchenholz für die Gewerkschaft Unstrut in Nebra an der Unstrut, Spannweite 27,5 m, Binderabstand 7,22 m, Einzellast im First 150 KN (aus [2.198])**



a) Gesamtansicht



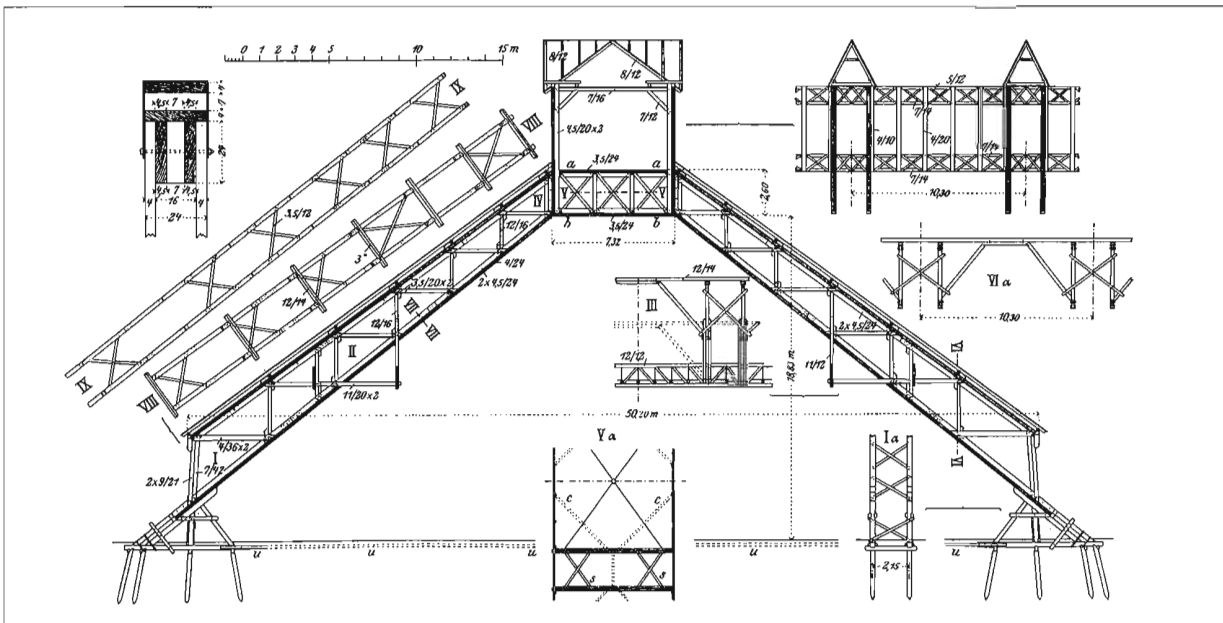
**Bild 2.23:** Funktürme in München, Höhe 60 m, Holzart: Pitch Pine-Holz, Holzquerschnitt für jeden Pfosten: 4x65x65 mm  
Ausführung: Fa. Meltzer, 1916 (aus [2.39])  
b) Unterer Teil mit Fundament

Dabei formulierte er die Anforderungen an den Berufsstand aus der Sicht seiner Erfahrungen mit dem noch nicht alten Ingenieurholzbau wie folgt: „Ich kann wohl sagen, wir alle sind durchaus der Meinung, dass heute ein Zimmermeister das, was die Wissen-

schaft in Bezug auf Statik und Festigkeitslehre festgelegt hat, gründlich kennen muss. Wir müssen sicher bauen und sparsam, wir werden keinen Verband und kein Verbandsstück stärker oder schwächer ausführen als das nach der statischen Begründung oder dem praktischen Erfordernis notwendig ist. Wir werden die Verbindungen allen statischen Anforderungen entsprechend gestalten“ [2. 148].

#### 2.4.4 Die Erfindung des Krallendübel-Systems Greim

Die kritische Beobachtung neuerer Holzbauweisen, wie zum Beispiel der Hetzerbauweise, führte den Ingenieur Greim aus Berlin zu der Überlegung, einfache Fachwerkträger mit gelenkigen Anschlüssen und speziellen Krallendübeln (Bild 2.27) herzustellen. „Die ersten grundlegenden Gedanken über den Bau von hölzernen Tragwerken in neuer Form gegenüber den bis dahin bekannten hatte ich im Jahre 1911 und zwar wurde ich angeregt durch die leichten Eisenkonstruktionen, die zu jeder Zeit immer wieder mit den Sparren



**Bild 2.24:** Halle für das Bundesschießen in Dresden, Spannweite: 50 m, Planung und Ausführung: Baumeister Noack, Dresden 1900 (aus [2.39])



**Noack, Ernst**  
Hofzimmermeister,  
Baumeister

Geboren am 12. Juni 1861

Gestorben 1925

**Lehre/Studium:**

Besuch der Volksschule  
Lehre als Zimmerer  
Besuch Bauschule Dresden

**Berufliche Laufbahn:**

1883  
Arbeit im väterlichen  
Zimmerergeschäft

1900

Bau der Festhalle für das  
Bundesschießen

1906

Halle zur Kunstgewerbeaus-  
stellung Dresden

1906

Notbrücke über die Elbe  
Ernennung zum Hofzimmermeister

1925

Festhalle für das sächsische  
Sängerbundfest  
Vorsitzender des Deutschen  
Wirtschaftsbundes

1922

Wahl in den sächsischen Landtag  
Ernennung zum  
Ratszimmermeister



Bild 2.25: Foto von der Sängerbund Festhalle Dresden, Spannweite: 78 m, Hallenlänge: 132 m, Binderabstand: 12,90 m, Scheitelhöhe: 20,50 m, 1925 (aus [2.224])  
a) Gründung



b) Ansicht

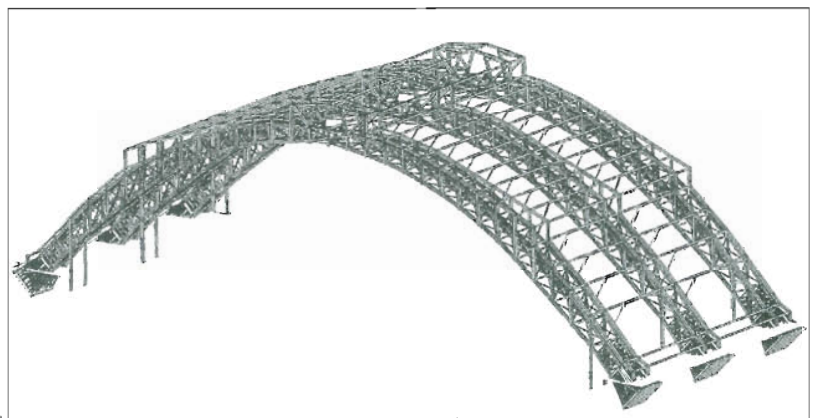


Bild 2.26: Sängerbund Festhalle Dresden, 1925, Tragstruktur, CAD- Zeichnung

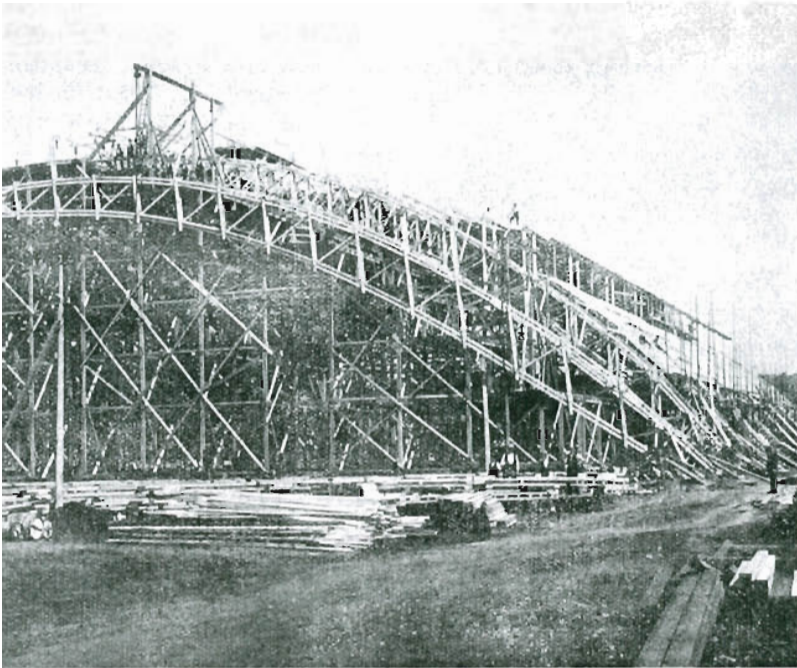


Bild 2.27: Sängerbund Festhalle Dresden, 1925, Montage der Binder (aus [2.224])

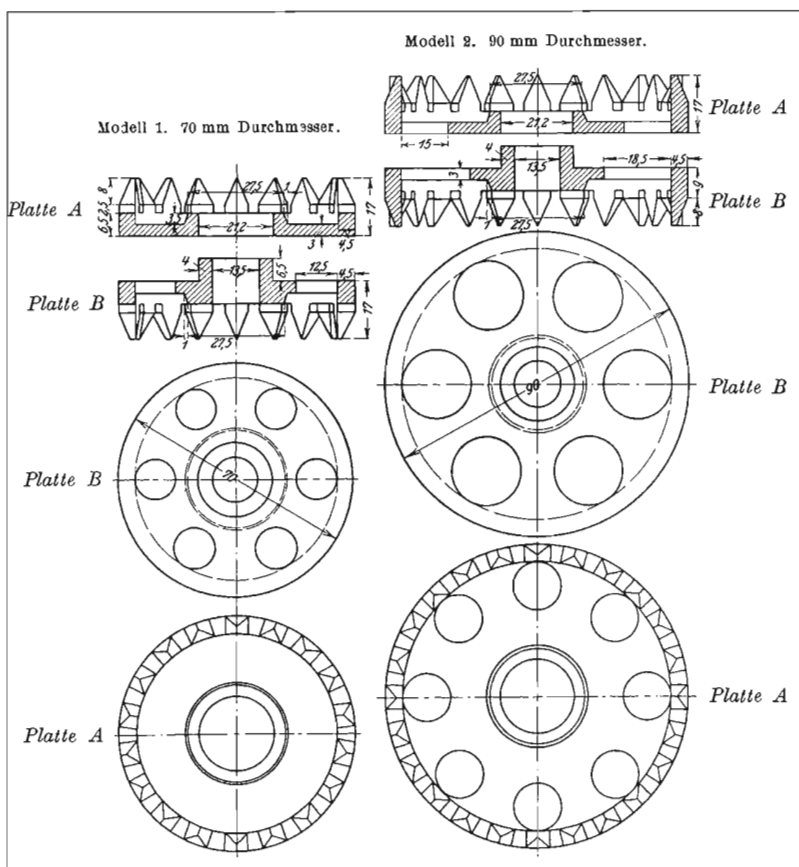


Bild 2.28: Der erste Krallendübel – System Greim (aus [2.45])

und der eigentlichen Dachhaut versehen werden mussten und die den Holzbau stets mehr zu verdrängen drohten. Die Binder der Firma Hetzer, welche ich damals zum ersten Male mit großem Interesse bewunderte, erschienen mir jedoch in der Herstellung zu kompliziert und zu kostspielig, während mir der bekannte Howesche Träger mit den langen Zugbolzen und den Gegendiagonalen zu schwerfällig erschien“ [2.12].

Durch seine Einberufung zum Militär konnte Greim erst ab 1917 an der Weiterentwicklung seiner Idee arbeiten. Zunächst sollte die Krallenplatte aus gehärtetem Stahl als so genannte „Abscherschutzscheibe“ dienen. Normale Bolzenverbindungen versagten bei genügend steifen Bolzen durch Überschreitung der Lochleibungsfestigkeit des Holzes. Greims Idee war nun, die Bolzenverbindung durch ein zusätzliches Bauteil so zu verstärken, dass die angreifenden Kräfte über eine größere Holzfläche als nur über das Bolzenloch übertragen wurden. Mit den zusätzlichen Scheiben, die sich mit ihren Krallen in das Holz einpressten, konnte eine Vervierfachung der Tragfähigkeit erreicht werden, weil es damit gelang, die Beanspruchung einer größeren Holzfläche zuzuweisen. „Die amtlichen Versuchsergebnisse (an der Materialprüfanstalt Berlin-Lichterfelde, Anmerkung des Verf.) zeigten klar und deutlich, daß mit diesen Krallenplatten die Schattenseiten in der Ausbildung der Knotenpunkte von Holzkonstruktionen zu beseitigen war“ [2.12].

1923 folgten einzelne Versuche an Fachwerkträgern in Bauteilabmessungen mit 12 m Spannweite.

Ein weiterer Entwicklungsschritt war die Verbesserung der Dübelscheibe im Hinblick auf die Verminderung der Biegebeanspruchung der Bolzen durch eine direkte Übertragung der Dübelbeanspruchung über Naben und die Herstellung der Dübel aus Temperguss. Die im Jahre 1920 in [2.149] vorgestellten Dübellösungen waren noch sehr einfach konstruiert. Bild 2.28



zeigt die Weiterentwicklung im Jahre 1926. Mit der Entwicklung zur Krallenscheibe der Siemens-Bauunion gelang schließlich die Vollendung der Dübelentwicklung. Es wurden fortan Dübel in den Durchmessern von 55 und 80 mm hergestellt. Sie konnten auch an Stahlbleche angeschlossen und zusammen mit diesen zu gelenkigen Fachwerkknoten verbunden werden.

Ausgeführte Bauwerke (s. Bild 2.29 und 2.30):

Die Fachwerkbauweise kam bei Funk- und Antennenmasten für Höhen bis 45 m und Hallenkonstruktionen bis 40 m Spannweite zur Anwendung. Bild 2.29 zeigt eine Salzlagerhalle, ausgeführt von der Firma Metzke und Greim, mit einer Spannweite von 15 m. Die steigende Leis-

tungsfähigkeit der Krallenplatten dokumentieren vor allem die Bauten der Siemens-Bauunion. Gebaut wurden weit spannende Hallen, Brücken und Funktürme bis zu einer Höhe von 190 m. Außerdem wurde sie häufig bei weit gespannten Lehrgerüsten eingesetzt. Im Jahre 1939 baute die Siemens-Bauunion eine Flugzeughalle mit 50 m Spannweite, einem Binderabstand von 4,49 m und einer Hallenlänge von 31,3 m (Bild 2.30).

### 2.4.5 Die Ringdübelverbindung der Firma Tuchscherer

Die Firma Tuchscherer, in Breslau, gehörte zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit zu den innovativen Holzbaufirmen. Sie stellte zunächst Fachwerkbinder mit Zugdiagonalen aus Stahl her. Als Stahl zu teuer wurde, war es diese Firma, welche schon in den 20er-Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts die ersten genagelten Bogenbinder konstruierte, entweder mit stehenden gebogenen Brettern als Gurt und kreuzweise engmaschig angeordneten Diagonalen oder mit einem Steg, der vollflächig aus Brettern bestand. In Warnemünde wurde eine Flugzeughalle mit einer Spannweite von ca. 55 m in dieser Bauweise gebaut (Bild 2.31). Doch auch diese Bauweise wurde ab einem bestimmten Zeitpunkt zu teuer. Man wollte mit Material sparenden Fachwerkträgern wirt-

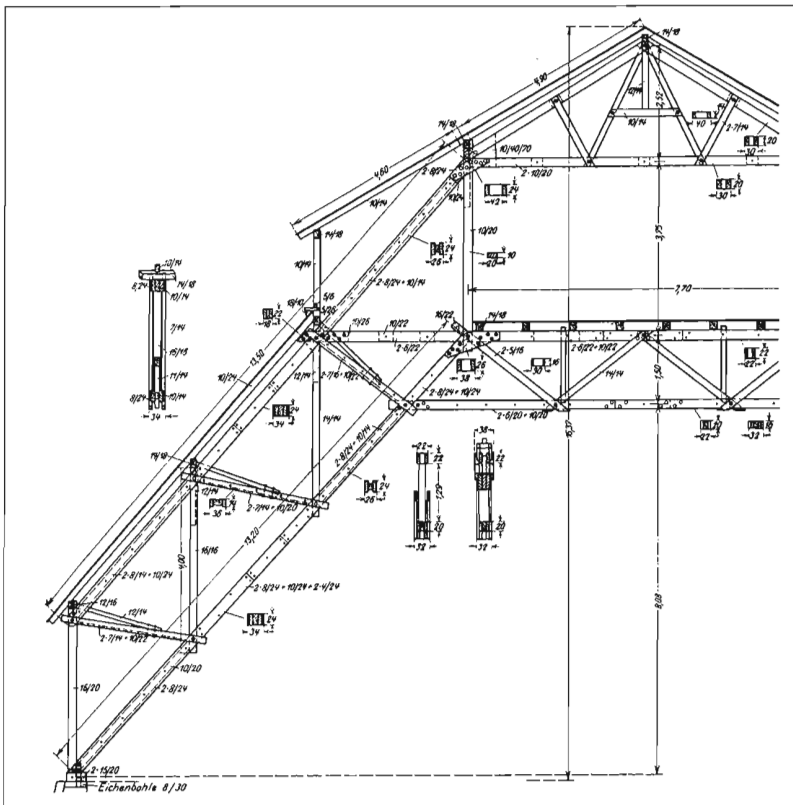


Bild 2.29: Salzlagerhalle für die Preussische Bergwerks- und Hütten AG in Vienenburg/Harz, Ausführung: Fa. Metzke und Greim, Berlin (aus [2.45])

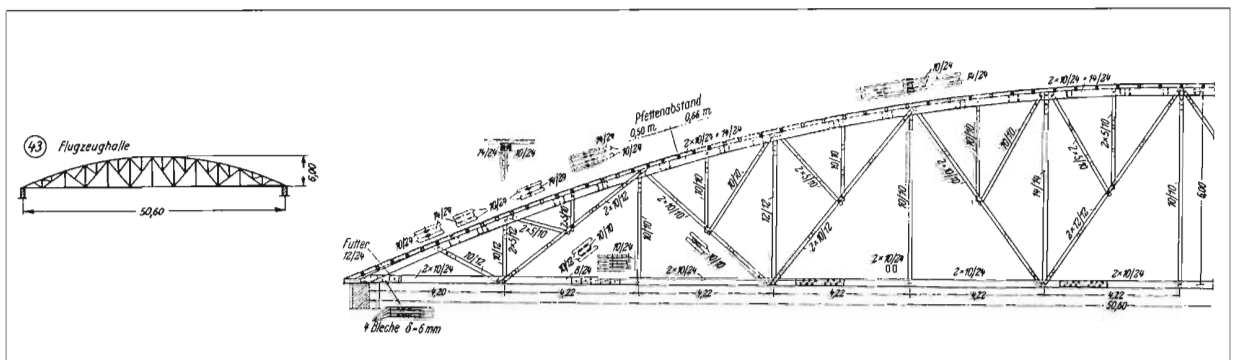
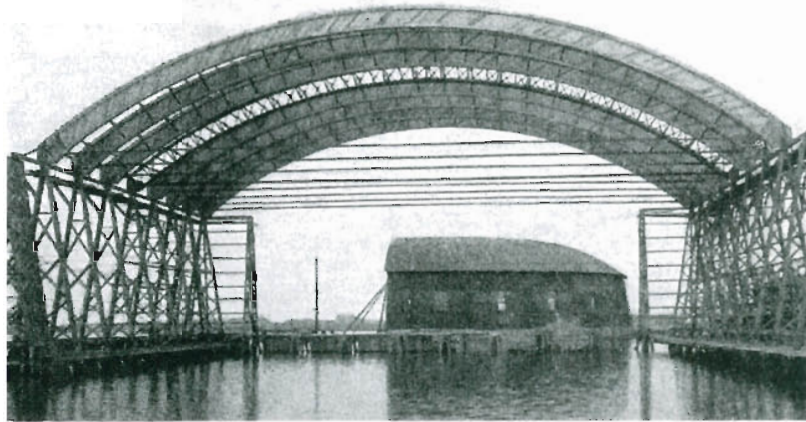


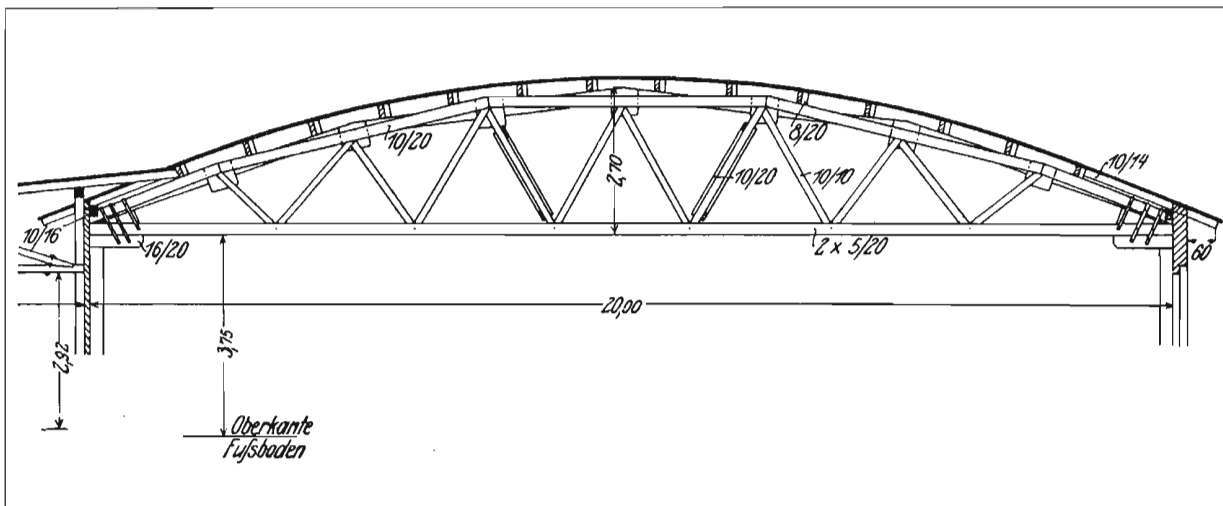
Bild 2.30: Flugzeughalle, Spannweite. 50,60 m, Binderabstand: 4,49 m  
Ausführung: Fa. Siemens-Bauunion, Berlin, 1939 (aus [2.197])

schaftlich Hallen bauen. Deshalb entwickelte die Firma Brettfachwerkträger, die auch patentiert wurden, bei denen die Diagonalen an Sperrholzknotenplatten über möglichst nur einen Bolzen angeschlossen wurden (Bild 2.32). Das Sperrholz bestand aus hochfesten Hartholzurnierplatten. Die Obergurte der Binder waren stets gekrümmt, um die Stabkräfte für die Diagonalen zu minimieren. Erprobt wurde diese Konstruktionslösung bei Hallen bis 45 m Spannweite. Aber auch mit dieser Entwicklung war man offensichtlich noch nicht ganz zufrieden.

Ebenfalls völlig neu waren Fachwerkträger mit einem eigens hierfür



**Bild 2.31: Bogenbinder – Bausystem Tuchscherer, Flugzeughalle, Warnemünde, Spannweite: 56,5 m, Hallenlänge: 150 m, Ausführung: Fa. Tuchscherer AG, Breslau (aus [2.45])**



**Bild 2.32: Bogen-Fachwerk, Lagerhalle, Spannweite 20 m, Ausführung: Fa. Tuchscherer AG, Breslau (aus [2.45])**

entwickelten und patentierten Ringdübel (Bild 2.33, Durchmesser 80 mm bis 300mm), der Spannweiten bis 60 m gestattete. Die Fachwerke waren stets aus zwei oder dreifachen Kantholzgurten. Der Ringdübel war mit einer offenen Fuge ausgestattet, damit er sich an die zum Einlassen des Dübels notwendige Fräsnut optimal anpassen konnte.

Die von der Tuchscherer AG gebaute Dortmunder Westfalahalle hatte eine Spannweite von 76 m und gehörte damit zu den größten Bauwerken der ersten 25 Jahre des Ingenieurholzbaus [2.39].

#### 2.4.6 Ein konischer Holzdübel macht Karriere – Der Kübler-Dübel

Der Enkel des Firmengründers Karl Kübler gliederte Ende des 19. Jahrhunderts der 1810 in Göppingen gegründeten Baufirma Kübler AG eine Zimmerei und ein Sägewerk an. Nicht nur im Betonbau wollte die Baufirma Wesentliches leisten, sondern auch im Holzbau. Durch ihre Leistungen im Ingenieurholzbau entwickelte sich die Firma zu einer der bekanntesten Holzbaufirmen Deutschlands.

Kennzeichnend für die im Jahre 1917/1918 patentierte Bauweise Kübler war die Entwicklung von hölzernen Fachwerken, deren Streben sich in einem Punkt trafen und deren Verbindungsmittel ein „doppelkegelförmiger“ Dübel aus Holz oder Gusseisen (Durchmesser zunächst 45 mm) war (Bild 2.34). Die Gurte und Diagonalen der Fachwerke waren zweiteilig, so dass die Kräfte über Dübel und entsprechende Zwischenhölzer übertragen wurden. Damit konnten zentrische Anschlüsse realisiert werden. Die Knotenpunkte wurden an Trägern in Bauholzabmessun-

gen in den Materialprüfanstalten in Stuttgart und Dresden ausgiebig untersucht.

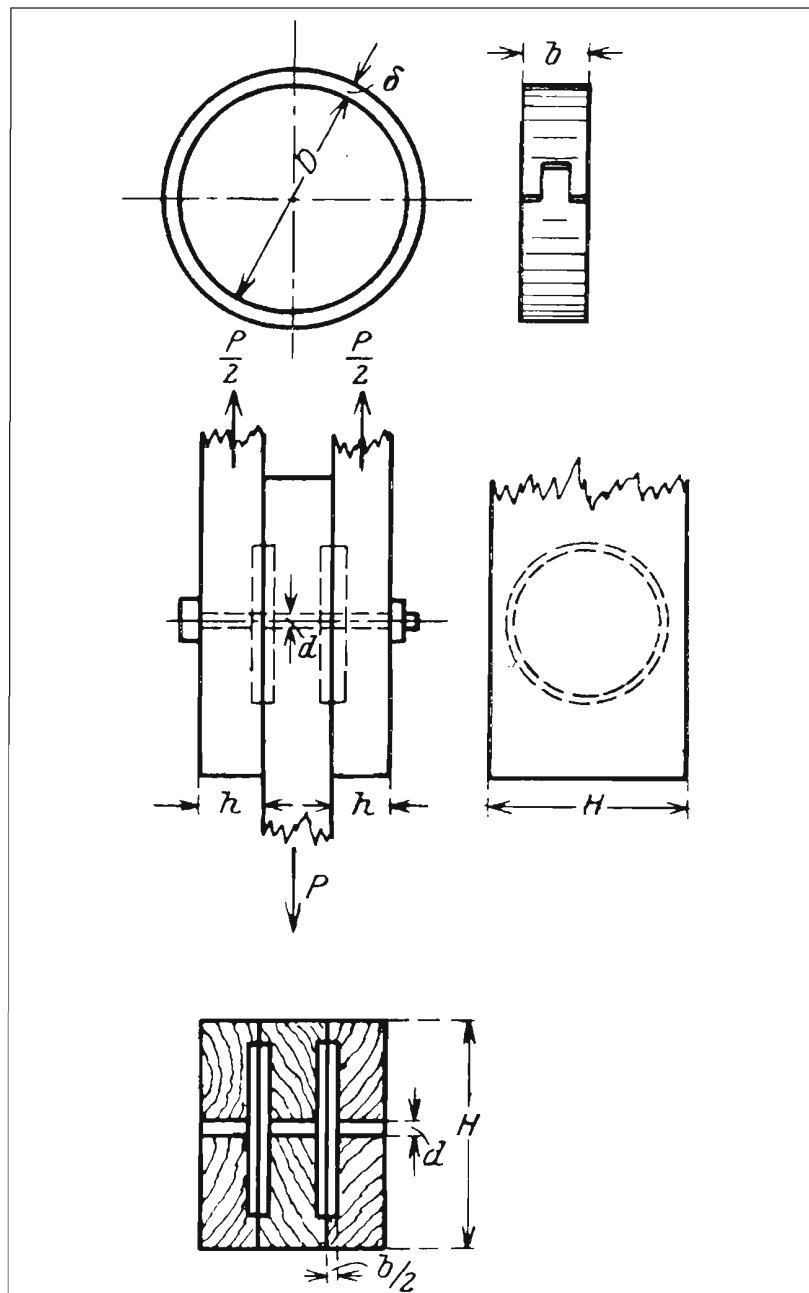
**Ausgeführte Bauwerke (Bild 2.35):**

Neben Hallenkonstruktionen mit Spannweiten bis 40 m wurden auch Fußgänger- und Straßenbrücken konstruiert und gebaut. Auch im Funkturbau bewährte sich diese Bauweise bei Höhen bis 160 m.

Die Bahnsteighallen des Stuttgarter Bahnhofs sollten vor dem Ersten Weltkrieg mit einer Stahlkonstruktion überdacht werden. Dafür stand aber nach dem Krieg kein Geld zur Verfügung, weshalb 1920 ein Holzbau ausgeschrieben wurde. Die Firma Kübler erhielt hierfür den Zuschlag, baute insgesamt vier Hallenschiffe mit 20 m Spannweite bei einem Binderabstand von 13,5 m. Die Konstruktion von zwei Hallenschiffe zur Überdachung der Gleise fünf bis acht zeigt Bild 2.35 neben einigen Details zu der Knotenpunktausbildung.

#### 2.4.7 Der Holzhallenbau – System Christoph und Unmack AG/Niesky

Im Jahre 1921 berichtete der Sohn Otto Hetzers, Otto Alfred Hetzer (1876-1937) [2.12] über die Entwicklung des Holzhallenbaus der Firma Christoph und Unmack, für den er als Direktor zuständig war. Die Abteilung Hallenbau war im Jahre 1913 von den Firmeninhabern Christoph und Unmack gegründet worden. Zu dieser Zeit gehörte die Firma schon zu den bedeutendsten Baracken- und Holzhausproduzenten und stellte auch Maschinen, Eisenbahnwagen und Stahlbauten her (s. auch Abschnitt 2.6.2). Ausgangspunkt der Entwicklung waren zunächst Fachwerkbinder aus Eisen, die ab 1882 zusammen mit der Anwendung der „Doekerschen“ Baracken als Schulturnhallen bis 12 m Spannweite verwendet wurden. In dem Bestreben, auch die Binder in Holz herzustellen und dabei größere Spannweiten zu errei-



**Bild 2.33: Ringdübelverbindung, Patent Tuchscherer AG, Durchmesser: 80...300 mm, Tragkraft: 20 KN...282 KN (aus [2.45])**

chen, entwickelte man zu Beginn des 20. Jahrhunderts gebogene Vollwandbinder mit T- oder Rechteckquerschnitt.

Die Querschnitte entstanden ähnlich den Hetzerträgern durch Übereinanderlegen von Brettern, aber nicht verbunden durch Leim sondern

durch Nagelschrauben. Otto Hetzer jun. schrieb dazu [2.12]: „Neben großer Haltbarkeit und Festigkeiten der verbundenen Lamellen ist eine schnelle Herstellung der Binder gewährleistet. Es werden bei diesem Nieskyer Spezialprofil wenige, jederzeit benutzbare Lehren gebraucht, im

Gegensatz zur Herstellung verleimter Binder, bei denen die Elemente bis zum Abbund der Leimmasse auf dem Pressgerüst liegen müssen“. Später ersetzte man die Nagelschrauben durch einen patentierten Hartholzdübel. Auf diese Art und Weise stellte man vor allem gebogene Querschnitte bis 800 mm Höhe her und es wurden Spannweiten bis 30 m realisiert.

Unter dem Begriff Nieskyer Fachwerkbinder mit Spannweiten bis 40 m und hoher Tragfähigkeit beschreibt Otto Hetzer jun. Fachwerkbinder mit Knotenplatten aus Sperrholz und mehrschnittigen Bolzenverbindungen (Bild 2.36). Bemerkenswert ist, dass man die Sperrholzplatten nicht nur über Bolzen mit den anzuschlie-

(Bild 2.38) mit 61,50 m wurde im Jahre 1935 errichtet. Hier waren die hochbeanspruchten Knotenpunkte aus geklebten Knotenplatten in einer Dicke von 100 und 80 mm, bestehend aus fünf bzw. drei Lagen kreuzwei-

se verklebten Fichtenbrettern. Die äußerste Lage der Holzfaser wurde so angeordnet, dass sie zur Richtung der angreifenden Kraft parallel verlief. Die Ringdübel greifen nur in die oberste Schicht der Knotenplatten

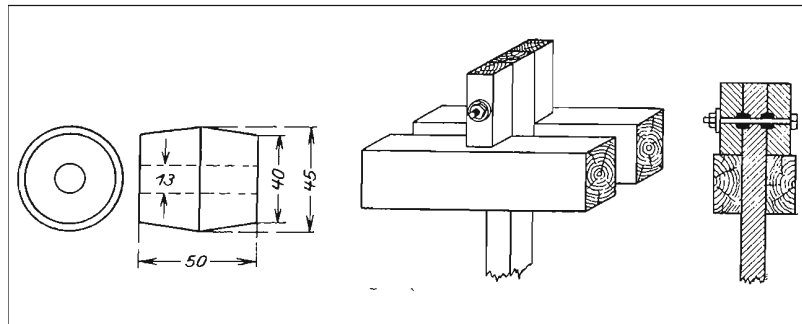


Bild 2.34: Ringdübel und Knotenpunktgestaltung, Patent Kübler AG Stuttgart (aus [2.45])

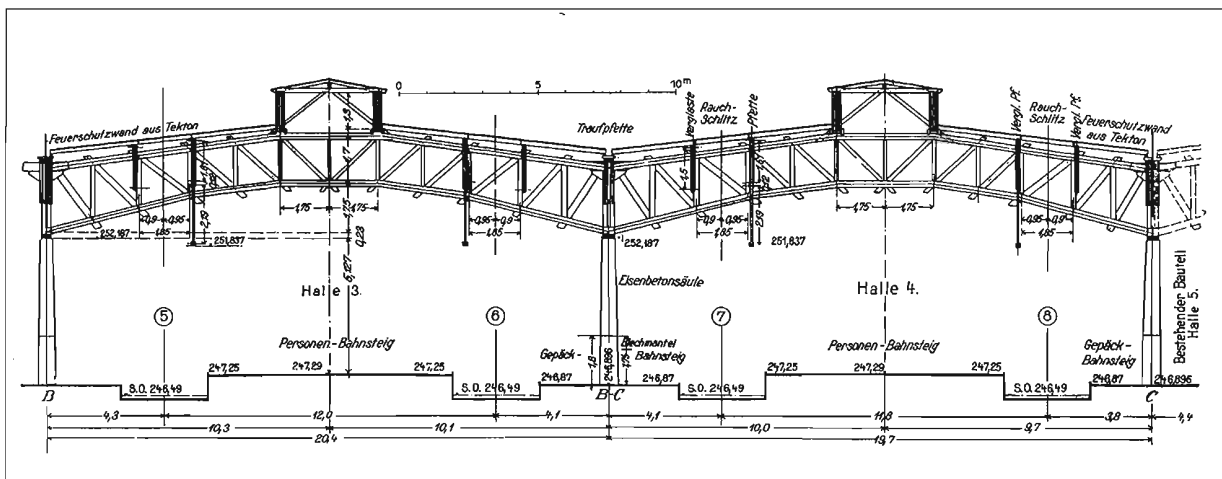


Bild 2.35: Bahnhofshalle Stuttgart, Hallenschiffe über die Gleise 5 bis 8 (aus [2.39])

Benden Stäben verband, sondern auch geklebte Vollholzplatten aus Holz herstellte [2.146]. Für hochbeanspruchte Fachwerkträger wurde zusätzlich ein patentierter Tellerdübel verwendet (Bild 2.37). Der Dübel wurde in Größen von 80 mm bis 325 mm verwendet (Tragfähigkeit von 16 kN-118 kN).

Ausgeführte Bauwerke (Bilder 2.36 bis 2.38):

Bild 2.36 zeigt einen Fachwerkbinder mit Sperrholzknotenplatten, Spannweite 23 m, an den vier Kranbahnen mit einer Last von jeweils 40 kN angehängt sind. Eine sehr weit gespannte Salzlagerhalle

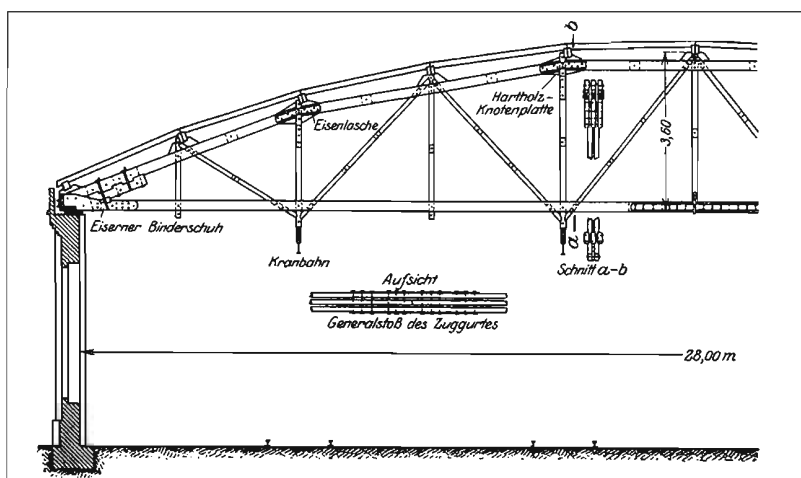


Bild 2.36: Nieskyer Fachwerkbinder, Christoph und Unmack AG (aus [2.39])

ein. An manchen Stellen übertrug die Knotenplatte 1200 kN. Die Konstruktion wurde bereits nach den Regeln der im Entwurf vorliegenden ersten Fassung der DIN 1052, der „Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau“ berechnet und konstruiert [2.198].

### 2.4.8 Die Holzbauweise Sommerfeld

Die Baufirma Sommerfeld in Berlin entschied sich bei der Untersuchung wirtschaftlicher Lösungen für weit gespannte Holztragwerke für Fachwerkträger. Dr. Theodor Geste-

tschi, Berater der Firma Sommerfeld, bemerkt dazu [2.12]: „Als die Firma Sommerfeld damit begann, weitgespannte Hallenkonstruktionen in Holz – um die es sich hier hauptsächlich handelt – auszuführen, fiel mir die Aufgabe zu, Tragwerke zu entwerfen, die sowohl schnelle und einfache Herstellung gestatteten, als auch möglichst geringen Materialaufwand, also geringe Kosten erforderten; denn die Firma konnte nur auf Aufträge rechnen, wenn die Kosten sich nicht höher als die Angebote anderer Firmen stellten. ... Ich entschied mich für das Fachwerk als Haupttragssystem, da dieses eine gute Ausnutzung des Baustoffes erlaubt, großen Belastungen, auch bei beträchtlichen Stützweiten, gewachsen ist und eine einfache und schnelle Ausführung ermöglicht“.

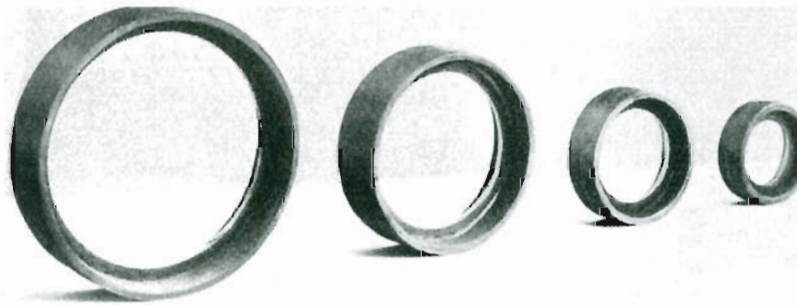


Bild 2.37: Ringdübel Christoph & Unmack, Niesky, Durchmesser: 80...325 mm, Tragkraft: 16-118 kN (aus [2.45])



**Otto Alfred Hetzer**  
(Otto Hetzer Junior)

Geboren am 01.12.1876  
in Weimar

Gestorben am 09.09.1937  
in Berlin

#### Lehre/Studium

1887  
Nach dem Abitur praktische Tätigkeit als Maurer und Zimmerer

1897–1901  
Architekturstudium an der TH Berlin-Charlottenburg

1901  
Technische Hilfskraft in der Firma seines Vaters

#### Berufliche Laufbahn

1901  
Eintritt in die Firma seines Vaters

1901  
Kaufmännischer und technischer Betriebsleiter

1901–1903  
Stellvertreter des Alleinvorstandes

1903  
Mitbegründer der Zentrale der Deutschen Parkettfabriken

1903–1909  
Gesamtvorstand der Otto Hetzer AG

1906–1910  
Gründer und Vorsitzender der Mitteldeutschen Parkettvereinigung

1909  
Verantwortlich für den Bau der Eisenbahnhalle für die Brüsseler Weltausstellung

1910  
Brüsseler Weltausstellung

Mitte 1910  
Austritt aus der Otto Hetzer AG gemeinsam mit seinem Vater wegen illoyalem Verhalten des Vorstandes gegenüber seinem Vater

1910  
Direktor der ältesten deutschen

Parkettfabrik Robert Manns, Ilfeld/Harz

1914–1917  
Teilnahme am Ersten Weltkrieg

1919–1922  
Direktor für Hallenbau bei der Firma Christoph & Unmack in Niesky

1922–1927  
Erster Direktor und technisches Vorstandsmitglied der Gustav Richter AG für Hoch-, Tief- und Eisenbetonbau Plauen, Holzhallen und Siedlungsbauten

1927–1930  
Direktor und Leiter der Werbeabteilung der Aktiengesellschaft für Bauausführung, Berlin, für die Zentrale in Berlin und für alle Niederlassungen in Deutschland

1930–1933  
Werbetätigkeit für die Parkett-Union in Berlin und für die Kehlheimer Parkettfabrik

Mehrere Veröffentlichungen und Vorträge über freitragende Holzkonstruktionen

Foto: Fam. Ohnesorge, Bergisch-Gladbach

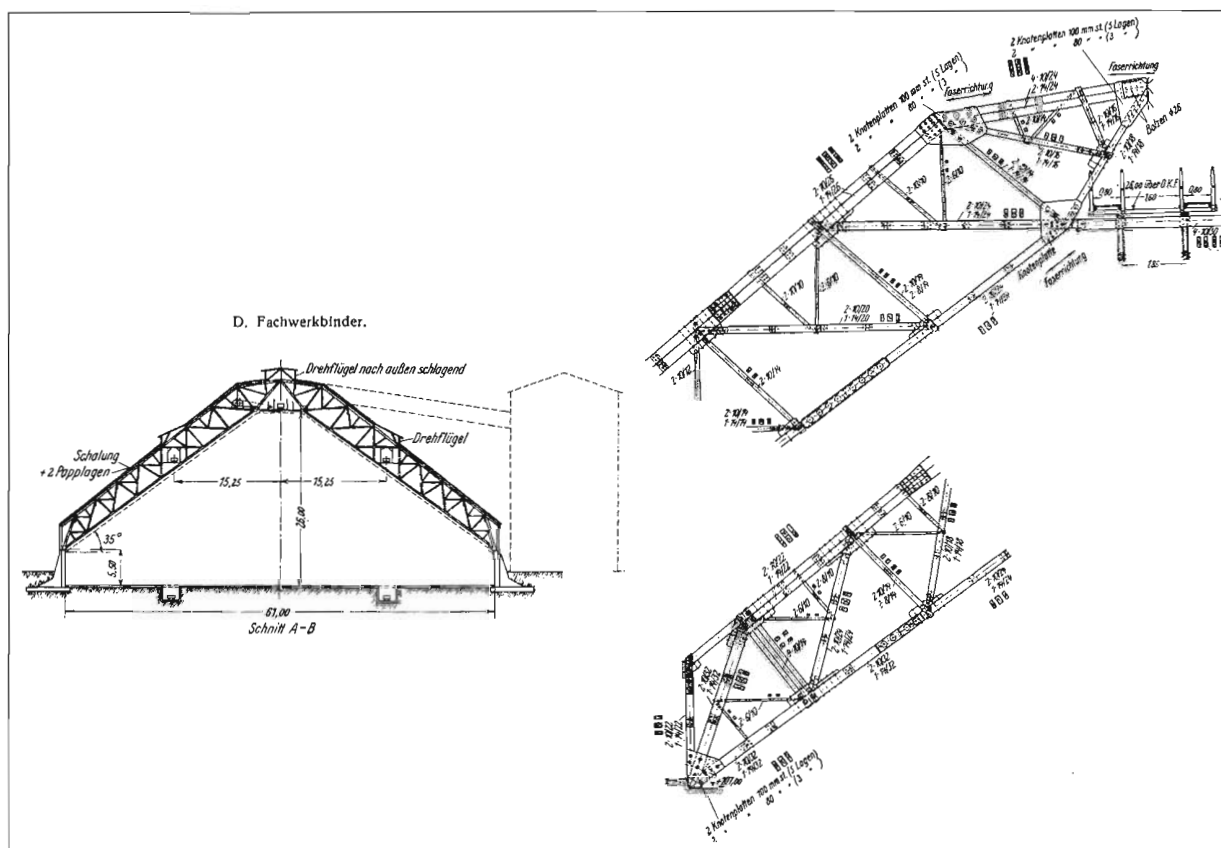
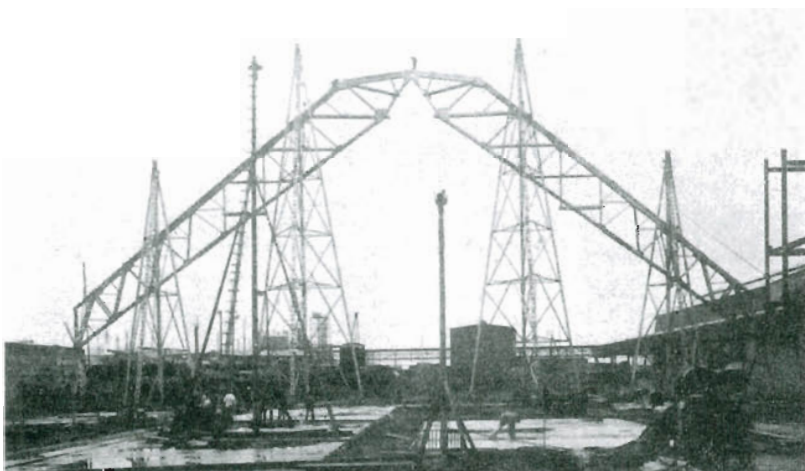


Bild 2.38: Salzlagerhalle mit geklebten Knotenplatten aus Fichtenholz, Spannweite 61,5 m, Ausführung: Fa. Christoph & Unmack AG, Niesky, 1935 (aus [2.198])

a) Konstruktion der Binder



b) Bindermontage (aus Mitteilungen FA für Holzfragen, Heft 26, 1940)

Den Ausgangspunkt der Überlegungen bildeten die amerikanischen Holzbrückenträger des 19. Jahrhunderts (Bild 2.39). Man entschied sich

für einfache Fachwerke mit druckbeanspruchten Holzdiagonalen und zugbeanspruchten Pfosten aus Stahl oder Holz.

Realisiert wurden Spannweiten bis 50 m (Bild 2.40). Die Firma führte auch Funktürme bis 50,0 m Höhe aus.

### 2.4.9 Die Bauweise „Cabrol“

Die Firma Carl Brösel, Kassel, begann etwa 1910, weit gespannte Holzhallen für die Kaliindustrie (zum Beispiel Lagerschuppen für Roh- und Fertigsalze) zu entwickeln. Diese wurden vor allem als Fachwerk-Rahmen ausgeführt, deren Verbindungen aus „biegefesten Rohrdübeln“ aus Eisen, Stahl oder bei besonders aggressiver Umgebung aus Hartholz (aus Eiche, Esche, Buche oder Bongossi) bestanden (Bild 2.41), die gleichzeitig einen Verbandsanschluss aller Stäbe garantieren sollten. Die einzelnen

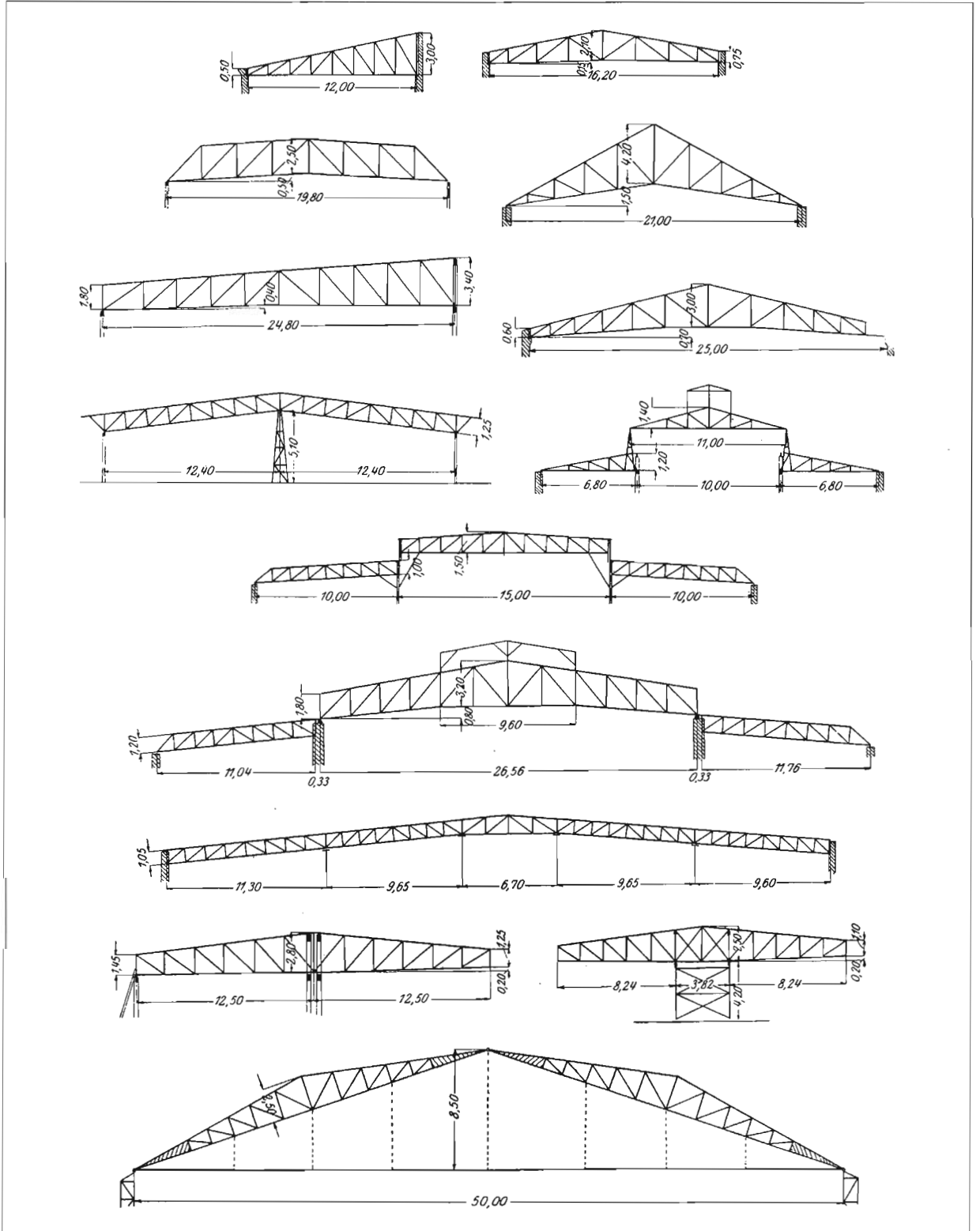


Bild 2.39: Übersicht ausgeführter Hallenkonstruktionen in den Spannweiten von 12 bis 50 m, Ausführung: Fa. Sommerfeld, Berlin (aus [2.12])

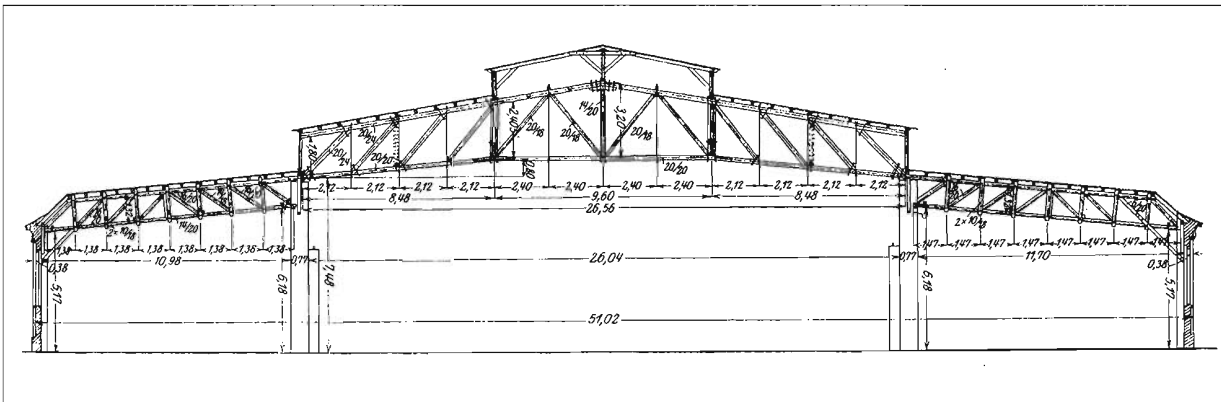


Bild 2.40: Flugzeughalle, Spannweite 26 m, Ausführung: Fa. Sommerfeld, Berlin (aus [2.12])

Bauteile wurden auf der Baustelle zusammengelegt und anschließend die Bohrungen für die Dübel hergestellt. Es kamen Dübeldurchmesser von 42, 51, 60 und 70 mm zur Anwendung. Ergänzt wurde der Anschluss durch Verwendung von Stahlknotenblechen, wobei damit sehr schlanke Holzstäbe angeschlossen werden konnten. Auch Gelenkrohrdübel wurden eingesetzt.

Die Firma Karl Brösel wurde in den 30er-Jahren von der Wintershall AG übernommen. Dem Technischen Büro stand lange Jahre der auch durch zahlreiche Veröffentlichungen bekannte Holzbauingenieur und Fachbuchautor Franz Trysna (1886–1958) vor.

**Ausgeführte Bauwerke (Bild 2.42–2.44):**

Hauptsächlich wurden Fachwerkbinder hergestellt, mit denen Spann-

weiten bis 60 m realisiert wurden. Da in erster Linie für die hessisch-thüringische Kaliindustrie gebaut wurde, handelte es sich vor allem um Dreigelenk-Konstruktionen für Speicherbauten. Der größte errichtete Speicher hatte eine Spannweite von 54 m bei einem Binderabstand von 7,5 m und 120 m Länge des Speichers, ausgeführt als Zweigelenk-Konstruktion (Bild 2.42). Beidseitig hatte die Halle noch je einen Kragarm mit 8 m Länge. Der Untergurt im Firstbereich war aus Brettschichtholz in Nagelpressklebung hergestellt [2.49]. Der Speicher wurde bis 1992 ununterbrochen genutzt und dann abgerissen. In den 30er-Jahren ging man aus Gründen der Verwendung dünner und kurzer Holzsortimente dazu über, derartige Speicherbauten in Vollholz aus verbretterten Trägern mit Stegen aus vier- bzw. zweilagigen gekreuzten Diagonalen und Gurten aus Brettern herzustellen. Bild 2.43 zeigt eine derartige Halle für eine Spannweite von 45 m mit einem Binderabstand von 10 m und mit einer Hallenlänge von 150 m. Wegen des großen Binderabstandes sind auch die Pfetten als verbretterte Träger hergestellt. Der Binder setzte sich aus zwei und vier gekreuzten Brettlagen mit einer senkrecht verlaufenden Mittellage (Brettdicke 20 mm) zusammen. Die Gurte bestehen aus jeweils drei Querschnitten 14/16 cm, verbunden mit Bongossi-Runddübeln, die verdeckt eingebaut wurden.

### Franz Trysna Dipl.-Ing., Oberingenieur

Geboren am 30.01.1886  
in Friedland/Isergebirge

Gestorben am 01.12.1958  
in Kassel

#### Lehre/Studium

1902–1906  
Besuch der höheren K. u. K.  
Staatsgewerbeschule in  
Reichenberg

#### Berufliche Laufbahn

1907  
Mitarbeiter im Architekturbüro  
Gustav Schrader in Hamburg

1910  
Mitarbeiter im technischen  
Zentralbüro der Gewerkschaft  
Wintershall Heringen/Werra und  
ab 1911 in Kassel

#### 1914–1916

Tätigkeit bei Wayss und  
Freytag in Wien

#### 1917

Leiter des Technischen Zentral-  
büros der Kaliwerke der Gewerk-  
schaft Wintershall in Kassel

Verantwortlich für die Planung  
und Errichtung zahlreicher weit  
gespannter Speicherbauten und  
mehrgeschossiger Industriege-  
bäude in Holzbauweise

Mitwirkung bei der Entwicklung  
materialsparender hölzerner  
Dachkonstruktionen

Entwicklung von Fachwerkträgern  
mit Holz-Stahl-Knotenplatten

#### Bücher

Gattner/Trysna  
Hölzerne Dach- und Hallenbauten,  
Ernst & Sohn, Berlin,  
1952 und 1961



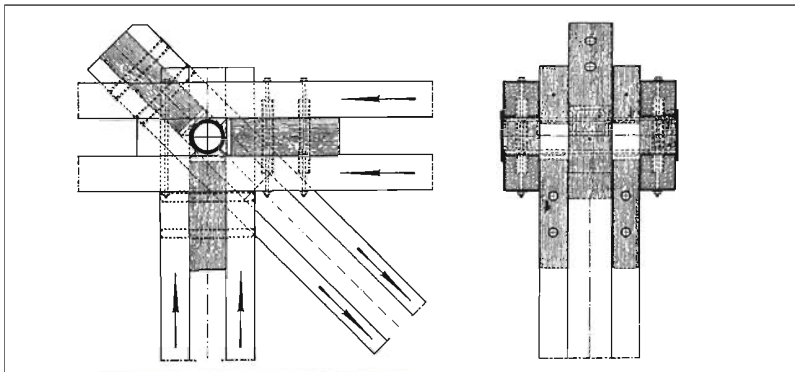


Bild 2.41: Rohrdübelbauweise, Patent Cabröl, Fa. Carl Brösel Kassel (aus [2.45])

Aufgrund der ständig wirkenden aggressiven Umweltbedingungen bei der Kaliproduktion baute man auch sechs- bis achtgeschossige Produktionsgebäude vollständig aus Holz. Da die Decken der Gebäude durch die Produktionsanlagen mindestens  $5 \text{ kN/m}^2$  Verkehrslast zu tragen hatten, waren Stützen für Lasten bis zu  $5000 \text{ kN}$  zu konstruieren (Bild 2.44).

Selbstverständlich waren auch die Förderbrücken aus Holz. Diese hatten manchmal eine Gesamtlänge von  $500 \text{ m}$ . Die Brückenfelder hatten

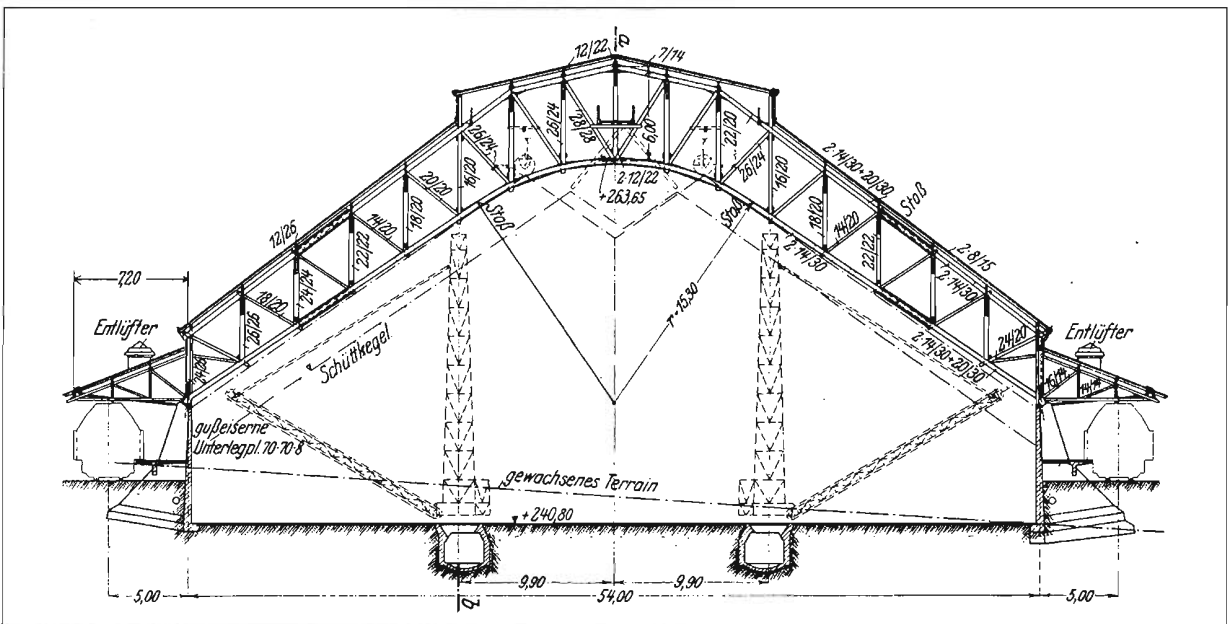


Bild 2.42: Salzlagerrhalle Merkers, Spannweite:  $54 \text{ m}$ , Binderabstand:  $7,5 \text{ m}$ , Hallenlänge:  $120 \text{ m}$ , Ausführung: Fa. E&S. Fischer, Wernhausen, 1926 (aus [2.198]) a) Konstruktion der Binder



b) Die ersten montierten Binder

eine Spannweite von  $20$  bis  $30 \text{ m}$  und waren z. T. zweistöckig.

### 2.4.10 Das Ende der Dübelentwicklung – Die baupolizeiliche Regelung der Dübel besonderer Bauart

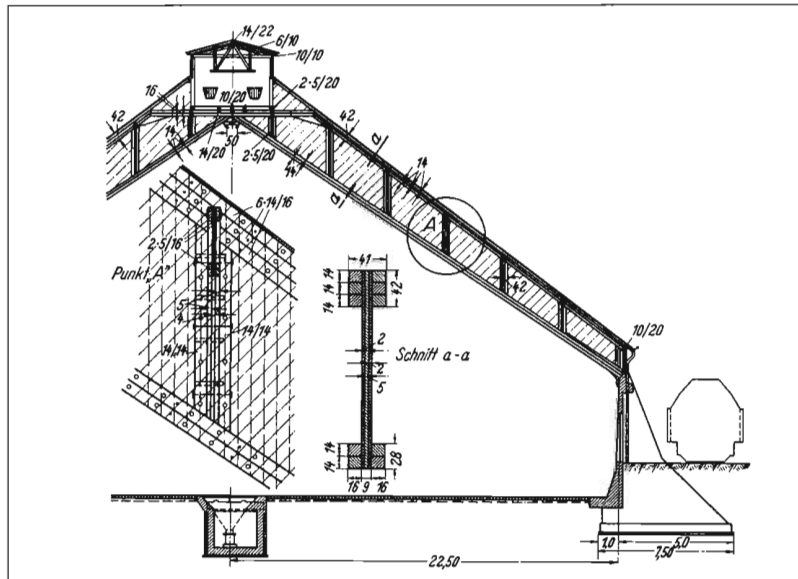
Seit den ersten innovativen Dübelentwicklungen in der Zeit der Propagierung energiearmer Baustoffe nach dem ersten Weltkrieg hat es immer wieder Zimmermeister und Ingenieure gegeben, die neue Dübel auf den Markt brachten. Damit wollten

sie zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Holzbaus beitragen. Grundsätzlich handelte es sich um zwei Arten von Dübeln. Die Einlassdübel, welche aufgrund ihrer Konstruktion in das Holz eingelassen werden, nachdem das entsprechende Profil in das Holz eingefräst wurde.

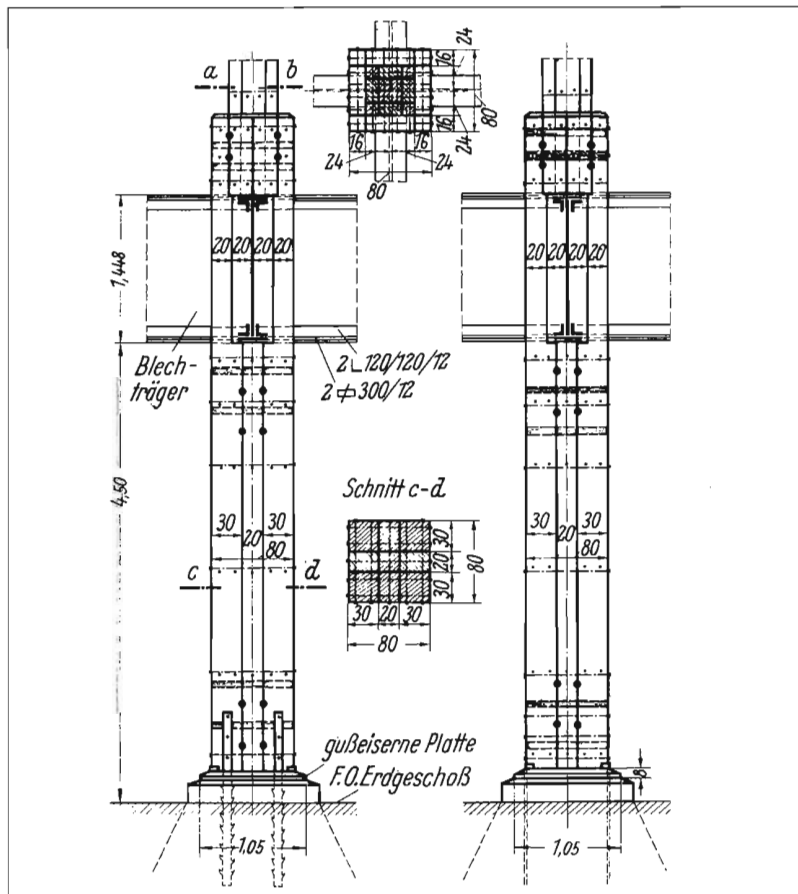
Die zweite Art von Dübeln wurde 1920 von dem Norwegischen Ingenieur Theodorsen entwickelt und etwa um 1926 in den deutschen Markt eingeführt. Es handelte sich um runde oder quadratische Dübel aus Siemens-Martin-Sonderstahl, die mit senkrecht stehenden Zähnen hergestellt und in das Holz eingepresst wurden (Bild 2.45). C. Kersten empfahl den Zimmerern diese Dübel, weil man sie käuflich erwerben konnte. „Es ist im neuzeitlichen Holzbau als ein gewisser Nachteil zu bezeichnen, dass bei der Vergebung der Arbeiten vielfach nur solche Bauunternehmungen in Frage kommen, die ein bestimmtes patentrechtlich geschütztes Verfahren ihr eigen nennen (gemeint waren die Holzbauunternehmen mit eigenen Dübelentwicklungen – Anmerkung des Verf.). Die Zimmermeister, die den freitragenden Holzbau bisher nicht gepflegt haben, gehen zumeist leer aus, weil ihnen die Möglichkeit, patentrechtlich geschützte Dübelverbindungen zu verwenden, nicht gegeben ist. Zweck der folgenden Ausführungen soll es nun sein, die deutschen Zimmermeister auf eine sehr einfache Dübelverbindung aufmerksam zu machen, die, im Gegensatz zu anderen Dübelverbindungen (Ring-, Teller-, Scheibendübel) keine vorausgehende Fräsarbeit benötigt. Die Bleche werden fabrikmäßig hergestellt und können von jedermann für billiges Geld beschafft werden.“ [2.163].

Zu den Einpressdübeln zählte auch die Greimsche Krallenplatte.

Nach dem zweiten Weltkrieg standen dem entwerfenden Ingenieur eine Vielzahl von Einlass- und Einpressdübeln zur Verfügung, was Wilhelm Stoy (1887–1958) im Jahre 1952 zu der Feststellung veranlasste: „Bei



**Bild 2.43:** Salzlagerhalle Heringen, Spannweite 45 m, Binderabstand: 10 m, Hallenlänge: 150 m, Ausführung: Wintershall AG, 1938 (aus [2.199])



**Bild 2.44:** Hallenstütze eines mehrgeschossigen Produktionsgebäudes, Tragkraft: 4 530 KN, Wintershall AG (aus [2.199])

der Bearbeitung von Holzbauwerken steht dem entwerfenden und beratenden Ingenieur eine große Zahl der verschiedensten Holzverbindungsmitel zur Verfügung. Es muß jedoch seinem persönlichen Gestaltungswillen und seiner Sachkenntnis überlassen bleiben, den jeweils günstigsten Holzverbinder zu wählen, um die geeignetste und wirtschaftlichste Lösung zugrunde zu legen.“ [2.111].

Dabei durften Hersteller von neuartigen Dübelverbindern seit einer

behördlichen Verordnung im Jahre 1937 (Verordnung vom 8. Nov. 1937, Reichsgesetzblatt I, S. 1177) diese nur in Verkehr bringen, wenn sie eine allgemeine baupolizeiliche Zulassung hatten. Erst mit der vierten Fassung der DIN 1052 im Jahre 1943 wurden die zu dieser Zeit gebräuchlichsten Dübel in die Norm aufgenommen und ihre Verwendung hinsichtlich der Tragfähigkeit und der konstruktiven Durchbildung geregelt (zu den ersten genormten Dübeln siehe Abschnitt

8.3). Dazu wurde extra ein gesonderter Teil der DIN 1052 geschaffen – der Anhang 2 zur Norm.

### 2.4.11 Der Nagel – eine leistungsfähige Verbindung im Ingenieurholzbau

Den Auftrag für die Planung einer Turnhalle mit 16 m Spannweite erhielt Wilhelm Stoy 1928 nur unter der Bedingung, dass die Binder aus



**Wilhelm Stoy**  
Prof. Dr.-Ing. habil.  
Dr.-Ing. E.h.

Geboren am 26.08.1887  
in Klein-Fischbach (Rheinland)

Gestorben am 23.11.1958  
in Braunschweig

#### Lehre/Studium

Sohn einer Bauernfamilie aus dem Bezirk Köln

Studium des Bauingenieurwesens an den Technischen Hochschulen von Darmstadt, Danzig und Braunschweig

#### Berufliche Laufbahn

##### 1912

Ingenieur bei der Firma Wayss & Freytag in Neustadt a. H. und beim Stahlwerk Hoesch in Dortmund/Düsseldorf

nach Verwundung im ersten Weltkrieg Vollendung des Studiums an der TH Braunschweig

Oberingenieur der Firma Reif und Hammers in Hamburg

##### 1918

im Konstruktionsbüro der Firma Dyckerhoff & Widmann AG in Wiesbaden-Biebrich tätig

##### ab 1920

Studienrat an der damaligen Höheren Landesbauschule Holzminden tätig

##### 1926

Promotion mit der Dissertation „Massenermittlungen der Lehrbogen von Wölb- und Bogentragwerken unter besonderer Berücksichtigung der Strebenwerke“

##### 1927

Habilitationsschrift „Beitrag zur wirtschaftlichen Ausbildung von Lehrgerüsten“

Privatdozent an der TH Braunschweig, gemeinsam mit Dr.-Ing. Fonrobert Gründung eines Ingenieur-Laboratoriums in Holzminden

##### 1928

Konstruktion des ersten genagelten freitragenden Dachbinders für die Turn- und Festhalle in Adorf (Waldeck)

##### 1929–1945

umfangreiche Forschungen zur Tragfähigkeit der Nagelverbindungen

#### Veröffentlichungen

65 wissenschaftliche Veröffentlichungen

##### 1933

„Der Holznagelbau“  
(in fünf Sprachen übersetzt)

##### 1939

„Ingenieurholzbau“ (erste Auflage)

##### 1950

„Holzbau“  
(fünfte, völlig neu bearbeitete Auflage des „Ingenieurholzbau“) zahlreiche Aufsätze in Zeitschriften und Taschenbüchern

##### 1938

Ernennung zum außerordentlichen Professor an der TH Braunschweig

##### 1939

Erteilung eines Lehrauftrages an der TH Braunschweig

##### nach 1945

Zuwendung zu wirtschaftlichen Rundholzbauweisen

Mitglied der amerikanischen Gesellschaft für Holzforschung (Wisconsin, USA)

##### 1953

Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber der TH Hannover in Würdigung seiner Verdienste um die Entwicklung der Holznagelbauweise

##### 1954

Prüfingenieur für Baustatik

##### 1955

Mitglied der amerikanischen Gesellschaft für Holzforschung (Forest Product-Research Society, Madison/Wisconsin)

Foto: Prof. Karl Heinz Stoy

Brettern mit Nägeln beständen und diese zusammengenagelt werden können. Das Projekt war zunächst nicht ausführbar, da es in Deutschland keine Berechnungs- und Konstruktionsvorschriften für Nagelverbindungen gab.

Für wichtige Bauglieder und Verbindungen verboten die Vorläufigen Baubestimmungen der Deutschen Reichsbahn sogar den Nagel als Verbindungsmittel. Auch die erste Entwurfsfassung der neuen Berechnungsnorm DIN 1052 des Jahres 1931 sah ein vollständiges Verbot der Nagelverbindungen vor.

In anderen Ländern Europas baute man dagegen weit gespannte Holztragwerke mit Nagelverbindungen mit Spannweiten bis 170 m, so zum Beispiel bei bogenförmigen Lehrgerüsten für Betonbrücken in Frankreich [2.151]

Stoy bemerkt dazu 1930 [2.150] „Das letzte Jahrzehnt war auf dem Gebiet des neuzeitlichen Holzbaus reich an möglichen Erfindungen neuer Verbindungsmittel; dabei hat man aber einem der ältesten und einfachsten Verbindungsmittel, dem Drahtstift, nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl er am häufigsten verwendet wird

und am leichtesten anzubringen ist.“

Um den Auftrag zur Planung der Halle ausführen zu können, begann Wilhelm Stoy mit ersten grundlegenden Versuchen zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Nägeln. Seinen ersten Ergebnissen ist es zu verdanken, dass er noch im gleichen Jahr den gewünschten Brettbinder in Nagelbauweise zur Überdachung der Turn- und Festhalle bauen konnte (Bild 2.46). 1931 folgte eine Halle aus Brettbindern mit bogenförmigem Obergurt und einer Spannweite von 18 m für eine Sperrholzfabrik. Nach insgesamt sieben Jahren intensiver

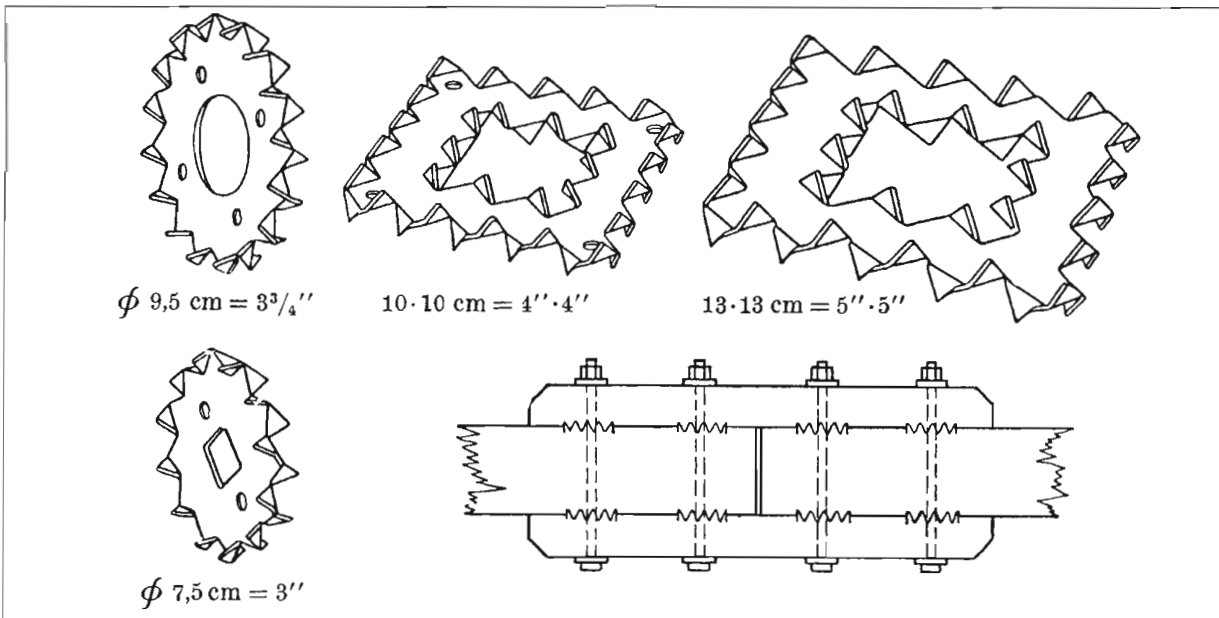


Bild 2.45: Bulldogdübel, Stand 1926, Tragkraft: 5 kN–35 kN (nach [2.45])

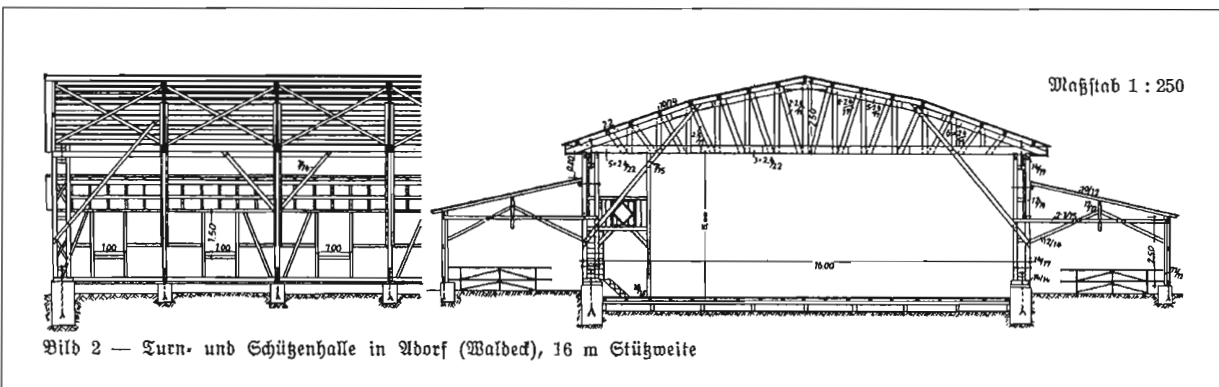
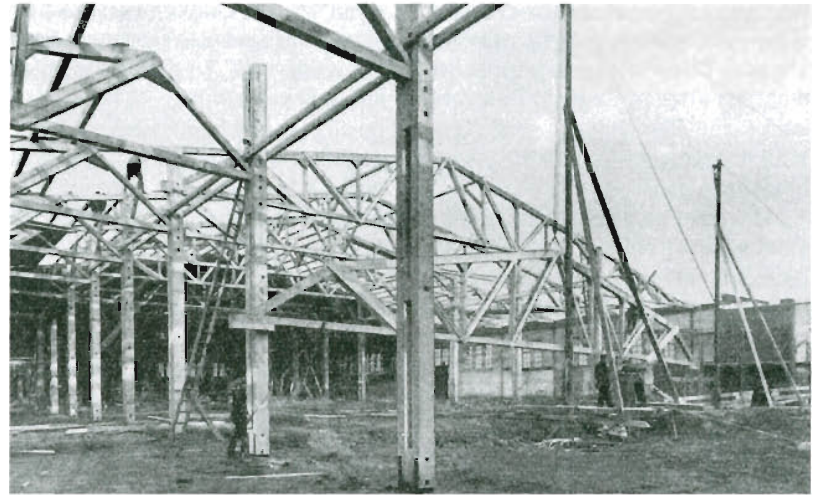


Bild 2.46: Turn- und Schützenhalle Adorf (Waldeck), Binder aus Brettern von 24 mm und 170 mm Breite, Spannweite: 16 m, Entwurf: Wilhelm Stoy, 1928 (aus [2.174])

Forschungstätigkeit veröffentlichte Wilhelm Stoy im Jahre 1935 seine Ergebnisse, die auch einen Vorschlag für die Aufnahme des Nagels als tragendes Verbindungsmittel in die in Vorbereitung befindliche erste Fassung der DIN 1052 enthielten. Bezogen auf die Bedeutung dieses Verbindungsmittels für den Zimmermann bemerkte er einleitend in [2.174]: „Der gewöhnliche Drahtnagel ist ein Holzverbindungsmittel, das dem Handwerker, dem Tischler und Zimmermann, so bekannt ist, daß darüber kein Wort verloren zu werden braucht. Er wird seit mehr als 100 Jahren im Bauwesen für alle möglichen Zwecke benutzt. Obgleich in den letzten 15 Jahren auf dem Gebiet des neuzeitlichen Holzbaus eine Reihe von neuen Erfindungen gemacht worden ist, hat man sich erst in letzter Zeit eingehender mit dem Drahtnagel befasst. Er ist das einfachste und billigste Holzverbindungsmittel und spielt daher vom wirtschaftlichen Standpunkt aus für das Zimmererhandwerk eine große Rolle.“

1936 konstatiert er mit gewisser Befriedigung: „Zu den Vorzügen dieser Bauweise (gemeint ist die Nagelbauweise) gehört in erster Linie die große Steifigkeit der Knotenpunkte. Die Laboratoriumsbeobachtungen in dieser Hinsicht sind durch die Erfahrungen der Praxis vollauf bestätigt und



**Bild 2.47: Binder für die Erweiterung der Messehalle 4 der Technischen Messe Leipzig aus Bohlen und Kanthölzern, Spannweite 20 m mit 2 Seitenschiffen von 10 m, Entwurf und Ausführung: Fa. Dr. Seidel, Leipzig, 1936 (aus [2.198])**

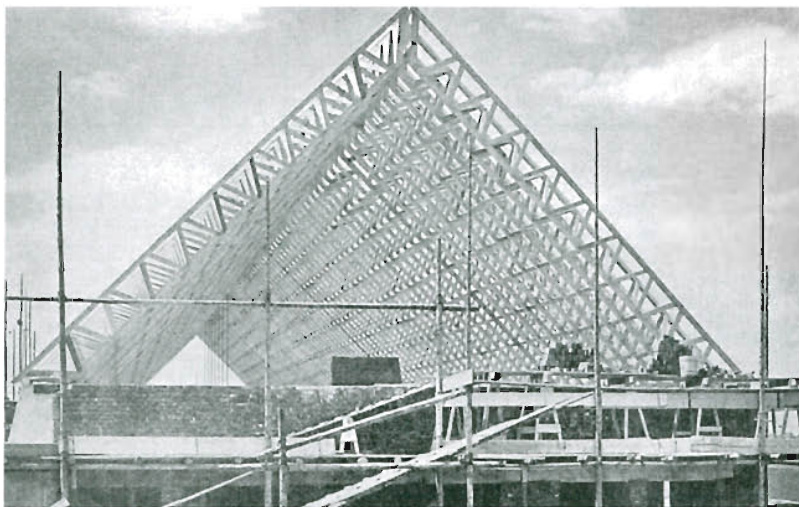
ergänzt worden. Der Stich, der den ausgeführten Bindern in der Mitte gegeben worden ist, ist durchweg noch in vollem Umfang vorhanden. Als weiterer Vorzug dieser Bauweise ist die Schnelligkeit zu buchen, mit der gearbeitet werden kann, ein Vorzug, der bei keiner anderen Bauweise so offensichtlich in Erscheinung tritt.“ [2.171].

Die Arbeitsgemeinschaft Holz förderte die Bemühungen zur Anwendung der Nagelverbindungen im Holzbau intensiv, durch Probagerung der

Bauweise in ihren Schriften, auf Messen oder Tagungen, aber auch durch finanzielle Unterstützung der notwendigen Forschungsarbeiten.

Erich Seidel (1900–1966) stellte 1933 auf dem alljährlichen Stand der Arbeitsgemeinschaft Holz auf der Leipziger Frühjahrmesse erstmals einen genagelten Kantholzbinder mit einer Spannweite von 20 m vor, der großes Aufsehen erregte.

Gegenüber einem vergleichbaren Fachwerkbinder mit Verbindungen aus Einpressdübeln wies Seidel eine Holzeinsparung von 30 Prozent nach. 1937 verwendete Seidel genagelte Kantholzbinder für die Erweiterung der Messehalle 4 auf dem Gelände der Technischen Messe Leipzig (Bild 2.47). Er erinnerte sich später [2.155]: „Vor 10 Jahren wurde auf der Leipziger Frühjahrmesse 1933 auf dem Stand der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz in der Halle der Baumesse ein Nagelbinder gezeigt. Dieser Binder war der allen sichtbare Ausgangspunkt und Anfang der Nagelbauweise, die heute im Holzbau unbestritten eine führende Stellung einnimmt und eine außerordentlich große Verbreitung erhalten hat. Sie hat sich nun schon über 10 Jahre bewährt und wird von fast allen Holzbauunternehmen, ob sie nun zum Handwerk oder zur



**Bild 2.48: Materialsparendes Sparrendach, Faltwerk-Fachwerkbinder, Entwickler: Kroher, 1939 (aus [2.226])**

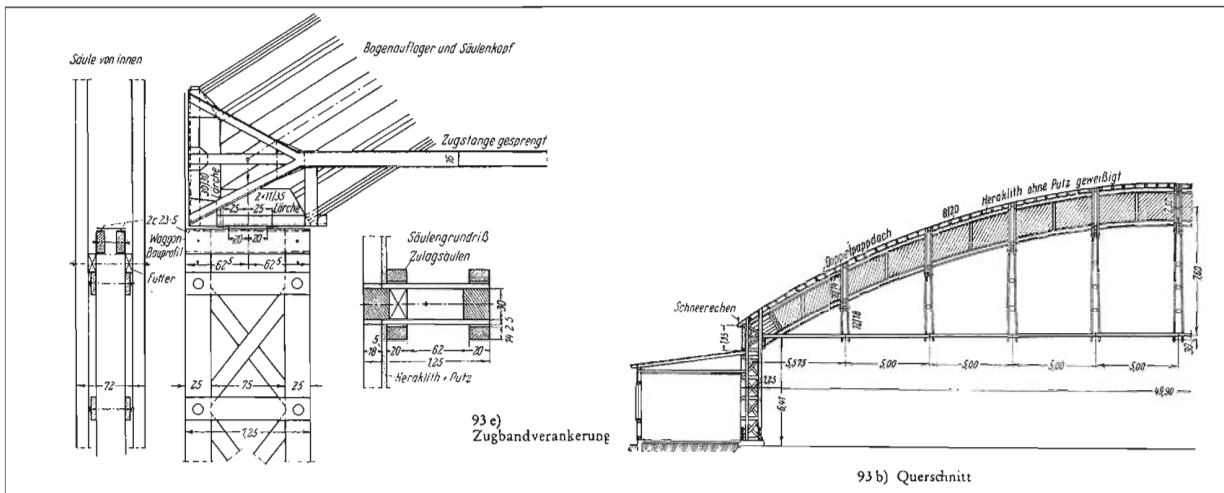


Bild 2.49: Flugzeughalle Wien, Spannweite 51,5 m, Binderabstand: 6,0 m, Hallenlänge: 30 m, Entwurf und Ausführung: Wenzl Hartl, Holzkonstruktionsgesellschaft, Wien 1940 (aus [2.197])

Industrie gehören, in großem Umfang angewendet.“

Damit begann eine Entwicklung zu weit gespannten Tragwerken für Dach-, Decken- und Brückenkonstruktionen unter Verwendung tra-

gender Nagelverbindungen, die gerne von den Zimmerern aufgegriffen wurde, da man hierfür keine Lizenzen zu erwerben brauchte.

Die mit finanzieller Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft Holz von

Wilhelm Stoy durchgeführten umfangreichen Versuche führten aufgrund eines Antrages von Erich Seidel und Wilhelm Stoy an den Normenausschuss zur Aufnahme der Nagelverbindung in das Regelwerk der ersten Ausgabe der 1933 behördlich für das gesamte Reichsgebiet eingeführten DIN 1052.

Der Zwang zur sparsamsten Baustoffverwendung im Zweiten Weltkrieg und die Möglichkeit der Verwendung dünner Holzsortimente sowie die Herstellung der Konstruktionen mit ungelerten Hilfskräften förderte weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeiten, was zu zahlreichen Neuentwicklungen führte. So gelang es innerhalb von nur 10 Jahren nicht nur, Fachwerkträger unter Verwendung von Brettern, Bohlen und Kanthölzern mit Spannweiten bis 40 m, sondern auch sehr materialsparende Vollwandträgern aus Brettern und Bohlen mit Spannweiten bis 30 m herzustellen.

Im Jahre 1937 wurde durch den durch die Gründung einer eigenen Zimmereifachschule bekannten Zimmermeister Fritz Kress (1884–1963) [2.206] eine groß angelegte Befragung bei Zimmereien durchgeführt und festgestellt, dass 80 Prozent aller Decken in Wohngebäuden und 95 Prozent aller Dachkonstruktionen in Holz ausgeführt wurden.



**Fritz Kress**  
Zimmermeister

Geboren am 28.03.1884  
in Tübingen

Gestorben am 25.06.1963  
in Tübingen

Lehre/Studium 1898/99  
Zimmererlehre in Tübingen,  
Reutlingen und Stuttgart

**Berufliche Laufbahn ab 1906**  
Meisterprüfung in Reutlingen  
und Gründung einer eigenen  
Zimmerei

**1906**  
Gründung einer Zimmereifach-  
schule, über 6 000 Schüler  
haben sich in seiner Zeit als  
Leiter der Schule zum Zimmerer  
ausbilden lassen

**Bücher**  
„Zimmerpolier“, 1908, erscheint  
in 11 Auflagen in 55 000 Exem-  
plaren

„Der praktische Zimmerer“,  
erscheint in 8 Auflagen

„Der Treppen- und Geländerbauer“

„Das Technische und mechani-  
sche Rechnen des Zimmermanns“

**1927**  
Entwicklung eines  
Schiffapparates

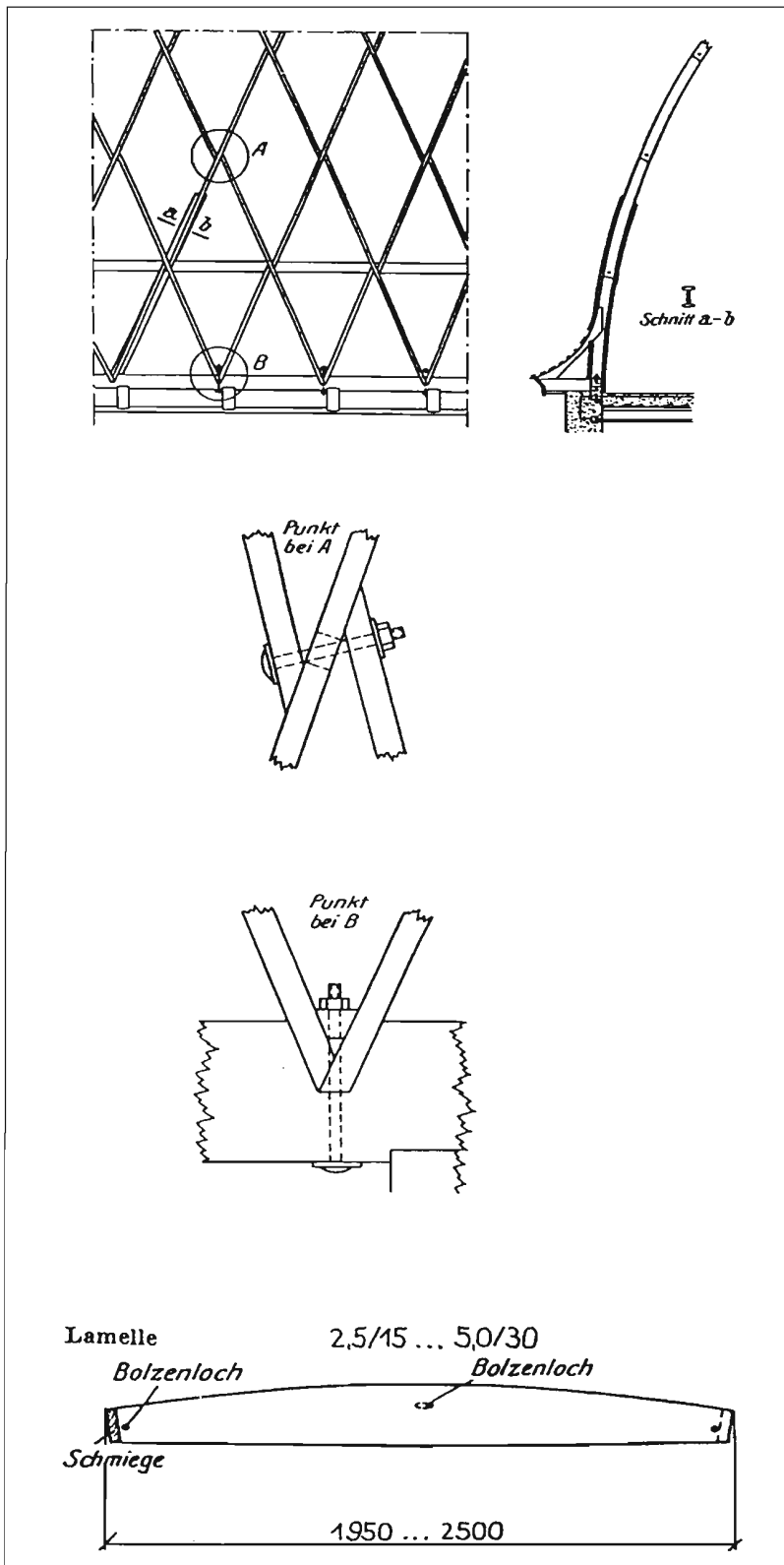


Bild 2.50: Konstruktionsprinzip Zollbau-Lamellen-Dach (aus [2.25])

Auf der Grundlage seiner umfangreichen Befragungen kam er zu dem Schluß: „Beim Fachwerkbau und bei den Decken und Dachstühlen der Steinbauten könnten nach den bisherigen Ermittlungen bei Zugrundelegung des Holzverbrauches der Jahre 1936 und 1937 etwa 2,3 Millionen Kubikmeter Holz – das sind 30 v. H. – gespart werden.“ [2.206]. Angeregt durch diese Untersuchung wurden ernsthafte Anstrengungen zur Holzeinsparung bei Decken und Dachkonstruktionen unternommen. Hierzu wurden im Jahre 1939 spezielle Arbeitsausschüsse, des Fachausschusses für Holzfragen beim Verein Deutscher Ingenieure und beim Deutschen Forstverein gegründet. Zahlreiche Zimmerer entwickelten die Konstruktionsprinzipien der traditionellen Dachkonstruktionen weiter. Im Wesentlichen wurden entweder die Vollholzquerschnitte in Fachwerk-Sparren aufgelöst oder es wurden verbretterte Kastenträger hergestellt. Die Weiterentwicklungen unter Nutzung der Nagelbauweise brachten Holzeinsparungen um bis zu 30 Prozent (s. Beispiel in Bild 2.48). Wedler stand dem Arbeitsausschuss zur Verbesserung der Materialausnutzung vor. Sein im Jahre 1943 erstmals erschienener Bericht [2.250] wurde wegen seiner Bedeutung für den sparsamen Materialeinsatz bis 1960 in sieben weiteren Auflagen publiziert.

Vorschläge für Holz sparende Deckenbalken kamen vor allem von den Forschern Graf, Egner und Gaber. Sie untersuchten sowohl geklebte als auch genagelte Träger und wiesen nach, dass besonders mit Nagelpressklebung aus dünnen Holzsortimenten hergestellte Balken gegenüber den üblichen Holzquerschnitten Holzeinsparungen bis 50 Prozent ergeben.

Zur Bewährung der Nagelbauweise im Zweiten Weltkriege bemerkte Seidel 1943: „Besonderen Auftrieb hat die Bauweise durch den Krieg erhalten. Bei dem Vormarsch der Truppe kommt es darauf an, die

zerstörten Brücken so schnell wie möglich wiederherzustellen. Die Nagelbauweise, die mit den einfachsten Hilfsmitteln und vor allem mit an Ort und Stelle leicht greifbaren Baustoffen arbeitet und mit deren Hilfe man schnell leistungsfähige Tragwerke für die schwersten Lasten in Anpassung an alle in Betracht kommenden örtlichen Verhältnisse errichten kann, konnte ihre Überlegenheit sehr bald beweisen.“ Auch nach dem Krieg nutzten die Zimmerer die Vorteile der Nagelbauweise in beiden Teilen Deutschlands für den Wiederaufbau des zerstörten Landes.

Bild 2.49 dokumentiert die Möglichkeiten der Nagelbauweise bei weit gespannten Konstruktionen, hier am Beispiel einer Flugzeughalle mit 51,5 m Spannweite. Sie besitzt Zweigelenkbogen mit Stahlzugbändern. Sie haben einen I-Querschnitt, dessen Steg aus drei kreuzweise vernagelten Brettlagen und dessen Gurte aus je vier seitlichen und drei waagerechten Brettlagen mit einer Dicke von 30 mm bestehen [2.198].

### 2.5 Die Zollinger Bauweise – ein wirtschaftliches Flächen-tragwerk aus standardisierten Lamellen

Schon 1904 führte Fritz Zollinger (1880–1945), Stadtbaurat der Stadt Merseburg, erste Versuche mit einer neuartigen, hochgradig typisierten Dachkonstruktion durch. Gleichartige Brett- oder Bohlenstücke wurden im Winkel zueinander so angeordnet, dass jeweils auf eine Lamelle mittig zwei andere Lamellen trafen. Die auf die durchgehende Lamelle stoßenden Lamellenenden erhielten Schmiegen und wurden an dieser Stelle mit einem Schraubenbolzen verbunden. Damit der Bolzen aufgrund seiner schrägen Lage nicht auf Biegung beansprucht wurde, erhielt die durchgehende Lamelle ein schlitzförmiges Loch. Diese Idee ließ sich Zollinger 1910 zusammen mit der Schüttbetonbauweise unter dem

Begriff „Zollbauweise“ patentieren (s. [2.25]).

Folgte die Dachfläche nur einer einfachen Krümmung wie bei einem Tonnendach, so bestand das Dach aus lediglich vier einzelnen Elementen, einer Fußschwelle, den Randbindern, die als Bohlenträger ausgeführt wurden, den Brettlamellen sowie den Schraubenbolzen mit den Unterlegscheiben (Bild 2.50).

Insgesamt zeichnete sich das Dach durch wesentliche Vorteile aus:

- einfache Herstellung durch hochgradiger Typisierung der einzelnen Teile,
- wesentliche Materialeinsparung (nur 50–60 Prozent der üblichen Holzmenge) und Arbeitszeiteinsparungen (nur 40 Prozent der üblichen Arbeitszeit) im Vergleich zu traditionellen Dachkonstruktionen,
- Möglichkeit der Montage mit Hilfskräften oder im Selbstbau (eine Truppe von drei bis vier Leuten konnte an einem Tag ein Hausdach mit einer Grundfläche von 70 m<sup>2</sup> errichten)
- kein vorheriger Abbund.

Ausgeführte Bauwerke (Bilder 2.51–2.53)

Die Vorteile führten zu einer raschen Verbreitung des Konstruktionssystems, zunächst auch als

Selbstbaulösung im Siedlungsbau und später zunehmend für große Spannweiten bei Ausstellungs-, Industrie- oder Gewerbehallen. Sehr zahlreich war die Anwendung des Systems als Wohnhausdach im Siedlungsbau (Bild 2.51).

Hier fand die Spitzbogenform mit Spannweiten von 5 m bis 10 m weite Verbreitung. Öffnungen im Dach für Fenster oder Schornsteine wurden dabei stets erst nachträglich ausgeschnitten. Eine weiterer Aufgabenbereich waren Feldscheunen mit Spannweiten bis 30 m, bei denen ebenfalls fast ausschließlich das Spitzbogendach angewendet wurde.

Die tonnenförmige Variante wurde vorrangig im Hallenbau konstruiert. Spannweiten von 12 bis 40 m waren durchaus möglich. Aber auch Kirchen sowie Messe-, Flugzeug- und Ausstellungshallen wurden nach dem Zollingerprinzip überdacht [2.45], [2.46], [2.47], [2.52]. Ein sehr schönes Beispiel ist das Dickhäuter-Palmenhaus des Zoologischen Gartens in Leipzig, aus dem Jahr 1926 (Bild 2.52).

Die in der Folgezeit zur besseren Vermarktung gegründeten Zollbau-gesellschaften (Zollingerbau A.G. Darmstadt, München, Stuttgart, Deutsche Zollbau-Lizenzgesellschaft Berlin, Europäisches Zollbausyndikat, Berlin und Hamburg) ließen in

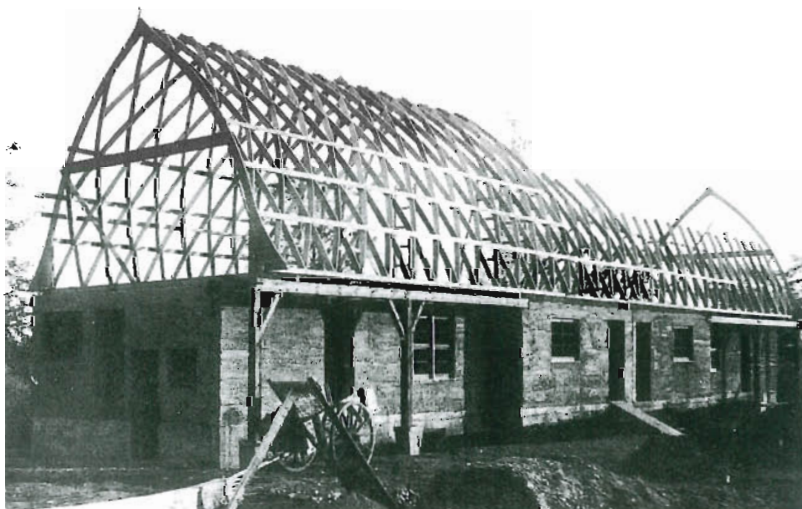


Bild 2.51: Doppelhaus mit Zollbau-Lamellen-Dach, Merseburg, 1922 (aus [2.25])



den Materialprüfungsämtern Dresden und Berlin sowie in Hannover ab 1922 an insgesamt sieben Dächern Versuche zum Tragverhalten durchführen, die die von Prof. Otzen [2.43], Hannover, aufgestellten Näherungslösung zur Berechnung derartiger Dächer im Wesentlichen bestätigten. Allein in Merseburg wurden sieben geschlossene Siedlungsgebiete in Zollbauweise errichtet (s. [2.25]). Diesen Siedlungen folgten weitere in anderen Städten in Sachsen-Anhalt, so in Mansfeld, Eisleben, Querfurt und Rossla.

In der Provinz Brandenburg entstanden auf Initiative der Arbeiterheimstätten Berlin Landarbeitersiedlungen an insgesamt 40 Standorten. Errichtet wurden sowohl Reihen- und Einzelhäuser. Die größte Konstruktion in Zollbau-Lamellenbauweise wurde 1947 über einem vorhandenen massiven Unterbau einer 1926

gebauten Halle errichtet. Es ist die Halle Münsterland in der Stadt Münster (Bild 2.53)

## 2.6. Das Holzhaus als Standard für neue Wohnbedingungen

### 2.6.1 Einleitung

Auch in dem über Jahrhunderte dem Zimmermann vorbehaltenen Bereich, des Hausbaus, wurde der Holzbau durch neue Baustoffe verdrängt.

Die Ablösung des Holzbaus als Hauptbauweise für Wohnhäuser brachte einen Wandel in der Werteschätzung der neuen Baustoffe gegenüber dem althergebrachten Baustoff Holz mit sich. Junghanns verweist in [2.93] auf den Wertewandel, wenn er schreibt: „Das Vordringen des Steinhauses bewirkte nicht nur

eine Veränderung der Bautradition, sondern auch der Bewertungsmaßstäbe. Nur das massiv gebaute Haus galt als dauerhaft und vollwertig, das Holzhaus seither als vergänglich, besonders feuergefährdet, als billig und damit als minderwertig. Es brachte auch wirtschaftliche Nachteile. Ein Holzhaus war weniger mit Hypotheken belastbar als ein Steinhaus, und man mußte höhere Beiträge an die Brandversicherung entrichten.“

Bestanden zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Preußen noch mehr als 50 Prozent aller Gebäude vollständig aus Holz und nur 10 Prozent aus Mauerwerk, so waren im Jahre 1883 nur noch 10 Prozent vollständig aus Holz, dagegen 40 Prozent aus Mauerwerk und die restlichen 50 Prozent waren aus Mischbauweisen.

Dennoch ging die Hinwendung zum Holzhaus in Deutschland niemals ganz verloren. Dazu trug einmal

### Friedrich Reinhart Baltasar Zollinger

Geboren 1880  
in Wiesbaden

Gestorben 1945  
in Bayern

Lehre/Studium

1898  
Abitur an der städtischen  
Oberrealschule in Wiesbaden

1907  
Diplom an der TH Darmstadt

Berufliche Laufbahn

Bereits während des Studiums  
als Architekt tätig:

1900–02  
bei P.H. Jakobi in Wiesbaden

1905–06  
im Gemeindebauamt Völklingen

1908–1911  
Regierungsbauführer im Groß-  
hessischen Ministerium der  
Finanzen, Darmstadt, und bei der

Eisenbahndirektion Frankfurt/M.

1911–1912  
Regierungsbaumeister und städti-  
scher Architekt in Aschaffenburg

1912–18  
Stadtbaumeister in Neukölln

Zwischen 1904 und 1916  
Beteiligung an zahlreichen Archi-  
tektenwettbewerben, mehrere  
Auszeichnungen und Preise

1904  
Bebauungsplan für das Dearnische  
Terrain in Wiesbaden

1909  
Bebauung des Geländes der St.  
Johann-Kirchengemeinde, Basel

1913  
Bebauung des Geländes der  
St. Agatha-Kirchengemeinde,  
Aschaffenburg

Bebauung eines Villengeländes  
in St. Gallen

Bebauungsplan für das Bahn-  
hofsvorgelände in Wiesbaden

1914  
Bebauungsplan Berlin-  
Reinickendorf

Bebauungsplan für das westliche  
Havelgelände zwischen Grabow  
und Gatow, südlich von Spandau

1916  
Umgestaltung des Garde-du-  
Corps-Platzes und Entwurf des  
dort zu errichtenden Henschel-  
bades in Kassel

09.12.1918 bis 1930  
Stadtbaurat in Merseburg/Saale

1932–35  
in Hessen, danach bis zu seinem  
Tod 1945 in Bayern

1910  
Patent „Zollbauweise“

Planung zahlreicher Wohngebiete  
in Zollbauweise (Wände aus  
Schüttbodyen und Dächer aus Zoll-  
bau-Lamellendach); Das Zollbau-  
Lamellendach wurde auch als  
Selbsthilfebauweise vertrieben



Bild 2.52: Dach des Dickhäuterhauses Zoo Leipzig, 1922 errichtet (Foto: Prof. Rug)

die Vorliebe bürgerlicher Schichten für das „Schweizerhaus“ bei, die bis zum Ende des 19. Jahrhunderts anhielt, und zum anderen die Diskussion über die kulturhistorische Bedeutung der historischen Holzbaukunst.

Außerdem entwickelte sich der Holzhausbau in einer neuen Sparte, dem Barackenbau, stieg doch der Bedarf an leichten, schnell transportier- und montierbaren Kriegs-, Laza-

rett- und Seuchenbaracken sowie an Unterkünften für große Baustellen, Kolonien oder Behelfswohnungen seit 1870 stetig an.

„War die Bedeutung der zerlegbaren und transportablen Barackenbauten schon während des Friedens nicht zu unterschätzen, so hat sich diese besondere Klasse von Bauwerken während des Krieges als vollständig unentbehrlich erwiesen. Wir waren in den ersten Kriegsmonaten

mit Anspannung aller Kräfte Tag und Nacht beschäftigt, um den an uns in bezug auf schnellste Lieferung von der Militärverwaltung gestellten Anforderungen zu entsprechen. Hierbei handelte es sich in erster Linie um die verbesserten Döker-Baracken, bei denen es ganz wesentlich auf geringes Gewicht, exaktes Ineinanderpassen aller einzelnen Bestandteile, leichtes und schnelles Auf- und Abmontieren durch ungeübte Leute, sowie auf möglichst hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen ankommt. Die Baracken bestehen daher bei Wänden, Türen und Dachtafeln aus verhältnismäßig leichten Holzrahmen, welche beiderseitig mit unserer Bitumen-Pappe ‚Büffel-haut‘ bespannt und dann mit einem feldgrauen Ölfarben-Anstrich versehen sind. In bestimmten Fällen diente zur Bespannung der Rahmen statt der Büffel-haut auch Ölpappe oder durch Öltränkung wasserdicht gemachtes Segeltuch. Die Verbindung der einzelnen Tafeln untereinander und die Vorrichtung zur Ventilation erfolgt dabei durch als besonders praktisch bewährte und nun durch Patente sowie Musterschutz geschützte Konstruktionen“ (Siebelwerke in [2.126], 1915).

Der Holzhausbau erfuhr in Deutschland zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine grundlegende Weiterentwicklung der traditionellen Blockhaus- und Fachwerkbauweise. Dabei haben sowohl neue Architekturströmungen als auch die sozialökonomischen Verhältnisse vor und nach dem ersten Weltkrieg ebenso wie die fortschreitende Industrialisierung der Bautechnik zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine große Rolle gespielt. Nicht zuletzt führten die Kriegsproduktion von Baracken und die zahlreichen neuen Bauaufgaben, wie zum Beispiel Luftfahrt- und Flugzeughallen, die schnell und möglichst ohne den kriegswichtigen Baustoff Stahl errichtet werden mussten, im Verlauf des 1. Weltkrieges zur Schaffung einer leistungsfähigen Holzbauindustrie.

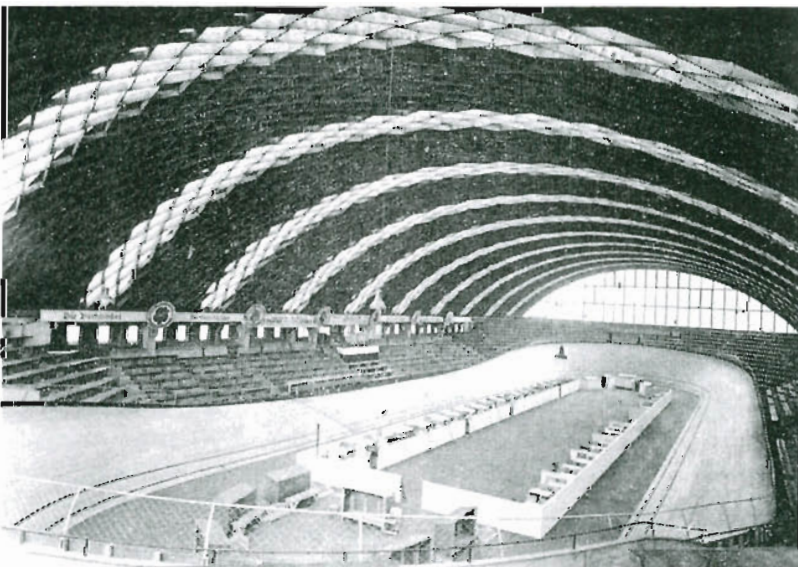


Bild 2.53: Halle Münsterland, Spannweite: 36,36 m, Länge: 81,25 m (aus: „bauen mit holz“ (1966) 4, S. 146)

## 2.6.2 Zur Entwicklung des Holzhausbaus in Deutschland zwischen 1870 und 1927

Als ältester deutscher Holzhausproduzent gilt die Wolgaster Aktiengesellschaft für Holzbearbeitung, die seit 1868 Holzhäuser in Einzelfertigung produzierte. Junghans [2.93] datiert das bisher bekannte älteste noch erhaltene Haus der Wolgaster Fertigung auf 1890 (Bild 2.54).

Die Firma begann auch ab 1900 mit der Produktion von Blockbauten und produzierte natürlich auch Baracken.

Zu den führenden Barackenproduzenten gehörten um 1900 ohne Zweifel neben der Wolgaster Aktiengesellschaft für Holzbearbeitung die Firma Christoph & Unmack, Niesky, die Deutsche Barackenbau-Gesellschaft Köln und die Firma Plathe und Sohn, Hamburg. Die Firma Grünzweig und Hartmann produzierte ab 1897 Holzhäuser in Tafelbauweise mit Korkfüllung (s. Grünzweig + Hartmann 1897, Patentschrift [2.84]).

Schon im ersten Kriegsjahr 1914 fehlte es aufgrund der Zerstörungen in den Kriegsgebieten an Notwohnungen. Abhilfe sollten hier Holzhäuser in Holztafelbauweise schaffen. Der Architekt Bruno Taut (1880–1938) griff hier auf Baracken als preiswerteste Lösung zurück und begann, auch die formale Gestaltung zu verbessern (s. Taut 1914 in [2.130]).

Die dann 1919 zur Beseitigung der Wohnungsnot vorgeschlagenen Holzhausbauweisen lassen kaum noch den Barackenstil erkennen (s. Paulsen 1919 in [2.112] am Beispiel der Werksiedlung der Fa. Christoph & Unmack). Obwohl noch als so genannte „Doekersche Baracken“ bezeichnet, hatten die Häuser aber steile Satteldächer mit Gauben und waren in Tafelbauweise oder in leichter Fachwerkbauweise ausgeführt.

Für die Firma Christoph & Unmack lag es nahe, die hausbautechnische Fortentwicklung der „Doekerschen Baracken“ bei dem Bau einer



**Bild 2.54:** Haus Berlin-Wannsee, Holztafelbau, Architekt: Johannes Lange, Berlin, Wolgaster AG für Holzbearbeitung, 1890 (Foto: Prof. Rug, Zustand 2001)

eigenen Werksiedlung anzuwenden und verschiedene Gestaltungselemente bei den in Tafelbauweise errichteten Häusern zu erproben. Es gab Häuser mit Schalungen über die vollständige Länge der Gebäudeseite oder mit Schalungen zwischen einem sichtbaren Ständerwerk mit großen Ständerabständen (=1,6 m) oder dem engen Ständerwerk der damaligen Tafelbreite (s. Paulsen 1919 in [2.112]).

Doch damit begnügte man sich keinesfalls, sondern ließ im Jahre 1922 von namhaften Architekten, wie



**Bild 2.55:** Bürgerliches Wohnhaus auf der Dresdner Ausstellung „Jahresschau“, 1925, Architekt: Prof. Albin Müller, Blockbauweise aus genormten Schnittholzböhlen 7x16 cm für Außen- und Innenwände, Produzent: Christoph & Unmack (aus [2.143])



Foto: Museum Niesky

### Christian Rudolf Unmack

Geboren 1834

Gestorben 1909

Lehre/Studium  
Architekt

Berufliche Laufbahn

1882

Mitbegründer und Teilhaber der Firma Christoph & Unmack in Kopenhagen

z. B. Albin Müller, Darmstadt, neue Haustypen gestalten, wobei man auch Gebäudetypen in der Blockbauweise vorstellte (Bild 2.55).

Biermann bemerkt dazu 1922 in der Zeitschrift *Dekorative Kunst* [2.64]:

„Wenn sich Gemeinden entschließen könnten, ganze Siedlungen solcher Häuser außerhalb der Bannmeile ihrer Städte anzulegen, würden sie den Menschen, die heute noch in engen Stadtquartieren ein Leben ohne Sonne und reine Luft verbringen, unendlich viel Glück, Daseinsfreude und Gesundheit geben können. Denn natürlich wären solche Siedlungen dank einer – wie es scheint – bereits wohl vorbereiteten Industrie sehr viel schneller zu verwirklichen als alle noch so klug erdachten Massbauten in dem massiveren Material des Steins.“

Im Jahre 1921 stellten die schon weithin als „Maschinenmöbel“-Hersteller bekannten Deutschen Werkstätten Hellerau ihre ersten Holzhausbauten vor, die zunächst in Tafelbauweise (Entwurf Karl Bertsch [1873-1933]) hergestellt wurden. Die Tafeln hatten eine Breite von 60 bis



Foto: Museum Niesky

## Christian Ferdinand Christoph

**Geboren 1846**  
in Christiansfeld (DK) als Sohn  
des Tischlers Sigmund Christoph

**Gestorben 1932**  
in Berlin

### Lehre/Studium

Tischlerlehre im väterlichen  
Betrieb

**1867**  
Militärdienst im Garderegiment  
in Kopenhagen

### Berufliche Laufbahn

**1867**  
Niederlassung als selbstständiger  
Tischlermeister in Kopenhagen

**1882**  
Gründung der Firma Christoph &  
Unmack in Kopenhagen zur Ver-  
wertung der Doekerschen Erfindung  
(transportable Baracken)  
Zimmerei und Tischlerei

**1883**  
Erfolg der Doekerschen Baracken  
auf der Hygiene-Ausstellung in  
Berlin

**1886**  
Teilnahme an der Weltausstellung  
in Kopenhagen und Vorstellung der  
Doekerschen Baracke; der deut-  
sche Kaiser besucht die Ausstellung  
und entscheidet, den Bau von Ba-  
racken in Deutschland voranzutrei-  
ben und Niesky für einen Umzug  
der Firma Christoph & Unmack  
als neuen Standort vorzusehen

**1886**  
hohe Auszeichnung beim Interna-  
tionalen Wettbewerb in Antwerpen,  
Interesse am Erwerb von Baracken  
durch die deutsche Militärverwal-  
tung

**1887**  
Verlegung der Firma nach Deutsch-  
land, 50 Beschäftigte, Errichtung  
einer zweiten Fabrikation auf Druck  
des österreichischen Militärs in  
Bunzendorf/Böhmen, weitere in  
Fecamp/Frankreich und in  
Pelcowisna/Polen

Beginn der Produktion von Doeker-  
baracken in Deutschland, erster  
Großauftrag vom preußischen  
Kriegsministerium über 59  
Lazarettbaracken

**1892**  
Großbrand in Niesky, Fortsetzung  
der Produktion erst ab Ende 1892

**1895**  
Lieferung von 125 Krankenpavillons  
nach Russland

**1893**  
Eintausendste Doekersche Baracke

**1899**  
Barackenbau von C. & U. wird  
Aktiengesellschaft mit einem  
Betriebskapital von einer Million  
Reichsmark

**1905**  
In Zusammenarbeit mit einem fran-  
zösischen Ingenieur Bau eines  
Flugzeuges aus Holz, das bei der  
Erprobung abstürzt

**1907**  
C. & U. hat über 500 Beschäftigte,  
Export von Baracken, Landhäusern  
und Möbeln in europäische Länder  
sowie nach Argentinien, Mexiko,  
Westindien, Ägypten und Südafrika

**1907**  
C. & U. erhalten für Baracken höch-  
ste Auszeichnung auf dem  
Internationalen Kongress des Roten  
Kreuzes in London

**1914–1918**  
Erster Weltkrieg – Lieferung von  
Militärbaracken

**1913**  
Gründung der Abteilung Holz-  
hallenbau

**1919**  
unter Direktor Otto Hetzer jun. wer-  
den neue Holzbauweisen im freitra-  
genden Hallenbau entwickelt

**1919**  
Christian Unmack initiiert in Berlin  
die Gründung des Deutschen  
Holzbauvereins

**1922**  
Vereinigung der selbstständigen  
Firmen Barackenfabrik und Ma-  
schinenfabrik zur Christoph & Un-  
mack AG, Entwicklung zu einem  
der größten Holzhausfertiger und  
Produzenten von Ingenieurholzkon-  
struktionen (Türme, Brücken,  
Hallen) Europas, Hersteller von  
Stahlbauten und Waggonbau

**1926–1929**  
Konrad Wachsmann wird  
Chefarchitekt für den Holzbau

**1926**  
der Architekt Hans Poelzig wird in  
den Aufsichtsrat gewählt; weitere  
Architekten werden zur Mitarbeit  
gewonnen, wie Friedrich Abel und  
Hans Scharoun

**1927**  
Patent für die Feuer hemmende  
Platte „Lignat“

**1934**  
Ein Großfeuer zerstört große Teile  
der Holzbaufertigung

**1945**  
Kriegszerstörung der gesamten  
Holzbauproduktion

**1946**  
Demontage von Maschinen und  
Ausrüstungen durch die Sieger-  
mächte

**1946–1949**  
als Reparationsleistungen Produk-  
tion von Standard-Holzhäusern für  
die Sowjetunion

**1947**  
Fortführung der Produktion als  
sozialistischer Betrieb ohne Holz-  
bauten

75 cm und waren 2,50 m hoch (Bild 2.56).

Hinzu kam dann ab 1925 noch die Gerippebauweise, deren Konstruktion ein Holzskelett mit vereinheitlichten Holzquerschnitten darstellte.

Von Anfang an wird in der Fachpresse die Solidität der Ausführung und die hohe Ästhetik der Außen- und Innengestaltung gerühmt: „Im Vergleich mit den anderen Holzhäusern ergibt sich, daß die D.-W.-Häuser ein besonders organisches Gebilde in Baustoff, Konstruktion, Raumwirkung und Ausstattung sind. Während jene immer noch Holzübersetzungen des Steinbaues bieten und damit zu umständlich, schwerfällig, kostspielig werden, ist hier ganz und gar vom Holz ausgegangen. Während das neue Holzhaus eine derbe Zimmermannsarbeit darstellt, ist das D.-W.-Haus eine sorgfältigste Schreinerarbeit von exakter Fabrikation mit Maschinen...“ (Popp 1923 in [2.114]).

„In finanzieller Hinsicht aber ist das ‚Holzhaus‘ wohl jedem anderen überlegen, weil es ein ‚Maschinenhaus‘ ist – dies Wort in dem Sinne gebraucht, in dem man in Hellaerau einst ‚Maschinenmöbel‘ erfand. Alle seine

Bestandteile werden in Hellaerau maschinell nach einem gegebenen Muster hergestellt, die einzelnen Teile dann versandt und an dem Orte ihrer Bestimmung von Zimmerleuten zusammengesetzt. Es ist demnach ein ‚Zimmermannshaus‘. Kein anderer Handwerker wird bei seiner Aufriichtung gebraucht. Das erspart Arbeitskosten und Zeitverluste und trägt zur Verbilligung bei“ (Zimmermann 1921 in [2.145]).

„Es hat sich gelohnt, daß hier ein allererstes Unternehmen für Maschinen- und Handarbeitsmöbel seine erprobtesten Innenraumkünstler mit der Lösung des Problems betraut hat.(...) Das D.W.-Haus wird nahezu fertig auf den Platz gebracht und in ein paar Wochen schlüsselfertig gemacht, da alles in der Fabrik vorbereitet ist. Selbst die Aufstellung mehrerer Häuser macht keine Schwierigkeit, weil alles auf Normalteilen beruht, die in ausgetrockneten, zusammenstellbaren Stücken auf Lager sind.“ (Popp 1923 in [2.114]).

Zusammen mit den eingebauten Möbeln war ein derartiges Haus lange Zeit um 50 Prozent preiswerter als ein vergleichbares Steinhaus (s. Haenel 1922 in [2.85]).



Bild 2.56: Haus in Tafelbauweise, Produzent: Deutsche Werkstätten Hellaerau, 1920 erstmals errichtet, Haus nach gleichem Prinzip 1933 in Dresden-Hellaerau errichtet (Foto: Prof. Rug, Zustand 2001)

1925 stellten die Dresdner Werkstätten dann auf der Dresdner Jahresschau „Deutsche Arbeit“ eine Neuheit vor – ein „Plattenhaus“ (Entwurf Bruno Paul 1874-1968, siehe Bild 2.57). Dies war der erste vorgefertigte Tafelbau mit großflächigen Tafeln für die Wände, Decken und Fußböden. Er bestach durch ein sehr modernes Aussehen. Die Außenfassade bestand aus farbig vorbehandelten Asbest-Zement-Platten ohne Fugen. „Es ist der Versuch der Übertragung der Erfahrung von der fabrikmäßigen Herstellung von Möbeln auf die vollständig fabrikmäßige Herstellung von Häusern. Aus Kostengründen wird ein flaches Dach gewählt. Die Fenster sind neuartige Patent-Schiebe-Fenster, so auch die Furnier-Möbel. Die Baukosten liegen um 20 % unter den Kosten eines vergleichbaren Hauses.“ (s. Zimmermann 1921 und 1925 in [2.145] und [2.146]). Zu diesem Haus bemerkt der Autor eines Berichtes über die Holzhäuser auf der Dresdner Jahresschau: „Das Plattenhaus gehört zu einer ganz besonderen Spezies der Holzhäuser. Man muß sich in diese Bauweise erst langsam hineinleben. Die Dachlösung ist phänomenal“ (Wentscher 1925 in [2.114]).

Im Jahre 1926 wird festgestellt, dass das Holzhaus nicht nur in besonders holzreichen Gegenden, sondern in ganz Deutschland wieder einige Verbreitung gefunden hat (Schmidt 1926 in [2.122]).

Zur Dauerhaftigkeit der Holzhausbauten in neuzeitlicher Bauweise bemerkt derselbe Autor: „Über Dauerhaftigkeit und Haltbarkeit und den Preis legen sehr alte Gebäude beredtes Zeugnis ab, auch in der neueren Holzbauweise hat man bisher gute Ergebnisse zu verzeichnen... Was die Billigkeit anbetrifft, so ist naturgemäß nur bei fabrikmäßiger Herstellung, bei der die einzelnen Arbeitsvorgänge planmäßig ineinandergreifen, die geringste Preisgestaltung zu erreichen.“

Anlässlich seines fünfundsingzigjährigen Bestehens weist der Bund

Deutscher Zimmerer in seiner Festschrift (BDZ 1928 in [1.1]) auf noch bestehende Vorbehalte gegen den Holzhausbau hin, wenn er bemerkt: „Unkenntnis, Vorurteil und ungünstige Erfahrungen mit minderwertigen, unsachgemäßen Ausführungen dürften die hauptsächlichsten Hinderungsgründe sein, die der allgemeinen Einführung von Holzhäusern gegenwärtig im Wege stehen...“. Doch wird auch an gleicher Stelle auf die erreichten Fortschritte hingewiesen: „Früher mögen mancherlei Mängel bestanden haben, welche die Ablehnung des Holzhauses gerechtfertigt erscheinen ließen, heute aber, wo der Holzhausbau mit allen technischen und wirtschaftlichen Hilfsmitteln zu hoher Vollendung gebracht worden ist, lassen sich die früheren Einwände nicht mehr aufrechterhalten.“

Ein wesentlicher Antriebsmotor für die bis dahin erreichten Fortschritte war ohne Zweifel die zunehmende Wohnungsnot in den ersten 25 Jahren des 20. Jahrhunderts. Schon vor dem Ersten Weltkrieg konnte die bestehende Wohnungsnot in den meisten Ländern Europas nicht gelindert werden. Es gab nicht nur einen großen Mangel an Wohnungen, sondern die vorhandenen Verhältnisse wurden als katastrophal bewertet (s. Krüger 1925 in [2.147]). Während des Ersten Weltkrieges unterblieb der Wohnungsbau. Nimmt man noch die Kriegsfolgen hinzu, so führte dies zu einer weiteren Verschärfung der Wohnungssituation. Dieser Umstand zwang die Regierungen fast aller europäischen Länder, eine dirigistische öffentliche Wohnungswirtschaft einzuführen, was zur Gründung von Wohnungsgenossenschaften und einer massiven Förderung des Kleinwohnungsbaues führte (s. auch hierzu die umfangreichen Ausführungen des Preußischen Ministers für Volkswohlfahrt, Hirtsiefer 1929 in [2.88]).

Zur Beschreibung der Situation des Wohnhausbaus nach dem Ersten Weltkrieg und der Weltwirtschaftskrise sei an dieser Stelle Paul Schmidt zitiert [2.122]:

„Die Ansichten über das Bauen unserer Wohnhäuser haben sich mit Beginn des 20. Jahrhunderts geklärt. Alle Erzeugnisse von dilettantenhaften Stilübungen in den letzten Jahrzehnten des verflossenen Jahrhunderts stehen heute belächelt da und legen nur noch Zeugnis ab von der Armut an natürlichem Kunstempfinden und guter Geschmacksrichtung dieser Zeit. (...) Die durch Krieg und Inflation völlig veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse und die hohen Baukosten machen es uns zur Pflicht, so preiswert wie möglich zu bauen. Nicht in einer wenig dauerhaften Ausführung darf dieses Ziel erreicht werden, sondern in einer bestmöglichen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Baustoffe, in methodischer Arbeitsteilung und in Massenherstellung einzelner Bauteile ist eine nicht unwesentliche Verbilligung möglich. Die Bestrebungen auf diesem Gebiet haben zu Normalisierung und Typisierung geführt und werden von dem im Dezember 1917 gegründeten Normenausschuß der deutschen Industrie weiter verfolgt. ... Die Vorteile der Normalisierung, d. h. die Vereinheitlichung konstruktiver Einzelteile, sind sinnfälliger. Bestimmte Normen verringern durch die Massen-

herstellung den Herstellungspreis, schränken durch Verringerung der sonstigen Muster die Lager ein, erleichtern den Ersatz und ermöglichen jederzeit den Erwerb. Das Ziel der Typisierung besteht in der Herstellung von Fertigerzeugnissen. Für das Bauwesen kommt hier die Typisierung von Grundrissen in Betracht.“

Die nach dem Ersten Weltkrieg einsetzenden gesellschaftlichen Veränderungen und die Weltwirtschaftskrise bremsen zunächst die Bemühungen zur schnellen Beseitigung der inhumanen Wohnverhältnisse durch einen öffentlich geförderten Siedlungs- und Kleinwohnhausbau. Erst nach der wirtschaftlichen Erholung ab 1924 setzte eine breite Bewegung ein. Gerade den etablierten Holzhausfirmen gelang es, dank ihrer industriellen Basis aus der Zeit des Kriegs-Barackenbaus, sich sehr schnell auf die neuen Anforderungen einzustellen. Dies war aber auch das Verdienst weitsichtiger Unternehmerpersönlichkeiten, wie Firmengründer Christoph von Christoph & Unmack, oder Karl Schmidt, dem Gründer der Möbelfabrik Deutsche Werkstätten Hellerau, die ihren unternehmerischen Erfindergeist einbrachten und zahlreiche Neuent-



**Bild 2.57: Plattenhaus der Deutschen Werkstätten Hellerau, Architekt: Bruno Paul, Berlin (aus [2.208])**

wicklungen im Holzhausbau etablierten. Dabei nutzten sie den Mangel an Rohstoffen nach dem Ersten Weltkrieg sehr geschickt, um dem Holzbau wieder zur gesellschaftlichen Akzeptanz zu verhelfen. Adolf Sommerfeld schrieb dazu in seiner kurzen Ankündigung zur Gründung eines Deutschen Holzbau-Vereins (s. Sommerfeld 1920 in [2.128]): *„Die Umwälzungen des Wirtschaftslebens, die der Weltkrieg hervorgerufen hat, zwingen auch das deutsche Baugewerbe zum Umlernen. Der Mangel an Rohstoffen, soweit zu ihrer Erzeugung Kohle gebraucht wird, nötigt dazu, die alten Methoden über Bord zu werfen und das Baumaterial von Wirtschaftsperioden zu prüfen, denen die Verwendung von Kohle noch nicht bekannt war. Die wenig zielbewußten Verfügungen in der Wahl des Materials haben daher in der Zeit der katastrophalsten Wohnungsnot kaum eine größere fertige Siedlung zu Wege gebracht. Hieran haben auch die staatlichen Baukosten-Zuschüsse nichts zu ändern vermocht.“*

Paulsen bemerkte 1919 [2.112] dazu: *„Die kommenden Jahre werden uns aber zwingen, wieder mehr Häuser in Holz zu errichten, denn zum Steinebrennen werden wir Kohle wohl auf Jahre hinaus nur ausnahmsweise benutzen dürfen.“*

Behördlicherseits wurde deshalb über Ersatzbaustoffe zu den energieintensiven Stoffen nachgedacht und der preußische Staatskommissar für Wohnungswesen hat dann auch die Holzbauweisen in der Zuteilung der öffentlichen Mittel den anderen Ersatz-Bauweisen gleichgestellt. Dazu heißt es in der Zeitschrift „Volkswohnung“ vom 10. Mai 1919: *„...Der Staatskommissar trägt, in Anerkennung und Würdigung der Tatsachen, daß es mit Hilfe der modernen Technik möglich ist, Holzhäuser zu konstruieren und auszuführen, daß sie eine Lebensdauer von 50 Jahren erhalten, keine Bedenken, sie als endgültige Bauten im Gegensatz zu den Behelfs- und Notbauten anzusehen. Er erklärt sich daher nach dem Erlaß*

*bereit, Baukostenzuschüsse für Holzhausbauten nach denselben Grundsätzen wie für die übrigen endgültigen Wohnbauten zu bewilligen. Allerdings muß dafür die Sicherheit gefordert werden, daß Baustoff, Konstruktion und Ausführung den Anforderungen an endgültige Bauweisen entsprechen und diese Sicherheit muß in jedem Fall nachgeprüft werden...“.*

Die baupolizeilichen Bestimmungen ließen zu dieser Zeit den Bau von Holzhäusern mit nicht mehr als zwei Wohngeschossen zu, so dass neben Einfamilienhäusern auch Mehrfamilienhäuser bis zwei Geschosse in Holzbauweise ausgeführt werden konnten.

Generell bestand die Aufgabe bis in die 30er-Jahre hinein darin, „Behausungen“ zu schaffen, die den einfachsten Lebensansprüchen genügten und mit geringsten materiellen Mitteln herzustellen waren (Wachsmann 1931 in [2.138]).

Unter dem Druck der wirtschaftlichen Verhältnisse in der Zeit vor und nach dem Ersten Weltkrieg ließ sich das akute Wohnungsproblem nicht mit kostspieligen Hausbauweisen lösen, sondern nur über rationelle und kostensparende Bauweisen mit kurzen Bauzeiten. Hier konnte der Holzhausbau mit seinen Vorteilen entscheidenden Boden wieder gutmachen.

Diese Vorteile wurden bereits 1902 in einem Firmenprospekt für die Brümmersche Baracke der Deutschen Barackenbaugesellschaft Köln genannt ([2.70]):

- schnell und leicht zerlegbare und zusammensetzbare Bauweise, geringes Eigengewicht, Einhaltung aller hygienischen und baupolizeilichen Vorschriften, dauerhaft und gut heizbar, beliebige Veränderbarkeit. 1927 werben die Fa. Höntsch & Co, Niedersiedlitz, und die Holzhaus- und Hallenbaugesellschaft München folgendermaßen für ihre Holzhäuser (s. deren Firmenschriften aus dem Jahre 1927 [2.89]);

- höhere Wärmedämmung als Massivhäuser (8 bis 10 cm Holzwand

hat eine 32 Prozent höhere Wärmedämmung als eine 38 cm dicke Ziegelwand), sofortige Bezugsfertigkeit, billiger als vergleichbare Häuser in anderen Bauweisen, kurze Bauzeiten (vom Zeitpunkt der Auftragserteilung nur 1/5 der Bauzeit, eines Steinhäuses), gesunde und behagliche Räume, trockene Bauweise (keine Austrocknungszeiten), sofortige Wohnbarkeit, ohne Gesundheitsschäden (kein Trockenwohnen), ideale Raumlösungen, raumsparende Einbauten von Möbeln, geringe Unterhaltungskosten, gleiche Baukostenzuschüsse von Reich, Staat und Gemeinde (Hypotheken, Finanzierung, Versicherung).

Zur kurzen Bauzeit und der sofortigen Bezugsfertigkeit sei an dieser Stelle eine Zuschrift an die Deutschen Werkstätten Hellerau aus dem Jahre 1925 zitiert (s. Wichmann 1979, S. 127 [2.148]): *„Ich bestellte bei Ihrer Berliner Filiale ein Holzhaus. Nachdem im September des Jahres das Material bis zum letzten Möbelstück eingetroffen war, wuchs das Haus unter den geschickten Händen Ihrer Arbeiter überraschend schnell empor. Unsere täglichen Besuche auf der Baustelle brachten uns jedes mal neue Freude und neue Überraschungen. Im Oktober stand das Haus fertig da. Die Inneneinrichtung beanspruchte weitere vierzehn Tage, und acht Wochen nach der Aufrichtung der ersten Balkenteile konnten wir das Haus beziehen. Die leichten Zweifel, die in uns noch bestanden in Hinsicht auf die Widerstandsfähigkeit des Hauses gegen Kälte und Wind, wurden im darauffolgenden Winter und Frühjahr widerlegt. Obwohl das Haus an einer als Windecke bekannten Stelle, 30 m über der Havel gelegen ist, konnten wir bald feststellen, daß die Räume auch bei stärkstem Sturm vollkommen zugfrei waren. Das Haus ließ sich auch in dem sehr kalten Winter 1923/1924 in kürzester Zeit durch die Warmluftheizung erwärmen. Dagegen ist das Haus im Sommer auch an heißen Tagen angenehm kühl.“*

Ähnliche Zuschriften findet man in Firmenschriften anderer Holzhausfirmen.

Die gegenüber Holzhäusern in dieser Zeit geäußerte Befürchtung, dass das Wärmedämmvermögen geringer ist als bei Massivbauten, wurde durch entsprechende Untersuchungen und Nachweise, u. a. auch von Materialprüfanstalten, belegt. Festgestellt wurde ein i. Allg. höheres Dämmvermögen als bei Massivbauten bei gleichzeitig deutlich geringerer Wanddicke. Paulsen berichtete 1919, dass betreffs der vorgelegten Nachweise die Reichskommission für Wohnungswesen in einem Erlass vom 01. April 1915 fachgerecht ausgeführte Holzhäuser den Massivbauten bezüglich der Überteurungszuschüsse und Bauerleichterungen gleichgestellt hatte (s. Paulsen 1919 in [2.112]).

So ermittelte die technische Versuchsanstalt der Technischen Hochschule Dresden, dass ein Holzhaus der Deutschen Werkstätten Hellerau um 62,5 Prozent wärmer ist als ein Haus mit 1-steiniger Ziegelwand (s. Popp 1922 in [2.114]). Zu den gleichen Ergebnissen kamen auch Untersuchungen aus Norwegen, wo festgestellt wurde, dass die Heizung eines Holzhauses bei guter Ausführung nur die Hälfte an Brennmaterial dessen benötigt, das ansonsten für die Beheizung eines vergleichbaren Ziegelbaus aufgewendet werden muss (s. Pedersen 1926 in [2.113]).

1937 verwies Deuschler (Deuschler 1937 in [2.69]) auf den wissenschaftlichen Nachweis, dass eine 12 cm dicke Blockwand und eine 14 cm dicke Tafel- oder Plattenwand in der Wärmedämmung einem 64 cm dicken Ziegelmauerwerk entsprechen.

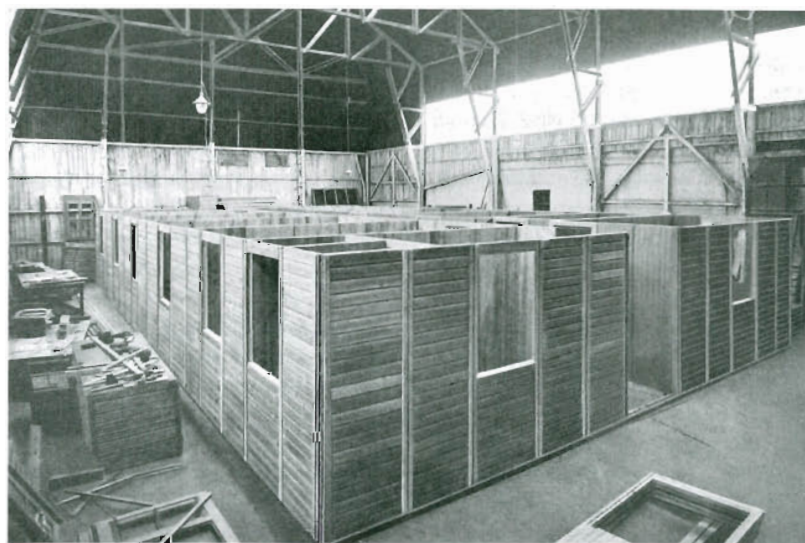
Dass die damals führenden Holzhausfirmen großen Wert auf eine hohe Fertigungs- und Montagequalität legten, beweisen die noch zahlreich erhaltenen Bauten aus dieser Zeit. Deshalb richteten die Firmen auch größtes Augenmerk darauf, in ihren Produktkatalogen nicht nur die Haustypen vorzustellen sondern auch

einen Einblick in die Fertigung zu geben. So findet man auch Fotos zur Fertigung, angefangen von der Schnittholzherstellung im eigenen Sägewerk, der qualitätsgerechten Holzlagerung und Trocknung bis zur Fertigung der Bauteile und Bauelemente. Alle bekannten größeren Firmen besaßen damals schon eine Betriebsgröße, die eine durchgängige industrielle Fertigung vom Einschnitt des Rohholzes zum elementierten Bauteil nach den Plänen der betriebseigenen Konstruktionsbüros gestattete (Bild 2.58). Darüber hinaus organisierten sie den Vertrieb in eigener Regie über Vertriebsbüros oder Niederlassungen in zahlreichen Städten im In- und Ausland. Hinzu kamen kleinere am Holzhausbau interessierte Zimmereien, die sich um den Holzhausbau bemühten. Aber auch das Verbandsorgan des Bundes Deutscher Zimmermeister der „Deutsche Zimmermeister“ befasste sich regelmäßig mit den sozialpolitischen Gegebenheiten, den Anforderungen an den Holzbau und mit der technischen Entwicklung. [2.207]. Zahlreiche Beiträge in der Verbandszeitschrift des Bundes Deutscher Zimmermeister belegen die intensive Beschäftigung mit dem Holzhausbau.

Zur Akzeptanz des Holzhauses in der Bevölkerung trug auch die regelmäßige Teilnahme der etablierten Holzhausfabrikanten auf Messen und Ausstellungen bei. So waren auf der Dresdner Jahresschau „Deutsche Arbeit“ 1925 von 15 gezeigten Kleinhäusern zehn aus Holz (Block- und Tafelbau) der Firmen Hötsch & Co., Christoph & Unmack, Deutsche Werkstätten Hellerau, Deutsche Holzbauges. München und Ingolstädter Holzhausbau (s. auch Wentscher 1925 in [2.124]).

Ab 1925 begann dann auch eine Diskussion, die unter Bezug auf ausgeführte Landhäuser in Holzbaweise das Haus nicht mehr nur als Obdach und Unterkunft ansah, sondern zunehmend auch als „Heim“, in dem der geschäftige Mensch mit Behaglichkeit und Bequemlichkeit oder Gemütlichkeit den Alltag ausklingen ließ (s. Geron 1925 in [2.79]).

Schon Anfang der 20er-Jahre sah man in der konsequenten Normung einen wesentlichen Beitrag zur Kosteneinsparung. Mit der Gründung des Deutschen Instituts für Normung im Jahre 1917 entstanden die ersten bautechnischen Normen (s. auch Abschnitt 5). Ein entscheidender Durchbruch zur Sicherung einer



**Bild 2.58** Große Montagehalle für Holzbauten, Vormontage eines Gebäudes in Tafelbauweise der Siebelwerke Düsseldorf, 1915 (aus [2.127])



gleich bleibenden Qualität im Holzhausbau gelang mit der auf Antrag der Gruppe Holzhausbauindustrie im Wirtschaftsverband der deutschen Holzindustrie im Jahre 1928 herausgegebenen Norm DIN 1990 „Gütevorschriften für Holzhäuser“, welche die Mindestanforderungen für die Konstruktion, Ausführung und Lebensdauer von Holzhäusern festlegte. Alle führenden Holzhausfirmen versicherten fortan in ihren Lieferbedingungen die Einhaltung dieser Gütevorschrift.

Der in den Jahren 1920 bis 1933 in Deutschland zur Behebung der akuten Wohnungsnot betriebene Siedlungsbau verhalf dem Holzhausbau zu einem großen Aufschwung. Namhafte Architekten entwarfen Holzhäuser für die führenden Holzbaufirmen in Deutschland, so bei der Fa. Christoph & Unmack u. a. die Architekten Hans Poelzig (1869–1936), Oswin Hempel (geb. 1876), Konrad Wachsmann (1901–1980) und bei den Deutschen Werkstätten Hellerau die Architekten Bruno Taut (1876–1950), Richard Riemerschmid (1868–1957), Eugen Schwemmler, Albert Niemeier (1876–1932), Karl Bertsch (1873–1933), Hans Poelzig (1869–1936), Bruno Paul (1874–1968) u. a. Aber auch öffentliche Gebäude für gesellschaftliche Zwecke wurden in Holz gebaut, so zum Beispiel Sanatorien, Krankenhäuser, Hotels, Gaststätten oder Ferienheime.

Rückblickend auf seine Zeit als Chefarchitekt bei der Fa. Christoph & Unmack von 1926 bis 1929 antwortete Konrad Wachsmann [2.83] auf die Frage „Aber war der Baustoff Holz nicht überholt? War es nicht anachronistisch, eine moderne, industrielle Serienproduktion ausgerechnet mit dem ältesten Baustoff der Menschheit zu beginnen?“ und beschreibt damit die Aufbruchstimmung in dieser Zeit des Holzbaus in Deutschland sowie die zurückgewonnene Bedeutung des Holzbaus in der Bautechnik überhaupt:

„Holz wird für das Bauwesen immer interessant bleiben, auch wenn



**Bild 2.59: Siedlung für Wohnungslose des Wohnungsverbandes Groß-Berlin in Adlershof, Doppelhäuser als Einheitstyp, Tafelbauweise, mit ca. 80 m<sup>2</sup> Wohnfläche pro Haushälfte, Planung und Ausführung: Christoph & Unmack, 1919, (Foto: Prof. Rug, Zustand 2001)**

es Perioden gibt, in denen es konstruktiv wenig Anwendung findet. Im ersten Weltkrieg und vor allem danach erlebte die Holzbauweise jedoch eine bedeutende technologische Entwicklung. Holz wurde zum Beispiel im Flugzeug- und Fahrzeugbau, für Produktions- und Hangarbauten, Eisenbahnwerkstätten und freitragende Konstruktionen verwendet. Besonders durch die Eisen- und Stahlknappheit nach dem ersten Weltkrieg erlebte der Baustoff Holz eine große Renaissance.

„Mein Ziel war die perfektionierte fabrikmäßige Herstellung von Häusern. Dazu waren theoretische Vorbereitungen notwendig, die aber sofort praktisch erprobt werden mussten, denn was auf dem Papier funktionierte, erwies sich in der Fabrikhalle oft als nicht machbar. Ich wurde mein eigener Normenspezialist, Techniker, Ingenieur, Klimaexperte, Hygiene-fachmann und Designer. Dabei fand ich natürlich heraus, daß man den modernen Bau nur noch als Produkt einer weitgefächerten, interdisziplinären Zusammenarbeit errichten kann. Das war eine meiner wichtigsten Erkenntnisse dieser Zeit. Der Holzhausbau wurde für mich zum Studienobjekt der Industrialisierung des Bauwesens. Er bot dafür auch die besten Voraussetzungen. Unsere

Montageteile wurden in der Fabrik hergestellt, wir konnten sie unabhängig von jeder Jahreszeit montieren. Um dieses System, das heute auf den Baustellen angewandt wird, zur Perfektionierung zu bringen, mussten zuvor viele Untersuchungen angestellt werden. Es galt, eine ideale Normierung zu finden, Überlegungen zur Typisierung der Installationen anzustellen, Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß die vorgefertigten Teile auch tatsächlich passen. Und es galt, betriebswirtschaftliche Aspekte zu prüfen: kurze Bauzeiten, relativ feste Preise, Vorbereitungen der Bauplätze, Ablaufpläne bei der Montage. Dabei hatte ich keineswegs immer die Unterstützung der Unternehmensleitung.

Viele Projekte konnten nicht verwirklicht werden, weil sich die Investitionsfreudigkeit in Grenzen hielt und Geld für Forschungen nur dann bereitgestellt wurde, wenn sofort erfreuliche Profitsteigerungen zu erwarten waren.“ (Grüning 1994 in [2.83])

Ab 1920 entstanden die ersten Holzhaussiedlungen in Berlin, Dresden, Stuttgart, München, Landau, Hamburg und Leipzig.

Zur Unterbringung von Wohnungslosen baute in den Jahren 1919/1920 der Wohnungsverband Groß-Berlin gleich an mehreren Stellen kleinere Siedlungen mit insgesamt 300 Wohnungen. Der gesamte Auftrag wurde an den Holzbau-Industriellen-Verband Berlin vergeben, der wiederum einzelne Lose an seine Mitgliedsfirmen, wie die Firmen Christoph & Unmack, die Siebelwerke Düsseldorf, die Deutsche Barackenbau-Gesellschaft Köln und die Fa. Gottfried Hagen, Hamburg) vergab. Alle Häuser waren baugleiche Ausführungen (so genannter „Einheitstyp“) in Tafelbauweise. Trotz des sehr kalten Winters konnten die Häuser ohne Unterbrechnug gebaut und im März 1920 bezogen werden. Es waren Doppelhäuser mit je zwei Wohnungen (80 m<sup>2</sup>) mit zugänglichem Dachgeschoss. Von insgesamt 9 Siedlungen haben nur 3 den

Zweiten Weltkrieg überstanden (Siedlung in Adlershof: Gemeinschaftsstraße (Bild 2.59), 18 Doppelhäuser; Johannisthal: Oststraße, 15 Doppelhäuser; Britz: Ilgenweg/Zantochweg, 18 Doppelhäuser). Weitere Siedlungen entstanden in Berlin-Spandau, Dresden/Leubnitz-Neuostra, Dresden-Prohlis, Dresden-Gruna, Dresden-Nausslitz, Dresden-Stetzsch (Bild 2.60), Neudamm/Neumark (heute Debno), Niesky, Braunschweig, Güsten/Anhalt, Düsseldorf .

### 2.6.3 Die Entwicklung des Holzhausbaus in Deutschland ab 1927

Etwa ab 1924 verlor der Baustoff Holz seine Sonderstellung als energieärmer Rohstoff und stand fortan in Konkurrenz zu dem, vor allem für Wohnbauten bevorzugten arbeitsintensiven Mauerwerksbau.

Zu dieser Zeit waren die Kataloge der Holzhausbauunternehmen gefüllt mit den unterschiedlichsten Musterbeispielen, die keine Wünsche mehr offen ließen und vom einfachen Wochenendhaus über das kleine Einfamilienhaus bis zum Zwei- und Vierfamilienhaus alles boten.

Eugen Schwemmler war ab 1924 als erster Chefarchitekt in den Deutschen Werkstätten Hellerau zuständig für den Hausbau und stand auch der wegen der zunehmenden Bedeutung des Holzhausbaus neu gegründeten Bauabteilung vor. Wie Konrad Wachsmann, der zwischen 1926 und 1929 als Chefarchitekt bei der Firma Christoph & Unmack wirkte, beschäftigte er sich mit der Weiterentwicklung der Skelettbauweise. Die von ihm betriebene Weiterentwicklung griff den historischen Fachwerkbau auf und vereinfachte diese Bauweise durch Vereinheitlichung der Querschnitte und Abstände bei gleichzeitiger Wahrung einer hohen Grundrissvariabilität.

Außen erhielt die Wand entweder eine glatte gespundete Schalung oder



Bild 2.60: Siedlung Dresden Stetzsch, Planung und Ausführung: Höntsch & Co. Niedersiedlitz/Sachsen, 1926/27, Häuser in Blockbauweise, (Foto: Prof. Rug, 2001)

eine gehobelte Stülpchalung. Innen wurden Plattenmaterialien auf einer Rauspundschalung verwendet. Vor dem Anbringen der Wandverschalungen erhielten die Ständer beidseitig eine Bitumenpappe. Die Innenwände erhielten allseitig Plattenverkleidung (zumeist Sperrholz) auf Rauspund. Die Deutschen Werkstätten bezeichneten dieses Konstruktionsprinzip auch als „Jalousiebau“.

Zwischen 1927 und 1929 errichteten die Deutschen Werkstätten Hellerau in Leubnitz-Neuostra (s. auch Bild 2.66) neben der Firma Christoph & Unmack 38 und in einer weiteren Siedlung in Dresden-Prohlis 45 Häuser in Holzbauweise. Es wurden Einfamilien- und Doppelhäuser ausgeführt. In Dresden-Prohlis überstand nur ein Doppelhaus am Zeisigweg den Zweiten Weltkrieg.

Die Firma Christoph & Unmack beherrschte nicht nur die Tafelbauweise und Gerippebauweise, sondern von ihr stammen auch viele Ausführungen in Blockbauweise. Mit dieser Bauweise hatte sie auf dem Gebiet kleiner und preiswerter Wochenendhäuser Furore gemacht. Die im Krieg zerstörte Siedlung Dresden-Gruna wurde 1926 in Blockbauweise

errichtet, und 1927 baute die Firma in Dresden-Nausslitz eine weitere Siedlung mit Doppelhäusern in Blockbauweise.

Eine andere in Dresden ansässige Holzbaufirma baute ebenfalls in Blockbauweise – die Firma Höntsch + Co. in Niedersiedlitz. In den Jahren 1926/1927 baute sie elf Zweifamilien- und sieben Vierfamilienhäuser in Dresden-Stetzsch in Blockbauweise (Bild 2.60).

1932 warb der bekannte Architekt Richard Riemerschmid für Holzhaus, die nach seinem Entwurf fast alle flache Dächer hatten. Er verweist auf die Lehren der Not (s. Harbers 1931 [2.87], 1938 [2.87]) und formuliert: „*Not lehrt! Wir sind der Natur um manchen Schritt näher gekommen, seit wir arm geworden sind; stärker empfinden wir wieder die Schönheit des Einfachen, Schlichten, Ungekünstelten... Das Holz als Baustoff ist in Europa lange Zeit viel zu gering geschätzt worden; auch seine konstruktiven und technischen Vorzüge sind größer und vielfältiger als wir und die Baupolizei wissen.*“

Unter Hinweis auf die neue Siedlungsbewegung prophezeit 1932 Ernst Neufert eine Zeit der Hausmontage mit Holzhäusern und gab in

drei Teilen im Zentralblatt der Bauverwaltung einen Überblick über den Stand des Holzhausbaus [2.109].

Harbers, der später auch seine Untersuchungen in einem eigenen Buch herausbringt, setzt sich ebenfalls mit den Möglichkeiten des Holzhausbaus in Fabrik- und Einzelanfertigung auseinander.

Der Grund für das verstärkte öffentliche Interesse am Holzhausbau liegt in den wirtschaftlichen Verhältnissen in Deutschland zum Ende der 20er- und zu Beginn der 30er-Jahre, geprägt durch ein starkes Anwachsen der Zahl der Arbeitslosen mit einem großen Mangel an Wohnungen nach dem Ende der Weltwirtschaftskrise.

Franke meint dazu 1931 in seinem Artikel Holzbau im Siedlungswesen [2.76]: „Die wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland zwingen dazu, Siedlungshäuser im schnellsten Tempo, sogar unter Zuhilfenahme der Wintermonate, zu errichten, außerdem die Wohnfläche in bisher unbekanntem Maße zu beschränken. Die schweren technischen und gesundheitlichen Mängel, die unter diesen veränderten Verhältnissen sich bei der üblichen Massivbauweise ergeben, sind bekannt. Aber auch die Kleinheit der Wohnungen (32 bis 45 qm nach den Reichsgrundsätzen für Kleinstwohnungen, nicht mehr als 60 qm für Familien mit Kindern) ist auf die Dauer unerträglich und zwingt daher zu einer Bauweise, die eine umbauwürdige Erweiterung der Wohnungen in besseren Zeiten leicht zulässt.“

In Frage kommt also für den Holzhausbau im wesentlichen nur die industrielle Herstellung, wobei nicht nur der Holzverbrauch vermindert, sondern auch besser vorbereitetes Holz verwendet und eingeübte Arbeitskräfte für eine einwandfreie Ausführung angesetzt werden können. Die Holzindustrie pflegt dabei bewusst den reinen Holzbau, bei dem der Maurer lediglich für Keller, Sockel und Schornstein herangezogen wird. Zur Zeit bieten nur eine geringe Zahl großer Unternehmen die Gewähr für wirk-



**Bild 2.61:** Siedlung Stuttgart-Kochenhof, rechts die drei Häuser 1 bis 3 nach Entwürfen des Architekten Schmitthenner in Fachwerkbauweise (s. [2.123]) (Foto: Strauss, Zustand 2001)

## Ernst Neufert Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 15.07.1900

Gestorben 1986

### Lehre/Studium

Lehre als Maurer und Zimmerer an der Baugewerkeschule

1919–1920

Studium der Architektur am Bauhaus in Weimar, Mitarbeiter von Gropius

### Berufliche Laufbahn

1926

Professor an der staatlichen Bauhochschule in Weimar

1936

Veröffentlichung der 1. Auflage der „Bauentwurfslehre“

1937

Ausarbeitung einer Ordnung für die Industrialisierung der Bauteile

1939

Entwicklung des Industrie-Achsmaß-Systems

1945

Professor an der TH Darmstadt

lich einwandfreie Leistung, Firmen, die sich satzungsgemäß verpflichtet haben, nach den bekannten, amtlich anerkannten Gütevorschriften für Holzhäuser (aufgestellt vom Normenausschuß der deutschen Industrie unter Mitwirkung von Mitgliedern der RFG und der maßgebenden Behörden, Beleihungsinstitute und der Feuerpolizei) (DIN 1990) zu bauen. Die Forderungen dieser Vorschriften gipfeln darin, daß für ein solches Haus eine Lebensdauer von mindestens 80 Jahren gewährleistet wird.“

An dieser Diskussion beteiligt sich natürlich auch die Holzbaulndustrie innerhalb der Wirtschaftsgruppe holzverarbeitender Industrie (s. Deuschler 1937 [2.69]).

Hauptzweck einer 1933 in Stuttgart am Kochenhof errichteten Holzhaussiedlung war nach (Werner 1933 in [2.144]) „...die Werbung zur Wiedererweckung des Vertrauens in die Haltbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Lebensdauer der Holzbauten und damit die Unterstützung des darniederliegenden Zimmergewerbes und der notleidenden Wirtschaft...“.

Die Anregung kam dabei vom Deutschen Werkbund, der bereits die 1927 ebenfalls in Stuttgart errichtete Weißenhofsiedlung initiiert hatte. In einem Bauausschuss unter Leitung der Professoren Schmitthenner und Wetzlar wurden Richtlinien für die Siedlung erstellt: „Als Richtlinien für die Ausführung der einzelnen Häuser wurde aufgestellt, daß nur bewährte Bauweisen angewandt und keinerlei Versuche gemacht werden dürfen. Auch war für das Holzgerippe sowie die tragenden Mittelwände ein statischer Nachweis verlangt. Bei der Durchrechnung verschiedener Bauweisen durch die einzelnen Architekten ergab sich, daß meist das alte zimmermannsmäßig abgebundene Fachwerk das billigste war. Über den Kellern wurden durchweg massive Decken verlangt, und die Dachneigungen durften nicht unter 35° betragen. Für den Schall- und Wärmeschutz der Wände, Decken und Böden wurden ganz

bestimmte Vorschriften gemacht, desgleichen für guten Luftabschluss der Fenster und Türen. Auch an das zur Verwendung gelangende Holz, den Beton, Verputz und Anstrich der Häuser wurden entsprechende Anforderungen gestellt. Die Nachprüfung der Einhaltung dieser Richtlinien oblag den Professoren O. Graf und Reiher. Innerhalb dieser Richtlinien hatten aber die einzelnen Architekten völlige Bewegungsfreiheit und übernahmen damit auch die Verantwortung sowohl dem Auftraggeber als auch dem Verein und der Öffentlichkeit gegenüber.“ (Werner 1933 [2.144]).

Bei der architektonisch und konstruktiv konservativen Ausrichtung dieser Richtlinie nur auf bewährte Bauweisen und den Ausschluss des experimentellen Bauens verwundert es dann auch nicht, dass 64 Prozent der insgesamt 25 Häuser in Fachwerkbauweise (wobei etwa die Hälfte der Gebäude eine Weiterentwicklung des traditionellen Fachwerkbaus darstellten) und nur jeweils 12 Prozent der Gebäude in der neuen industriell hergestellten Gerippe- und Tafelbauweise sowie in Blockbauweise (mit liegenden oder stehenden Wandbohlen) ausgeführt wurden.

Errichtet wurden 14 frei stehende Einfamilienhäuser, ein Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung, ein Zweifamilienhaus, acht Doppelhaushälften und ein dreigeschossiges Mietshaus mit Bäckereianbau. Die Häuser wurden größtenteils verputzt oder mit Holzschalung verkleidet (s. Beispiel in Bild 2.61).

Aus der Kenntnis der wesentlichen konstruktiven Gegebenheiten für eine hohe Lebensdauer von Holzhäusern stellte Fritz Kress die folgenden Forderungen für die Wohnbauten der Kochenhofsiedlung auf und ging ausführlich auf die konstruktive Durchbildung ein: „Gute Isolierung gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit, Schutz gegen das Eindringen von Schlagregen und ungehinderter Ablauf des Regenwassers über die Sockeloberkante, zweckmäßige und

ausreichend breite Dachvorsprünge an den Traufen und Giebeln, einwandfreie Lagerung der Gebälke und gute Verankerung mit den Außenwänden. Ausbildung der Decken zu aussteifenden Platten mit guter Wärmehaltung und geringer Schallleitung. Gute Ausbildung der Außen- und Innenwände. Gute Wärmehaltung und Schutz gegen Hitze und Kälte. Schalldämpfung, Verhütung von Schwitzwasser und Feuerausbreitung. Verhinderung des Hauschwamms, der Trockenfäule, des Wurmfraßes, der Ungezieferplage u. a. m.“ [2.123].

Die Richtlinien für die Baukonstruktion enthielten dann auch relativ hohe Forderungen an die Einhaltung des Schall- und Wärmeschutzes und fast mustergültige Vorschriften für den baulichen Holzschutz.

Die Kontrolle über die Einhaltung der einzelnen Richtlinien oblag der TH Stuttgart mit den Professoren Otto Graf und Reiher. Die Hochschule führte Messungen zum Schall- und Wärmeschutz durch. Insgesamt wurden 19 verschiedene Ausfachungsarten in den Außenwänden ausgeführt. Die Fachwerk-

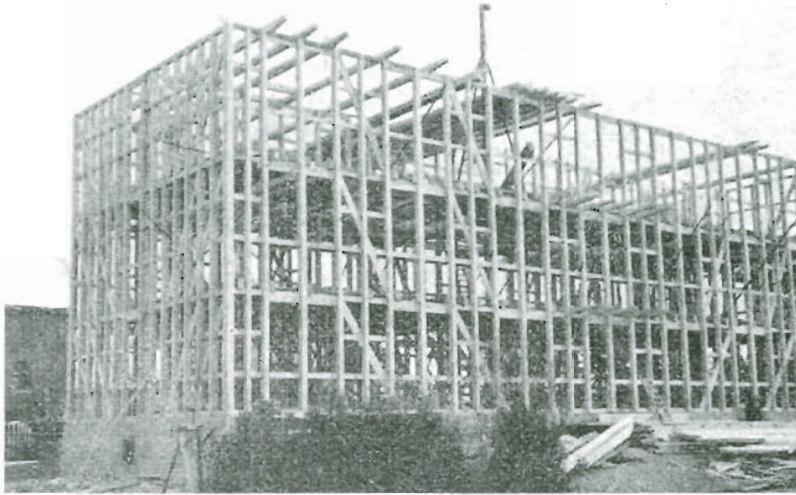
und die Gerippebauten erhielten im Wesentlichen eine Ausfachung mit Schwemmsteinen. Weitere Gefachmaterialien waren Wabensteine, Hobelspäne oder Holzwohle für die Tafelbauten oder Holztafeln und Holzwohle-Leichtbauplatten.

Im Jahre 1934 bauten die Deutschen Werkstätten Hellerau auf eigenen Grundstücken am Sonnenhang und am Talkenberg in Hellerau insgesamt 15 Holzhäuser, entworfen von den Architekten Eugen Schwemmler, Wilhelm Kreis, Oswin Hempel und Wilhelm Jost. Sie waren für Betriebsangehörige gedacht, sollten aber auch der Öffentlichkeit die Möglichkeiten des Holzhausbaus zeigen. Weitere Häuser folgten bis 1937. Alle Gebäude sind auch heute noch vorhanden (Bild 2.62).

In den Jahren zwischen 1928 und 1936 wurden auch mehrgeschossige Bauten errichtet, so u. a. vom Zimmermeister Bischof in Kassel (Bild 2.63), 1928 durch Dr. Seidel bei der Baumessesiedlung der Stadt Leipzig und durch Zimmermeister Eckardt in Kassel. Alle Häuser hatten drei Geschosse, waren meist als Wohnblock konzipiert und wurden in der weiterentwickelten Fachwerk-



Bild 2.62: Holzhausssiedlung Dresden-Hellerau, Architekten: Wilhelm Kreis und Eugen Schwemmler, „Jalousiebau-Weise“ Ausführung: Deutsche Werkstätten Hellerau, (s. [2.104]), (Foto: Prof. Rug, Zustand 2001)



**Bild 2.63: Mehrgeschossiger Holzgerippe-Holzständerbau in Kassel, Ausführung: Zimmermeister Adolf Bischoff (Fotos aus [2.209])  
a) Während der Bauausführung**



**b) Nach Fertigstellung**

bauweise, der so genannten Holzgerippebauweise, errichtet.

Nachdem im Jahre 1937 eine Richtlinie über die Einsparung von Baustoffen gültig wurde, die auch den Baustoff Holz einbezog, erfolgte 1938 die Zwangsbewirtschaftung durch die Einsetzung eines Generalbevollmächtigten für die Bauwirtschaft, der den kontingentierten Verbrauch aller wichtigen Baustoffe zu überwachen hatte [2.78]. Damit wurde die Anwendung von Holz im Hochbau auf die kriegswichtigen Anwendungsbereiche beschränkt. Schon

1937 hatte der Reichsarbeitsminister eine Verordnung zur Verwendung von Holz im Hochbau (RGLB I, S. 728, s. Merkblatt 1938) erlassen. Obwohl Holz generell durch die Substitution von Beton und Mauerwerk eingespart werden sollte, wurde die Anwendung von Holzfachwerkwänden als Ersatz für Mauerwerkswände ausdrücklich empfohlen. Außerdem stand an vorderster Stelle die Einsparung bzw. der Ersatz des kriegswichtigen Stahls [2.95]. Der Holzhausbau kam durch die Kontingentierung nicht zum Erliegen.

Noch 1942 boten über siebenzig Holzbaufirmen vorgefertigte Holzhäuser an. Dagegen waren es 1939 nur sechzehn Firmen gewesen [2.93].

Die nationalsozialistische Wohnungspolitik zielte bis 1940 vor allem auf die Lösung der anstehenden Wohnungsfragen durch eine Förderung des Baus von Einfamilienhaus-siedlungen, Kleinsiedlerstellen und Landarbeiterwohnungen und folgte damit der Politik der 20er-Jahre. Gegen Ende der 30er-Jahre leitete Hitler selbst eine Wende in der Wohnungspolitik ein, indem er den Aufgaben des Wohnungsbaus, insbesondere für die Zeit nach dem Kriege, höchste Priorität beimaß (Führererlass vom 15.11.1940, s. Fehl/Harlander 1984 [2.74]). Der Bedarf an Wohnungen im eigenen Reichsgebiet und der geschätzte Bedarf in den eroberten Reichsgebieten erforderte eine Abkehr von der Kleinwohnung, die auch dem gewünschten Kinderreichtum in der Volksgemeinschaft nicht förderlich war. Es wurde festgelegt, dass 80 Prozent der Wohnungen Vierraumwohnungen mit einer Mindestgröße von 75 m<sup>2</sup> sein sollten. Der Umfang der Aufgabe war so groß, dass nur durch eine konsequente Kostenreduzierung in Verbindung mit einer umfassenden Rationalisierung und Industrialisierung, Normung und Typung, die Aufgabe zu bewältigen war.

„An die Stelle handwerklicher Kleinarbeit mit individuellen Maßen muss die bauseitige Auslieferung fabrikmäßig hergestellter Fertigteile treten, die an der Baustelle lediglich montiert werden...“ (zitiert nach Fehl/Harlander 1984 [2.74]). Fortan wurden auch die Wohnungsgrundrisse getypt und „Reichseinheitstypen“ für Wohnungen entwickelt.

Doch die Niederlagen von 1941, die zunehmenden Kriegszerstörungen durch die Flächenbombardements ab 1942 im eigenen Land und die Fortführung der Rüstung führten zur Aufgabe der Planungen für den Wohnungsbau nach dem „Endsieg“. Aus der Not heraus verkündete 1943

der Leiter der Abteilung Gebäudeplanung beim Reichskommissar für sozialen Wohnungsbau das Programm zur Errichtung von „Behelfsbauten“ mit den entsprechenden technischen und administrativen Richtlinien. Als Gegenstrategie zur Bombardierung der deutschen Bevölkerung mit dem Ziel der Schwächung der Kampfkraft durch die Alliierten erhielten diese Behelfsbauten „zur Festigung der inneren Front“ die gleiche Priorität wie der Bau von Rüstungsbetrieben (die von dem per Erlass am 15.1.1943 verhängten Neubauverbot ausdrücklich ausgenommen waren).

Auch hier spielte der Holzbau wieder eine wichtige Rolle. Der Beauftragte für Normungsfragen des Rüstungsministers Albert Speer, Ernst Neufert, wurde mit der Entwicklung von hochgradig typisierten Bauten mit der Maßgabe einfachster Ausstattung beauftragt, und ihm wurde aufgetragen, alles wegzulassen, was unter Anlegung eines strengen Kriegsmaßstabes entbehrlich war. Die zu errichtenden Behelfsunterkünfte sollten als Einheitstypen entwickelt werden. Neufert entwarf gemeinsam mit der Holzhausindus-

trie einen zweigeschossigen Holzbau, der als Vierspänner mit drei Zimmern und offener Kochnische durchgeplant war. Er war in Holztafelbauweise konzipiert und konnte unverputzt oder verputzt ausgeführt und geliefert werden. Neufert legte die Plattenbreite mit 1,25 m fest. Ungefähr 25 000-mal wurde dieser Typ ausgeführt. Neufert definierte das Ziel und Ergebnis der Entwicklung 1943 wie folgt [2.109]: *„Der totale Krieg fordert gebieterisch die Beschränkung unserer Lebensbedürfnisse auf das unbedingt Notwendige. Auch im kriegsbedingten Wohnungsbau müssen wir uns beschränken, um mit einem Mindestaufwand von Baustoffen und Arbeitskraft recht vielen Familien Wohnungen zu beschaffen... Damit ist die Voraussetzung für eine permanente Massenherstellung und damit für eine Industrialisierung des Bauens gegeben, die bei der bisherigen Vielfalt der Baumaße und Formen nicht möglich war. Der Kriegseinheitstyp bedeutet daher eine Wende im Bauwesen, der auch auf die anderen kriegsbedingten Bauten nicht ohne Einfluß bleiben wird.“* Ab 1944 wurde dieser Typ nicht weiter propagiert, sondern ein

neuer Typ (Reichseinheitstyp 001) aufgelegt, eine Wohnlaube mit 22 m<sup>2</sup> Grundfläche, die angeblich 300 000-mal errichtet wurde (s. Fehl/Harlander 1984 [2.74]).

Eine der letzten großen Holzhaus-Siedlungen wurde 1944 in Ludwigsfelde für Arbeiter und Angestellte der Mercedes-Benz-Flugzeugwerke errichtet (Bild 2.64).

#### 2.6.4 Die Bauweisen für den Hausbau

Die Entwicklung neuer Hausbauweisen in Holz geht zurück bis in das 19. Jahrhundert, als für die Siedler in Amerika und Australien sowie im Zusammenhang mit weiträumigen Kriegshandlungen Unterkünfte notwendig wurden, die schnell errichtet, aber auch über weite Strecken zweckmäßig transportiert werden konnten.

In der Fachliteratur unterschied man bei der Erörterung der neuen Holzhausbauweisen prinzipiell drei Konstruktionsprinzipien:

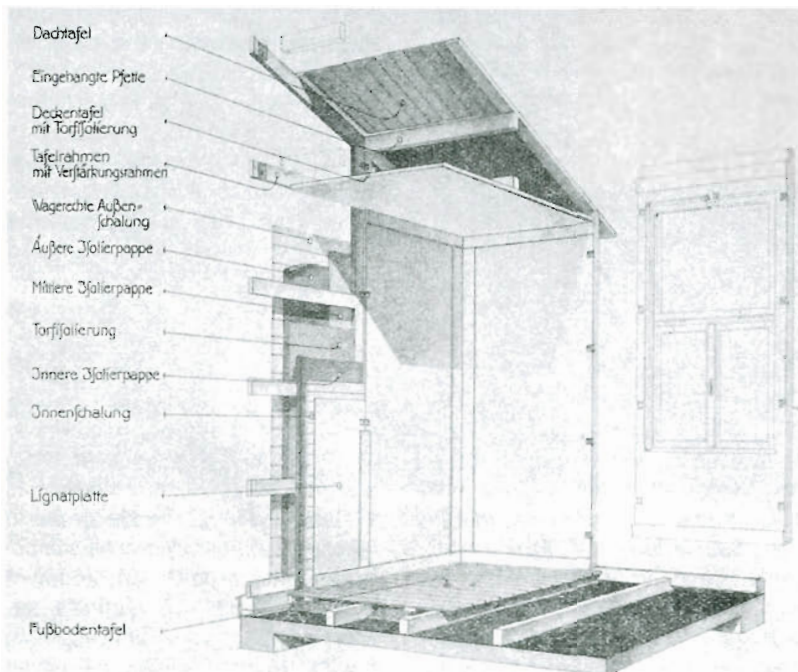
die Skelett- oder Ständerbauweise, auch häufig als Ständerfachwerkbau oder Gerippebau (Kress 1935 [2.98]) bezeichnet, den Tafel- oder Plattenbau und den Blockbau.

Während für den frühen Barackenbau schon immer der Tafelbau (Bild 2.65) vorherrschte, wurde der Skelettbau in Deutschland speziell im Zuge der Entwicklung der Hausbauweisen nach dem Ersten Weltkrieg entwickelt. Maßgeblichen Anteil hatten daran die Deutschen Werkstätten Hellerau, die diese Entwicklung ab 1925 vorstellten. 1931 schätzte man ein, dass diese Bauweise die am häufigsten verwendete Hausbauweise ist (Franke 1931 [2.76]). Für Wachsmann war der Gerippebau (Bild 2.66) eine Möglichkeit der Herstellung variabler Gebäudestrukturen aus einem „... in allen Teilen völlig gleichen Stiel- und Riegelwerk...“ [2.139].

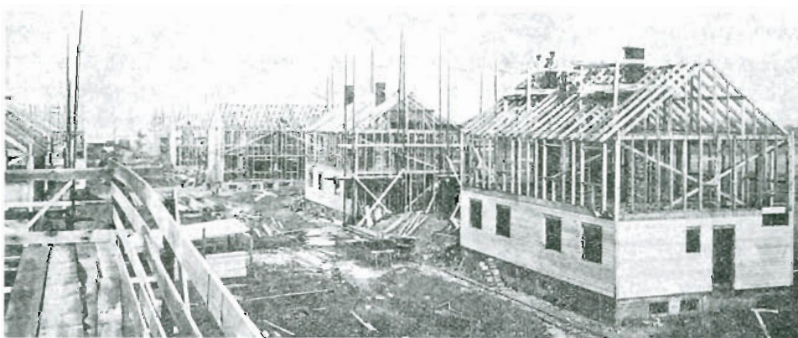
Als Plattenbau bezeichnete man fertige Tafeln, acht bis zwölf cm dick



Bild 2.64: Werksiedlung für die Mercedes-Benz-Flugzeugmotorenwerke, Ausführung: Christoph & Unmack, 1943/44 (Foto: Prof. Rug, Zustand 2001)



**Bild 2.65: Konstruktionsprinzip des Tafelbaus**  
(aus Deutscher Zimmermeister (1929) 41, S. 603)



**Bild 2.66: Konstruktionsprinzip Gerippebau**  
a) Errichtung von Holzhäusern in Gerippebauweise in Dresden (Leupnitz/Neuostra)



b) Fertigstellung der Gebäude (vergleiche auch Bild 9.2)  
(aus Deutscher Zimmermeister (1929) 33, S. 444)

(Wand-, Decken-, Fenster-, Türtafeln), analog der Doekerschen Baracke, aber ohne Fugenleisten, sondern mit großflächiger Verschalung.

Bis 1930 zählte die Holz-Gerippebauweise neben der Tafelbauweise zu den häufigsten Bauweisen, wurde dann aber ab 1937 selbst von der Holzbaubauindustrie nicht mehr als Bauweise genannt (s. Deuschler 1937 [2.69]). Realisiert wurden nicht nur Wohnhäuser, sondern auch Kinderheime, Jugendherbergen und Bürogebäude (s. Wachsmann 1930, 1931 in [2.137] und [2.138]).

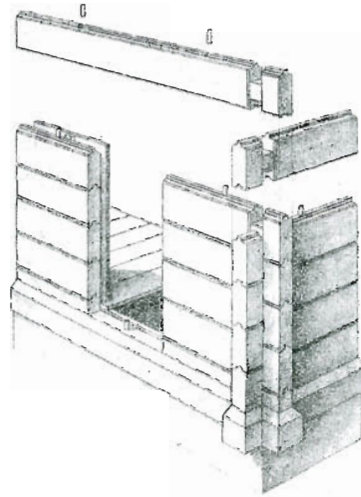
Wachsmann empfahl 1931 aufgrund seiner Erfahrungen im Holzhausbau ausdrücklich die Gerippebauweise für die Entwicklung von Häusern für das Reichssiedlungsprogramm für Erwerbslose, wobei er neben eingeschossigen Bauten auch Überlegungen zur Herstellung von zweigeschossigen Reihenhäusern anstellte [2.138].

Der prominenteste Fertighausbesitzer war Albert Einstein (1875–1955) für den Konrad Wachsmann ein Sommerhaus nach seinem Ausscheiden bei Christoph & Unmack entwarf. Von 1929 bis 1933 lebte Albert Einstein in diesem Haus in Caputh. Der Holz-Gerippebau wurde aber auch insbesondere von den innovativen Zimmermeistern für den mehrgeschossigen Wohnungsbau empfohlen (s. [2.209] bis [2.212]: „In den letzten Jahrzehnten hat es nicht an Versuchen gefehlt, dem Holzfachwerkbau für Wohnhäuser wieder mehr Beachtung zu verschaffen. Es musste jedoch gegenüber den alten Fachwerkkonstruktionen völlig neue Wege eingeschlagen werden. Aus wirtschaftlichen Gründen werden vorwiegend nur Kiefern- und Fichtenholz in statisch errechneten Abmessungen verwandt. Die diesen Hölzern anhaftenden natürlichen Mängel mussten durch Konstruktion und Behandlung des Materials überwunden werden.“ [2.209].

Die Entwicklung der Holztafelbauweise war von Anfang an auf eine maximale Vorfertigung der Elemente ausgerichtet, und ihre Ursprünge sind

im Barackenbau der 80er-Jahre des 19. Jahrhunderts zu finden [2.207]. „Das Tafel- oder Plattenhaus besteht aus einzelnen Wandtafeln, deren Breite so bemessen ist, daß sie beim Transport und Zusammenbau aufs einfachste gehandhabt werden können. Die Höhen dieser Tafeln richten sich nach den jeweiligen Geschosshöhen. Wesentlich bei der Konstruktion ist, daß die einzelnen Tafeln, bei denen man Wandtafeln, Fenstertafeln und Türtafeln unterscheidet, fix und fertig in der Fabrik hergestellt und auf der Baustelle miteinander verbunden werden. Die Dichtung der zwischen den Platten verbleibenden Stoßfugen ist derart sorgfältig, daß Undichtigkeiten (Zugerscheinungen), wie sie leicht bei unfachgemäßer Herstellung auftreten, vollkommen vermieden werden. Mit einem letzten Anstrich versehen, ist das Haus alsdann bezugsfertig. Diese Bauweise stellt die schnellste Methode dar, ein Haus zu errichten. Fenster und Türen werden schon in der Fabrik angeschlagen und verglast. Decken, Fußböden und Dachschalung bestehen ebenfalls aus entsprechenden Tafeln. Derartige Tafel- und Plattenbauten können ohne Materialverlust und mit geringen Aufwendungen beliebig oft zerlegt und an einem anderen Ort wieder aufgebaut werden. Jedermann hat also die Möglichkeit, wenn es ihm an seinem bisherigen Standort nicht mehr gefällt, sein Haus gewissermaßen auf den Rücken zu nehmen und es an einen andern, seinem Bewohner geeigneter erscheinenden Platz zu verbringen.“ [2.69].

Die Einbeziehung von immer mehr Fremdarbeitern in die Kriegsproduktion des Zweiten Weltkrieges erforderte neben der Realisierung der „Reichseinheitstypen“ für Behelfsheime eine große Produktion von Baracken, die nur unter größter Sparsamkeit bei strenger Typisierung der Elemente nach dem Modulprinzip realisiert wurden. Auf dem Höhepunkt dieser Entwicklung gab es 1943 im Reichsgebiet ca. 74 000 Lager für sechs Millionen Zwangs-



**Bild 2.67: Konstruktionsprinzip Blockbau** (aus Deutscher Zimmermeister (1929) 34, S. 458)

arbeiter). Alle Elemente konnten per Hand montiert werden. Eine leichte Zerlegbarkeit wurde durch den Verzicht auf zimmermannsmäßige Verbindungen erreicht. Die Verbindungen bestanden ausschließlich aus lösbaren Verschraubungen, Knotenblechen und Winkeln.

Mit hohem Vorfertigungsgrad wurden Platten, die einem festgelegten Raster entsprachen, in großen Serien hergestellt und montiert. Durch die Anwendung der Tafel- oder Plattenbauweise war es möglich, die Herstellung der Häuser in vollkommener Weise zu mechanisieren. Die Bauelemente des Tafelbaues waren fertige Wand-, Fenster-, Tür-, Dach-, Decken- und Fußbodentafeln, die in sich vollkommen genormt sein konnten. Da die einzelnen Wandtafeln bis auf den letzten Anstrich gänzlich in der Fabrik fertig gestellt wurden, waren sehr kurze Montagezeiten möglich. „Das innere Gefüge einer solchen Wandtafel ist nach denselben Grundsätzen aufgebaut wie die Wandkonstruktion des Fachwerkbauwerks. Auf einem etwa 3 cm starken Rahmen wird von außen eine waagerechte mit Nut und Feder versehene Schalung aufgebracht. Zwischen den

Rahmen wird eine 2 cm starke Torfplatte angenagelt. Dann wird ein 2 cm starker Verstärkungsrahmen aufgeschraubt, auf den eine Rauspundschalung kommt, die als Unterlage für eine Sperrholz- oder Bauplatte irgendwelcher Art dient.“ [2.138].

Nicht alle Firmen arbeiteten mit mehrteiligen Rahmen, sondern vielfach wurden einteilige Rahmen verwendet. Diese konnten auch verklebt sein. In der häufigsten Ausführung wurden Tafeln mit ruhender Luftschicht als Dämmung verarbeitet. Eine zusätzliche Dämmung in Form von Torffüllungen war aber jederzeit bestell- und ausführbar.

Beim Blockbau konzentrierte man sich unter Beibehaltung des historischen Konstruktionsprinzips auf die industrielle Herstellung der Blockbohlen und auf die Vereinheitlichung der Konstruktions- und Detailpunkte. Die Gestaltung der Häuser wurde dadurch verbessert, dass die Bohlen eine leichte Profilierung erhielten, die den Gebäuden den „massiven“ Eindruck nahm (Bild 2.67).

„Der Blockbau besteht aus massiven, horizontal aufeinandergeschichteten Blockbohlen, die durch Nut, Feder und Verdübelungen miteinander verbunden sind und deren Ecken durch Überschneidungen auf das sorgfältigste zusammengehalten werden. Diese Bauweise stellt die schwerste Konstruktion dar.“ [2.69].

Die Weiterentwicklung der Blockbauweise zielte vor allem auf die industrielle Herstellung von qualitativ hochwertigen Wandbohlen (im Allgemeinen mit einer Dicke von 70 bis 100 mm und einer Höhe von 160 bis 200 mm). Nut und Feder sollten die Bohlen gegen seitliche Verformungen sichern. Zusätzlich ordnete man Holzdollen in bestimmten Abständen an. An den Ecken ließ man die Bohlen 250 bis 300 mm überstehen und klinkte die Bohlen ober- und unterseitig um je  $\frac{1}{4}$  der Bohlenhöhe aus. Wegen der geringeren Auflast bei Flachdächern empfahl Wachsmann dann einen größeren Dachüberstand. Innen wurden zum Teil



Sperrholzplatten angebracht. Auch war eine zusätzliche Wärmedämmung durch innenseitiges Anbringen von Torfplatten möglich.

„An sich stellt das Blockhaus überhaupt den Inbegriff des Holzhauses dar. Denn abgesehen von den hohen qualitativen Eigenschaften der Konstruktion zeigt es am reinsten das urwüchsige Material des Holzes.“ [2.137].

Holzhäuser in Blockbauweise ergänzten ab 1910 das Produktionsprogramm der Firma Christoph & Unmack, hergestellt aus 70 mm dicke gehobelten, getrockneten und gespundeten Bohlen.

1934 gaben Christoph & Unmack in dritter Auflage einen eigenen Katalog zu Wohnhäusern in Blockbauweise mit über 30 ausgeführten Beispielen heraus. Ihre Bauten, genauso wie der als „Massivbauweise“ propagierte Blockbau der Höntschwerke, wurden hauptsächlich im Siedlungsbau mit ein- oder zwei Geschossen angewendet.

Für ein mittleres Einfamilienhaus benötigte die Firma Christoph & Unmack nach eigenen Angaben (s. Christoph & Unmack 1934 [2.66]) für den Rohbau 6 Arbeitstage und für den Innenausbau 2 bis 3 Wochen, so dass das Haus in 4 Wochen bezugsfertig war.

Zu den Anbietern von Häusern in Blockbauweise zählten aber auch weitere Firmen wie die Wolgaster Aktiengesellschaft für Holzbearbeitung, die Fa. Höntsch & Co. in Niedersedlitz, die Ingolstädter Holzindustrie A.-G. oder die Isartaler Holzhausbau, München.

Die Weiterentwicklung des traditionellen Fachwerkbau konzentrierte sich auf die Rationalisierung des tragenden Holzgerüsts, um den Holzverbrauch und den Arbeitsaufwand zu senken.

„Beim ortsfesten Fachwerkbau bildet ein System von Stiel- und Riegelwerk den konstruktiven Rahmen des Hauses, der von außen und innen noch mit Platten oder ähnlichem bekleidet

werden kann. Im Innern der Wand sorgen die notwendigen Isolierstoffe und Luftschichten für die Warmhaltung. Mit dem Fachwerkbau erstet die Jahrhunderte alte Bauweise, die sich unter Berücksichtigung aller heutigen maschinellen Hilfsmittel und statischen Erfahrungen weiterentwickelt hat.“ ([2.69]).

1909 erbaute eine eigens dafür gegründete Kleinbau GmbH auf dem Gelände der Gartenstadt Hellerau Einfamilienhäuser nach einem von Heinrich Tessenow neu entwickeltem Holz-Gerippe-Prinzip. Das Prinzip ließ er sich im Jahre 1911 (DRP Nr. 239 961, Klasse 37a, Gruppe 3/28) patentieren und setzte schon zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts Maßstäbe im neuzeitlichen Fachwerkbau (Bild 2.68).

Es war eine Hohlwandbauweise. Die tragenden Holzständer standen an den Ecken und als Zwischenpfosten als Tür- oder Fensterpfosten auf der Schwelle und waren oben durch ein kräftiges Rähm gefasst. An den Gebäudeecken hatte das Gerippe kräftige Holzstützen. Die Schwelle lag auf einem Ziegelsockel mit 30 cm Höhe. Tessenow wollte durch eine starke Vereinheitlichung der tragenden Gerippekonstruktion und eine Typisierung der Grundrisse einen Beitrag zur Schaffung billiger

Arbeitersiedlungshäuser leisten. Durch eine Belüftung des Hohlraumes zwischen den Ziegeln von innen sollte eine bestimmte bauphysikalische Wirkung erzielt werden.

Das Ergebnis solcher Bemühungen würdigte Herrmann Muthesius (1861-1927) wie folgt: „Die Art der zweckmäßig-schönen Durchbildung der einfachsten billigsten Arbeiterhäuser Tessenows ist musterhaft. Er scheint der geborene Gestalter des kleinen Hauses zu sein...“ [2.140].

Die Gefache der tragenden Teile wurden im Raster einer ganzen Ziegelbreite mit zweischaligem Ziegelmauerwerk (jeweils die ganzen Ziegel hochkant übereinander) ausgemauert. Die entsprechende Passage der Patentschrift lautet:

„Sie verwendet wie dieser (Anmerkung d. Verf.: der alte Fachwerkbau) Schwellen, Pfetten und Eckpfosten, zeichnet sich aber dadurch aus, daß die zwischen den Eckpfosten oder sonstigen abschließenden Pfosten stehenden Pfosten des alten Fachwerkbau (also die Zwischenpfosten, auch Türpfosten, Fensterpfosten) in an sich nicht tragfähige Bretter aufgelöst sind, die erst durch die Steinfüllung wieder steif und tragfähig gemacht werden... Da man aus einem Balken mehrere Bretter schneiden kann, so kann man mit



**Bild 2.68: Weiterentwickelter Fachwerkbau für Kleine Siedlungshäuser nach dem Patent von Heinrich Tessenow,**  
(Foto eines Siedlungshauses in Dresden Hellerau, erbaut 1911, Prof. Rug, Zustand 2001)

mäßigem Holzaufwand sehr wohl zwischen je zwei einfachen Steinreihen ein Brett anordnen. Dann kann man aber wegen des nur eine Steinlänge betragenden Abstandes von Fachwerksglied zu Fachwerksglied die Ziegel hochkantig verlegen und so mit äußerst geringem Aufwand an Ziegeln tragfähige Wände herstellen.“ [2.139]

Zwischen jedem Steinastapel stand ein Brett (25 mm dick). Die Rohbauwand hatte eine Dicke von 200 mm. Zur Verbesserung der Standsicherheit des Ziegelstapels wurden Dreikantleisten an die Bretter genagelt. Klammern in jeder fünften Lagerfuge sollten das Mauerwerk zusätzlich halten. Der Luftwechsel in dem 9 cm breiten Abstand zwischen den Zie-

geln wurde durch Zuluft- und Abluftöffnungen von innen in Schwelle und Rähm gewährleistet. Zuerst wurde das Holzgerüst aufgestellt und das Dach gerichtet. Dann erst erfolgte die Ausmauerung. Innerhalb von vier bis sechs Wochen war das Haus bezugsfertig. Bisher hatte noch kein Baumeister die Tragfähigkeit der Gefache im Fachwerk mit ausgenutzt. Tessenow wagte dies. Er ließ die Tragfähigkeit durch die Mechanisch-technische Versuchsanstalt an der Königlich-Sächsischen Technischen Hochschule in Dresden testen und erhielt die Mitteilung, dass die Tragfähigkeit einer acht Meter langen Wand mit zwei Fenstern 80 000 kg betrug ( $q_{max} = 10\ 000\ \text{kg/m} = 100\ \text{kN/m}$  [2.140]).

## 2.7 Ingenieurholzkonstruktionen im Gerüstbau

Die Entwicklung der Stahlbeton- und Spannbetonbauweise mit immer größeren Spannweiten wäre ohne einen leistungsfähigen Gerüstbau nicht möglich gewesen. Der Bau von Bogenkonstruktionen aus Natur- oder Kunststein war ebenfalls ohne tragfähiges Gerüst nicht möglich. Von Beginn an wurde im Schalungs- und Gerüstbau Holz verwendet.

„Unbestritten ist die Verwendung des Holzes bei Bauten für vorübergehende Zwecke, Baugerüste oder Rüstungen, die mehr oder weniger kurze Zeit zu stehen haben und des-

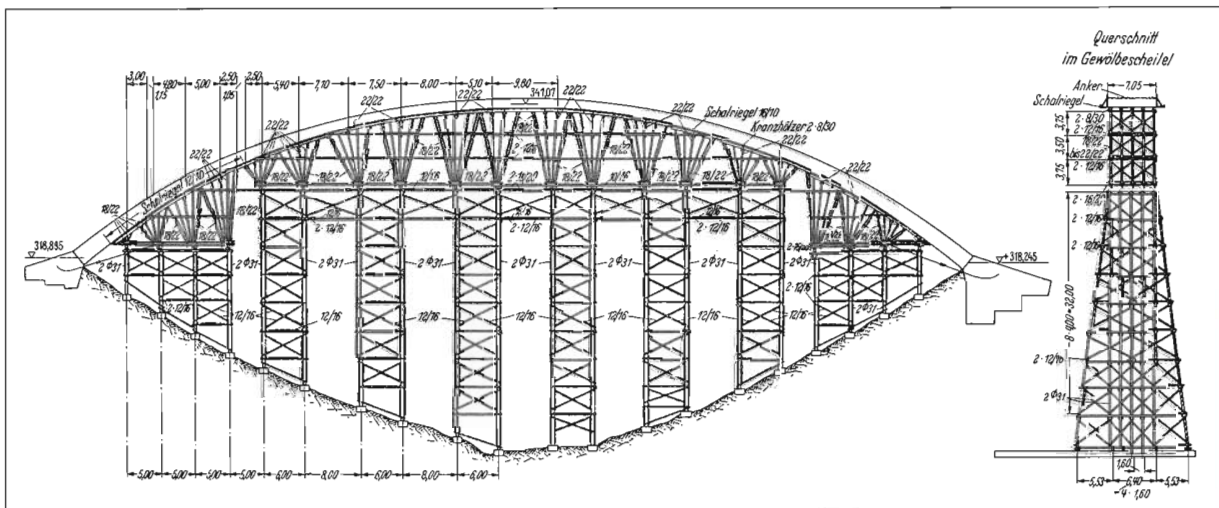
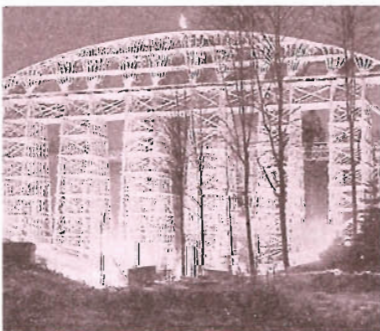
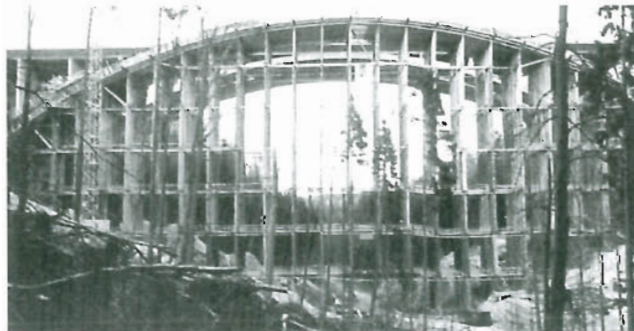


Bild 2.69: Lehrgerüst für die Teufelstalbrücke bei Hermsdorf in Thüringen, 1935 (aus [2.216]) und Lehrgerüst für die Zweite neue Brücke, 1996/97, Ausführung: Zimmermeister Dipl.-Ing. Rinn, Heuchelheim (aus „bauen mit holz“ [1997] 11, S. 784)

a) Zeichnung zum Gerüst für die erste Brücke



b) Ausgeführtes Gerüst für die erste Brücke



c) Ausgeführtes Gerüst für die neue zweite Brücke

halb auch keine besondere Schutzmaßnahmen hinsichtlich Lebensdauer verlangen. Im eigentlichen Hochbau spielen die Gerüste eine untergeordnete Rolle; sie werden daher gewöhnlich nicht vorher entworfen und berechnet, sondern beim Bau selbst je nach den örtlichen Verhältnissen errichtet. Im Brücken- und Ingenieurhochbau (hierzu gehören auch schwierigere Neu- und Umbauten des eigentlichen Hochbaues) kommt dagegen den Gerüsten eine hervorragende Bedeutung zu.“ [2.166].

Bis zum vollständigen Erhärten des Betons mussten die Gerüste das volle Eigengewicht der Betonkonstruktion und eventuell zusätzlicher Lasten aus der Technologie der Betoneinbringung tragen. Gleichzeitig hatten sie die geplante Form der Betonkonstruktion zu garantieren, das heißt, die Schalung und die Gerüste mussten also formtreu sein. Diese Formtreue verlangte eine immer höhere Genauigkeit beim Abbund der Konstruktion.

Die vor allem im Betonbrückenbau immer größer werdenden Spannweiten verlangten von den Zimmerern ein hohes ingenieurmäßiges Verständnis. „Eine besonders reizvolle und verantwortungsvolle Aufgabe ist für jeden tüchtigen Zimmermann der Bau von hölzernen Lehrgerüsten, die zur Erstellung von Massivbögen aus Naturstein, Klinkern oder Stahlbeton für Straßen- oder Bahnbrücken gebraucht werden. Diese hölzernen Tragwerke unterscheiden sich gegenüber den Dachstühlen u. dgl. vor allem dadurch, dass sie schwere Lasten zu tragen haben.“ [2.177]. Die in diesem Bereich bis 1945 realisierten Leistungen waren nur mit gut konstruierten und ingenieurmäßig durchgebildeten Gerüsten möglich. An anspruchsvollen Aufgaben im Eisenbahn- oder Straßenbrückenbau mangelte es nicht. Schal- und Lehrgerüste über hohe Täler mit Höhen bis zu 50 m und Spannweiten von 50 bis 250 m waren eine Herausforderung an die Zimmerleute. Es mussten also Aufgaben gelöst

werden, die bezogen auf die Spannweite weit über den üblichen Anforderungen lagen.

Stoy verweist dann auch auf zahlreiche Einstürze von Gerüsten, bei denen eine sorgfältige Planung und Durchbildung der Konstruktion unterblieben war: „Für Lehr- und Schalgerüste, Aufstellungs- und Hilfsgerüste ist es durchaus geboten, mit derselben Sorgfalt zu rechnen und zu konstruieren, als wenn man es mit einer Brücke oder einem Hallenbau zu tun hätte. Ein Zusammenbruch ist kein geringes Unglück in Bezug auf Menschenleben und Kosten. Die vielen bedauerlichen Einstürze von Schalungs- und Lehrgerüsten der letzten Jahre lassen es notwendig erscheinen, unbedingt eingehender auf die auftretenden waagerechten Kräfte einzugehen.“ [2.166].

Zu den spektakulärsten Unglücken zählte der Einsturz des hölzernen Lehrgerüsts der 1938 im Bau befindlichen bogenförmigen Sandöbrücke in Schweden mit einer Spannweite von 264 m und 40 m Pfeilhöhe. Mit den Ursachen beschäftigte sich auch die deutsche Fachwelt längere Zeit.

Während heute der reine Holzbau im Lehrgerüstbau zurückgegangen ist, dominiert der Baustoff Holz, gerade auch wegen seiner Anpassungsfähigkeit an die vorgegebenen Bedingungen bei den Schalungen in Verbindung mit typisierten Schalungsträgern [2.215].

„Eine Meisterleistung des Gerüstbaus ist in Bild 2.69 dargestellt, das Lehrgerüst (gemeint ist die Teufelstalbrücke – Anmerkung des Verfas.) bei Hermsdorf in Thüringen.“ (Ausführung: Grün & Bilfinger [2.216]). Nach Plänen von Emil Mörsch wurde hier 1935 mit einem Stahlbetonbogen von ca. 140 m Spannweite und einem Bogenstich von 50 m eine Brücke über das Tal gespannt. Im Zuge des sechsspurigen Autobahnausbaus nach der Deutschen Einheit wurde eine zweite Brücke in gleicher Form neben der alten errichtet. Für diese Brücke stellten wieder Zimmerleute

ein Gerüst, welches aus Kostengründen eine ausgefeilte Rundholzkonstruktion war. Bild 2.69 zeigt in zwei Bildern das Gerüst von 1935 im Vergleich zum Gerüst für die neue zweite Brücke (s. auch [2.216] und [2.214]).

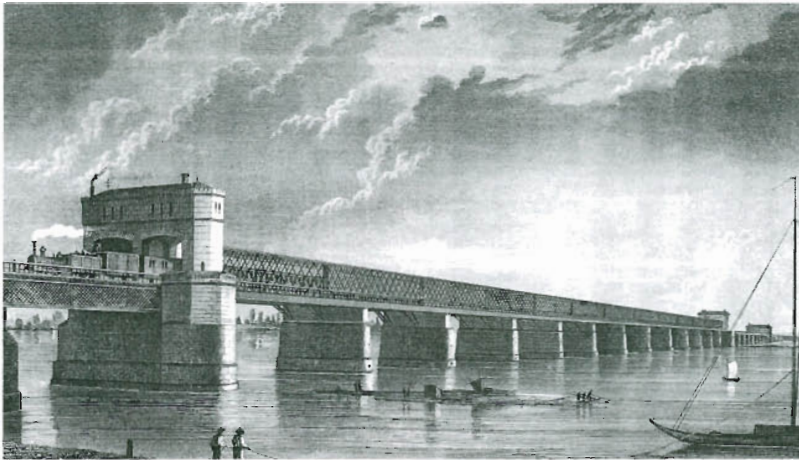
## 2.8. Der Holzbrückenbau

### 2.8.1 Der amerikanische Holzbrückenbau des 19. Jahrhunderts beeinflusst den Brückenbau in Europa

In Amerika stand man zu Beginn der Erschließung des Landes vor einer gewaltigen Aufgabe. Holz war ausreichend vorhanden, eine neue Generation von Zimmerern war mit europäischen Kenntnissen eingewandert. Man merkte aber bald, dass die Größe der Aufgabe nicht mit den herkömmlichen Kenntnissen zu bewältigen war. Aufbauend auf ihren empirischen Kenntnissen (eine Berechnung der Tragwerke erfolgte nicht vor 1870) gingen die nordamerikanischen Zimmerer an die Weiterentwicklung der traditionellen Brückensysteme heran.

Insbesondere die sprunghaft gestiegenen Anforderungen an Brückenbauten durch die Entwicklung des Eisenbahnbaus führten zur Erprobung von neuen ingenieurmäßigen Konstruktionsprinzipien und ab 1850 der analytischen Statik. Da man es gewohnt war, diese Anforderungen zunächst in Holz zu lösen, kam es zur Entwicklung zahlreicher neuer Holzbaulösungen, von denen dann später auch der europäische Eisenbahnbrückenbau in Holz profitierte.

Den Ausgangspunkt der amerikanischen Entwicklung bildeten sowohl bei den Straßenbrücken als auch bei den später zu bauenden Eisenbahnbrücken verschiedene Fachwerksysteme, die zunächst aufgrund mangelnder Erfahrungen und Techniken bei der Herstellung zugfester Verbindungen mit Bogentragwerken kombi-



**Bild 2.70:** Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Wittenberge, errichtet 1851 nach dem Entwurf von Regierungsbaumeister Fritz von Unruh (1806–1886), drei Brückenfelder sind aus Howeschen Trägern mit Spannweiten von 40 m und 11 Brückenfelder sind aus Howeschen Trägern mit Spannweiten von 53,7 m, (Bild: Stadtarchiv Wittenberge)

niert wurden. Die kühnste Leistung im amerikanischen Holz-Brückenbau des 19. Jahrhunderts vollbrachte der aus Thüringen stammende Brückeningenieur Johann August Röbling (1806–1869) mit seiner 1855 errichteten zweigeschossigen Holzbrücke über die Niagarafälle, die 42 Jahre sowohl dem Straßenverkehr als auch dem Eisenbahnverkehr standhielt.

### 2.8.2 Deutsche Eisenbahnverwaltungen verbieten den Holzbrückenbau

Wie befruchtend der amerikanische Eisenbahnbrückenbau auf die deutsche Entwicklung wirkte, belegt die Inbetriebnahme der Eisenbahnbrücke über die Elbe aus dem Jahre 1851. Aus Kostengründen hat man eine Holzbrücke gewählt. Bei einer Gesamtlänge von 1590 m bestand das Haupttragwerk der Brücke aus Howeschen Trägern mit Spannweiten von 40 m und 53,7 m (Bild 2.70). Über 34 Jahre verrichtete die Brücke ihre Dienste und wurde dann durch eine Stahlbrücke ersetzt.

Anders als in Amerika erließ man in den deutschsprachigen Ländern schon 1865 ein vollständiges Verbot

der Anwendung von Holz für Eisenbahnbrücken.

Bereits 1871 schränkte man das Verbot wahrscheinlich infolge der Erfolge im Kriegsbrückenbau der Jahre 1870/1871 und dem Zwang zur Kostenreduzierung im Brückenbau wieder ein und ließ eine ausnahmsweise Anwendung zu. Auch wurde es häufig mißachtet und das sehr leistungsfähige vorgespannte Holzfachwerk nach dem Prinzip von Howe (1803–1852) fand in Deutschland wieder eine häufigere Anwendung. In Amerika baute man ohne Einschränkung an den Stellen, wo es zweckdienlich war, bis 1890 in Holz.

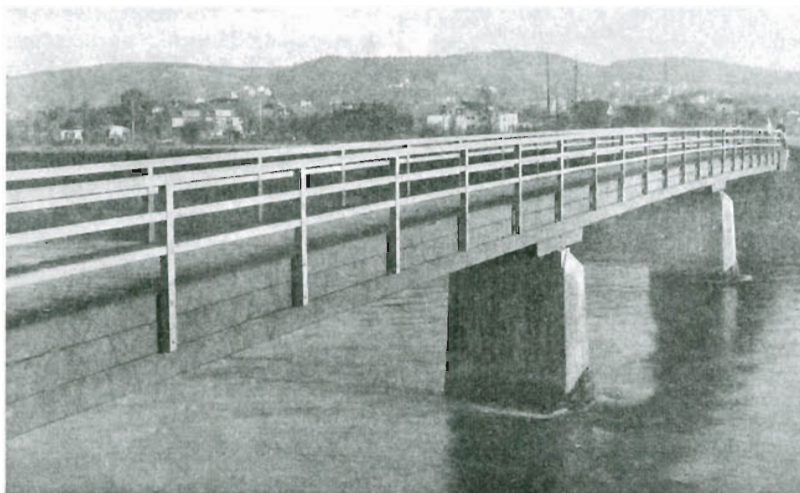
### 2.8.3 Zum Stand des Holzbrückenbaus bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges

Nachdem infolge der stetig wachsenden Entwicklung des Stahlbaus ab 1880 weit gespannte Holzbrücken für die Eisenbahn oder den Straßenverkehr kaum noch gebaut wurden, besann man sich, wie in anderen Anwendungsbe-  
reichen auch, erst wieder einer Rückbesinnung auf den Baustoff Holz, als aus strategischen Gründen Stahl und Beton knapp waren. Dies

war im Ersten Weltkrieg der Fall, als gleichzeitig zahlreiche kriegszerstörte Brücken wiederaufgebaut werden mussten. Noch größer war der Bedarf aber aufgrund des Ausmaßes der Zerstörungen im Verlaufe des Zweiten Weltkrieges.

Zum Stand des Holzbrückenbaus zu Beginn des 20. Jahrhunderts schrieb Schächterle in seiner 1927 veröffentlichten Abhandlung über Holzbrücken: „Die geschichtliche Entwicklung des Holzbrückenbaus bildet einen wesentlichen Bestandteil der Geschichte des Brückenbaus überhaupt. Auf die geschichtliche Betrachtung der Holzbrücken ist schon aus diesem Grunde näher einzugehen, als die Holzbauweise im Laufe der Zeit mehr und mehr an Bedeutung verloren hat und die hölzernen Brücken heute von den Stein-, Eisen-, Beton- und Eisenbetonbrücken fast ganz verdrängt worden sind. In den Kulturländern werden heute hölzerne Brücken im öffentlichen Verkehrsnetz nur noch als Notbrücken und als Umgehungsbrücken, ferner für vorübergehende Zwecke bei Beförderungsanlagen aller Art gebaut. Dagegen sind die Holzbrücken immer noch unentbehrlich in den vom Weltverkehr unberührten Gegenden und im Kriege, wo an Stelle von gesprengten Bauwerken schnell und billig feste Verbindungen über Wasserläufe, Bahnanlagen und Schluchten hergestellt werden müssen.“ [2.11]

Im Kriegsbrückenbau kam es zudem auch auf Schnelligkeit an, denn es ging ja darum, eine ausreichend tragfähige Behelfsbrücke in kürzester Zeit zu erbauen, um den Verkehr wieder aufnehmen zu können. So wurden in beiden Weltkriegen mittels hölzerner Schwellenstapel eingestürzte Brückenträger wieder aufgerichtet, um diese dann auf Pfahljoche abzusetzen. Hauptsächlich wurden Balkenbrücken, gestützt mit Pfahljochen oder bei großer Höhe und Länge mit Gerüsten, verwendet. Bei außergewöhnlichen Spannweite bewies der Howesche Fachwerkträger



**Bild 2.71: Fußgängersteg aus dreiteiligen verdübelten Balken mit einer maximalen Spannweite von 18,50 m über die Elster in Gera, Ausführung: Zimmermeister Taubert, Gera, 1938 (aus [2.217])**

ger wieder seine Leistungsfähigkeit.

Aber auch in Friedenszeiten hat man vereinzelt noch Brücken in Holz gebaut.

Fußgängerbrücken wurden wegen der geringen Kosten häufig in Holz gebaut. Bild 2.71 zeigt eine einfache Balkenbrücke in Gera/Thüringen, hergestellt von einem ortsansässigen Zimmerer. „Dem Baustoff Holz ist hier mit Recht der Vorzug gegeben worden, denn dieser Fußgängersteg passt sich ganz der Landschaft an und ist mustermäßige Zimmermannsarbeit.“ [2.217].

Im Zweiten Weltkrieg nutzt man die neuen Erkenntnisse zur Nagelbauweise, bei der genagelte I- oder Hohlkastenträger Verwendung fanden. Provisorische Straßen- und Eisenbahnbrücken größerer Spannweite wurden häufig mit der von Prof. Gaber in Karlsruhe entwickelten Nagelbauweise, entweder als Vollwandträger oder als Fachwerkträger, realisiert. Hier ließen sich Spannweiten von 50 m realisieren. Obwohl Nagelverbindungen sehr empfindlich auf dynamische Beanspruchung reagieren, gelang es Ernst Gaber (1881–1952), aufgrund umfangreicher Forschungen dauerhafte Konstruktionen mit hoher Tragfähigkeit zu entwickeln. Dazu bemerkt er

selbst in [2.173]: „Wir haben nun in vielen Jahren durch viele kleine und große Versuche die Zuverlässigkeit, Tragkraft und Steifigkeit der Nagelverbindungen unter statischer und dynamischer Belastung untersucht, das Gesetz für ihre Tragkraft und damit auch für die zulässige Belastung ermittelt und dabei die Überzeugung gewonnen, dass die richtig angeordneten und richtig zu den Holzdicken abgestimmten Nägel vorzügliche Verbindungsmittel im Holzbau

und auch im Holzbrückenbau sind.“

1940 musste in sehr kurzer Bauzeit eine Straßenbrücke über den Rhein bei Kehl mit einer Gesamtlänge von 324 m errichtet werden. Zu den Planungsvorgaben bemerkte Gaber in [2.173]: „Die Brücke diente dem schwersten Verkehr, sie mußte als Notbrücke unter Einsatz der gerade greifbaren Baustoffe und Bauarbeiter in kürzester Zeit gebaut werden. Stahl schied als Baustoff aus, man mußte deshalb zu Holz greifen, das rasch und einfach bearbeitet werden kann und nur wenig Facharbeiter und fast keine Maschinen verlangt. Darüber hinaus strebten wir aber auch ein Bauwerk an, das vor allen Dingen bei kleinem Holzaufwand lang anhaltende Sicherheit bietet, zu seinem Bau nicht viel gelernte Arbeiter verlangt und Bretter, Bohlen und Nägel verwendet, die verhältnismäßig leicht beschafft werden können.“ Die Länge der Brücke wurde in Abschnitte mit einer Spannweite von 21 m unterteilt. Jeweils sieben genagelte Vollwandträger mit dieser Spannweite bildeten die einzelnen Brückenfelder. Im Bereich der Schifffahrtsöffnung dienten Fachwerkträger mit mehrteiligen Stäben aus 5 cm dicken Bohlen in genagelter Bauweise über eine Spannweite von 50 m dem Verkehr.



**Bild 2.72: Brücke bei Kehl am Rhein, Tragwerk im Bereich der Schifffahrtsöffnung, Spannweite: 50 m, Entwurf: Prof. Gaber, Karlsruhe, 1940 (aus [3.35])**

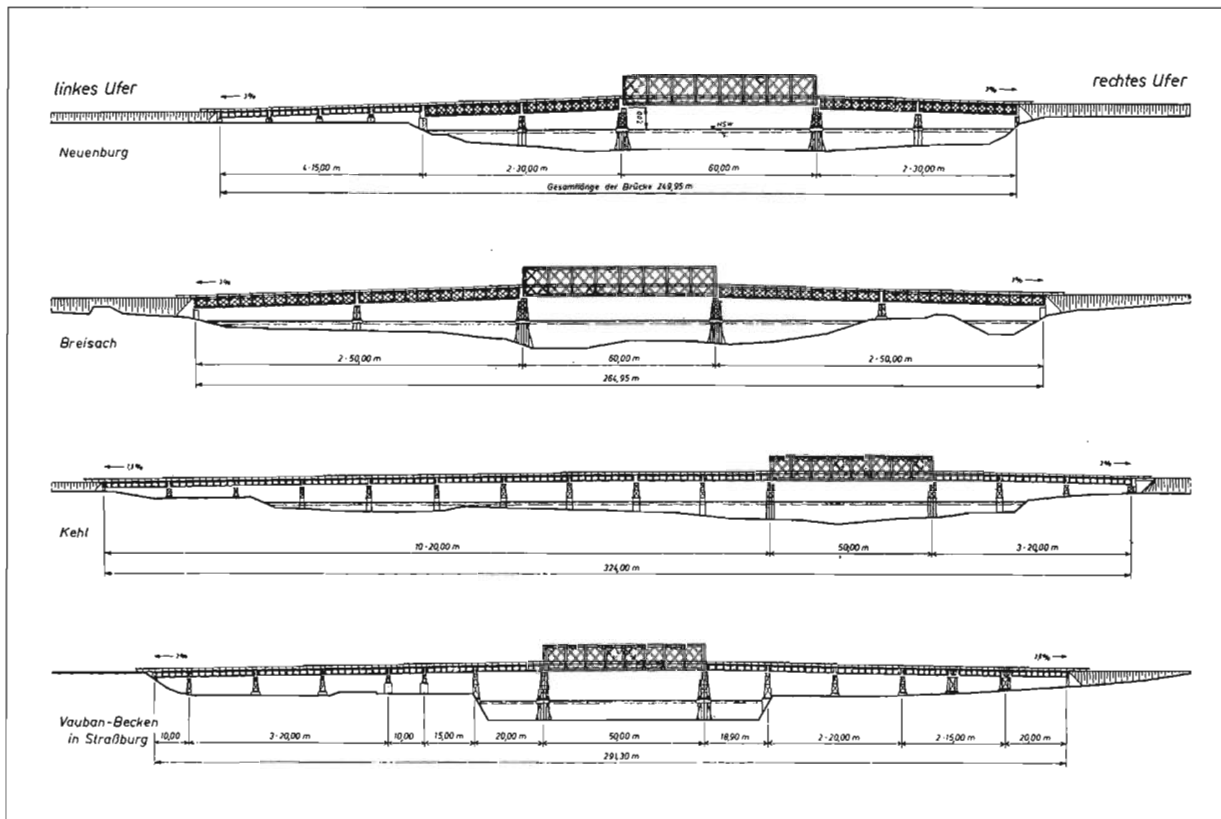


Bild 2.73: Brückenbauentwürfe von Prof. Gaber, Karlsruhe 1940-1945 (aus [3.35])

Bild 2.72 zeigt das Tragwerk im Bereich der Schiffsfahrtsöffnung. Die Bauzeit betrug nur zwölf Wochen. Eine ähnliche Brücke errichtete er im Hafen von Straßburg, wobei die Brücke zusätzlich noch zwei Straßenbahngleise tragen musste.

Eine 194 m lange Holzbrücke in Fachwerkbauweise mit oben liegender Gehbahn und eine 180 m lange Holzbrücke mit 12 m Breite und einem Straßenbahngleis mit genagelten Trägern über eine Spannweite von 12 m entstammt ebenfalls der Planung Gabers [2.173], [3.35] und [2.218].

Auch war er an anderen Brückenprojekten beteiligt, wo er Fachwerkträger mit Spannweiten bis 60 m vorschlug.

Hierzu bemerkt Karl Möhler (1912–1993) 1955 voller Bewunderung [3.35]: „Die Leistungsfähigkeit des neuzeitlichen Holzbrückenbaus, der sich vorwiegend des Nagels als Verbindungsmittel bedient, kann ab-

schließend wohl nicht besser veranschaulicht werden, als durch die in Abb. 42 (Bild 2.73; Anm. d. Verf.) zusammengestellten Entwurfszeichnungen von 3 großen Rheinbrücken und einer weiteren Großbrücke, von denen die beiden letzteren in den Jahren 1940/41 wirklich ausgeführt worden waren.“

## 2.9 Turmkonstruktionen in Holz

„Neben den Brücken zählen Türme zu den aufsehenerregendsten Ingenieurbauwerken und seit der Urzeit werden auch sie aus Holz gebaut.“ [2.180]. Turmkonstruktionen aus Holz wurden in den letzten hundert Jahren für Wasserbehälter, Bohrtürme, Leuchttürme, Aussichtstürme, als Mastkonstruktion im Freileitungsbau oder zur Beleuchtung und für Funksehtanlagen verwendet. Heute sind

Holztürme als Aussichtstürme wieder sehr beliebt. Sendetürme sind dagegen selten geworden.

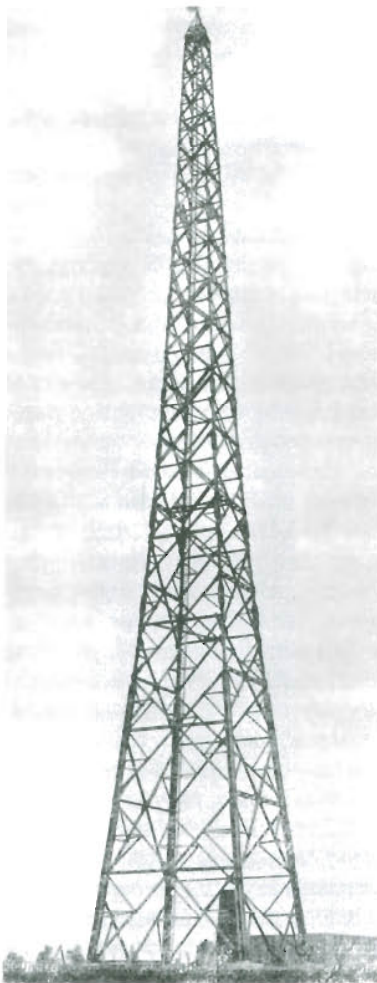
Unbestritten sind die Pionierleistungen im Funkturmbau von 1925 bis 1945. „Die sprunghafte Entwicklung des Rundfunks erschloß dem Holzbau ein weiteres Anwendungsgebiet, ein Gebiet, das den ingenieurmäßigen Holzbau zur Höchstleistung herausforderte. Wegen der besseren Sendeverhältnisse ging das Reichspostzentralamt von den eisernen Türmen mehr und mehr zu den hölzernen Türmen bei den Rundfunksehtanlagen über. Der Holzbau hat dann auch gezeigt, dass er mit dem Eisenbau in Wettbewerb treten kann, trotzdem ihm die jahrelangen Erfahrungen des Eisenbaues auf dem Gebiet gefehlt haben.“ [2.179]. Die Entwicklung einer leistungsfähigen Nachrichtentechnik verlangte beim Aufbau einer modernen Funktechnik entsprechend hohe Sendetürme.

Zunächst baute man diese aus Stahl. Allerdings war der Wirkungsgrad der Funktürme aus Stahl relativ gering, und es kam sehr häufig zu Störungen der Sendeleistung. „Im Gegensatz zu Eisentürmen, bei denen ein großer Teil der aus der Antenne ausgestrahlten Energie durch die Massen der Türme verschluckt wird, beeinträchtigen Holzfunktürme die Leistung der Antenne nicht.“ [2.181]. Bei der Suche nach einer Verbesserung der Leistungen stieß man auf den nichtmetallischen Baustoff Holz. Die Holzbaupweise hatte sich schon bei abge-spannten Funkmasten für die kaiser-

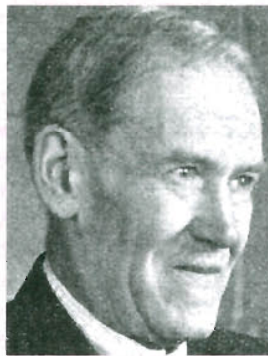
liche Marine bewährt. Ab 1926 ging die Deutsche Reichspost dazu über, die Funktürme in Holz zu bauen. Ihr Wirkungsgrad stieg im Vergleich zur Stahlbauweise von 20 Prozent auf 62 Prozent. Die im Zuge des Aufbaus der Rundfunktechnik neu geschaffenen Großsender erhielten Holztürme mit Höhen zwischen 75 und 190 m. Auch für die ersten Fernsehstationen auf dem Brocken und auf dem Feldberg im Taunus wurden 1938 Türme in Holz errichtet.

Zunächst verwendete man deutsches Kiefernholz, später dann vorwiegend amerikanische Pechkiefer. Jedoch war der Fäulniswiderstand

der amerikanischen Pechkiefer nicht so hoch, wie angenommen, so dass nach diesen Erfahrungen wieder einheimische Hölzer, insbesondere Lärchenholz, verbaut wurden. Die Forderungen der deutschen Reichspost nach Turmhöhen von 70 bis 140 m waren eine große Herausforderung für den Holzbau mit völlig neuen Fragen. Die Frage der Windlastannahmen bei derartig hohen Bauten, die Dauerhaftigkeit bei freier Bewitterung und die konstruktive Durchbildung bei möglichst geringem Stahleinsatz musste geklärt werden. „Der Turmbau ist unzweifelhaft eine Ingenieurleistung ersten Ranges, die bered-



**Bild 2.74: Funkturm in Heilsberg bei Königsberg, Höhe: 102 m, Ausführung: Fa. Juchow, Dortmund, 1930 (Foto aus [2.220])**



**Ernst Gaber**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 12.04.1881  
in Mannheim

Gestorben 1952

Lehre/Studium  
Besuch des Realgymnasiums  
in Mannheim

Studium Bau- und Ingenieurwesen an der TH Karlsruhe.  
Schüler und Assistent von Prof. Engesser

Berufliche Laufbahn

1903  
Ingenieurpraktikant bei der Badischen Eisenbahnverwaltung

1908  
Großherzoglicher Regierungsbaumeister; Entwürfe für mehrere Massivbrücken

1913

Promotion über Massivbrückenbau an der TH Karlsruhe

Teilnahme am Ersten Weltkrieg als Pionieroffizier, verantwortlich für zahlreiche Kriegsbrücken

1920

Oberbauinspektor und Baurat im badischen Staatsdienst

ab 01.04.1921

ordentlicher Professor für Brückenbau, Baustatik und wissenschaftliche Betriebsführung an der TH Karlsruhe, Nachfolger von Prof. Engesser

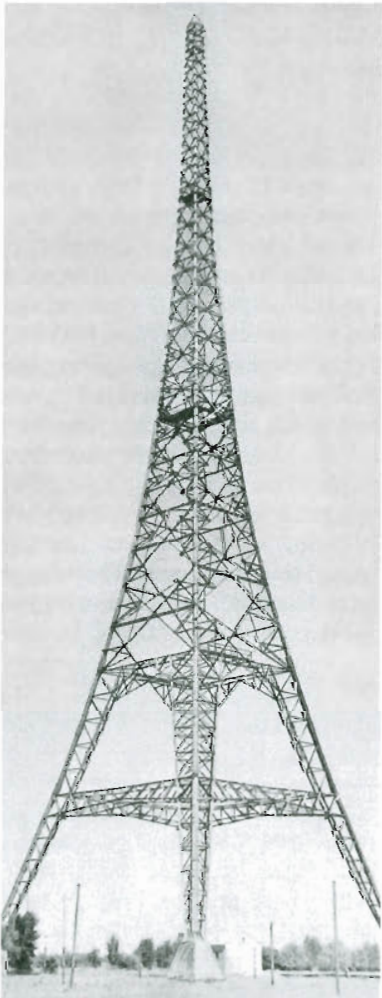
1921

Gründung der Versuchsanstalt für Holz, Stein, Eisen an der TH Karlsruhe, Ausbau der Versuchsanstalt zu einer renommierten Holzbauforschungseinrichtung, Erforschung des Tragverhaltens von Verbindungen, Entwicklung von Schwerlastbrücken in Holznagelbauweise für Spannweiten bis 100 m

Mitglied in der Deutschen Akademie für Forstwirtschaft

Mitglied im Fachausschuss für Holzfragen

Mitglied im Deutschen Normenausschuss



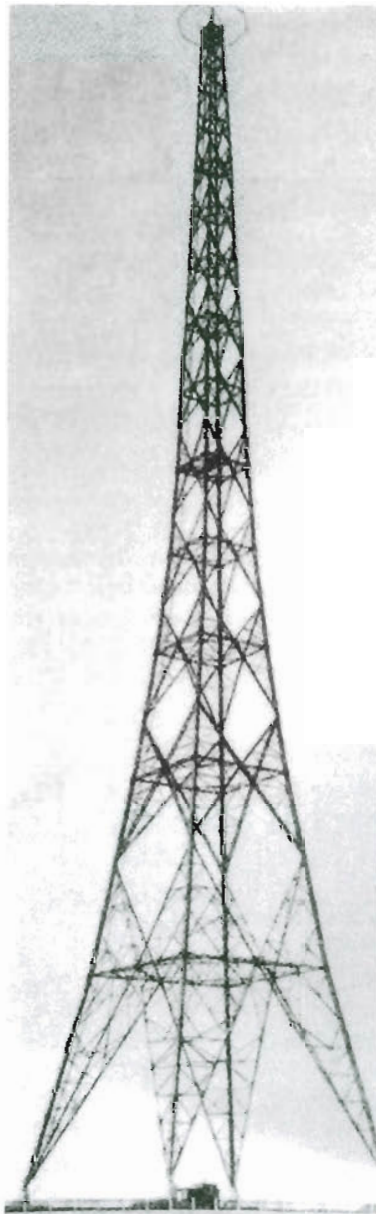
**Bild 2.75: Funkturn Ismaning, Höhe 163 m, Ausführung: Kübler AG, Stuttgart, 1934 (aus [2.220])**

tes Zeugnis dafür ablegt, was dem Holzbau zugemutet werden darf, wenn er in einer die Konstruktion und in der Theorie des Holzbaues beherrschenden Behandlung ingenieurtechnisch und gewandt ausgenutzt und durchgeführt wird.“ [2.187].

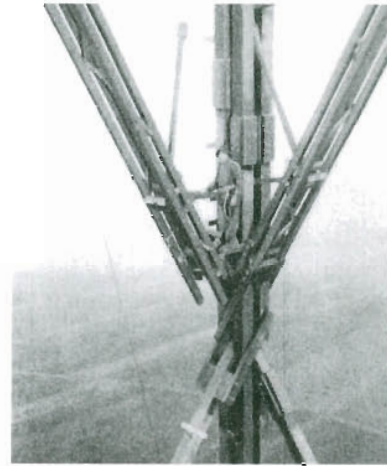
Ab 1930 überschritt man die Grenze von 100 m in der Bauhöhe und errichtete bis 1935 Türme bis 190 m. Bild 2.74 zeigt einen von zwei sehr schlank wirkenden Türmen der Großsendeanlage in Heilsberg bei Königsberg mit einer Höhe von 102 m. Am Funkturmbau waren die bekanntesten Holzbaufirmen dieser Zeit beteiligt (s. Tabelle 2.1).

Ausgeführt wurden die Türme in Fachwerkbauweise, vorgefertigt in Segmenten, die Knoten mit anti-magnetischen Holz- oder Messing- bzw. Bronzedübeln mit Spanschrauben aus Messing oder Bronzeerrichtet meist in kurzen Bauzeiten.

Franz Kollmann (1906–1987) sprach 1933 im Bayerischen Rund-



**Bild 2.76: Funkturn Mühlacker, Höhe 190 m, Ausführung: Siemens-Bauunion, Berlin, 1934 (Fotos aus [2.180])**  
a) Gesamtansicht



b) Knotenpunkt

funk über neue Wege in der Holzverwendung, und er betonte besonders im Zusammenhang mit den erreichten Fortschritten beim Holzschutz den errungenen technischen Stand im hölzernen Funkturmbau: „Deutsche Wissenschaft und Technik haben hier Vorbildliches geleistet. Sie haben zunächst festgestellt, daß die elektrischen Verluste bei hölzernen Antennentürmen unendlich geringer sind als bei eisernen und daß der lästige, dem Rundfunkhörer verhaßte Wellenschwung oder Fading-Effekt sich bei Benutzung hölzerner Maste wesentlich eindämmen läßt. Sie haben dann Mittel und Wege gefunden, um aus Holz feingliedrige, kühne Türme von über 100 m zu errichten. Wir dürfen mit Stolz unsere Führung auf diesem Gebiet betonen, denn wir besitzen in Deutschland in dem vor kurzem gebauten 140 m hohen Funkturn bei Breslau nicht nur den bisher höchsten Holzturm der Welt, sondern auch den modernsten, der die Antenne als hängenden Draht im Inneren trägt. Diese Ausführung ist selbstverständlich nur möglich, wenn der Turm völlig unmagnetisch ist.“ [2.161].

1934 wurde von der Kübler AG, Stuttgart der im Bild 2.75 dargestellte Funkturn in Ismaning bei München errichtet, nachdem die nur zwei Jahre zuvor erbauten 115 m hohen Türme wieder abgebaut worden waren. Den größten Turm baute die



**Tabelle 2.1: Entwicklung des Funkturmbaus in Holz 1925–1965 nach [2.179 bis 2.192] und [2.22]**

Jahr	Ort/Land	ausgeführt durch	Anzahl der Türme x Höhe [m]
1926	München Stadelheim (Einsturz beider Türme 1928)	Kübler AG, Stuttgart	2 x 75
1927	Leipzig-Pegau	nicht bekannt	125
1927	Breslau	nicht bekannt	140
1927	Königsberg in Preußen	Meltzer, Darmstadt	1 x 80
1927	Köln-Radderthal	Hein, Lehmann & Co, GmbH, Berlin	80
1930	Mühlacker	Kübler AG	2 x 100
1930/33	Heilsberg bei Königsberg (1939 abgebaut und 115 m hoch wiedererrichtet)	C. H. Juchow, Dortmund	2 x 102
1931/32	Breslau-Rotsürben	Hein, Lehmann & Co GmbH und Siemens Bauunion Berlin	1 x 145
1931/32	Wiederau bei Leipzig	Paul Meltzer, Darmstadt	125
1932	München-Erding	Paul Meltzer, Darmstadt	115
1932/33	München; Ismaning (1934 wieder abgebaut und ein Turm in einer Höhe von 163 m wieder errichtet, 1983 gesprengt)	Karl Kübler AG	2 x 115
1933/34	Mühlacker (1945 gesprengt)	Siemens Bauunion Berlin	1 x 190
1933	Langenberg (Einsturz 1935)	nicht bekannt	160
1933	Stettin	Christoph & Unmack AG, Niesky	96
1933	Bremen	C. H. Jucho, Dortmund	90
1933	Gleiwitz	Christoph & Unmack AG, Niesky	112
1933/34	Berlin-Tegel	Hein, Lehmann & Co GmbH, Berlin	165
1934	Trier	Christoph & Unmack AG, Niesky	110
1937	Brocken – Harz (Fernsehstation)	nicht bekannt	60
1937	Feldberg – Taunus (Fernsehstation)	nicht bekannt	60
1950/51	Feldberg – Taunus (Wiederaufbau des im Krieg zerstörten Turmes)	nicht bekannt	70
1964	Brück bei Potsdam (1991 wird ein Turm auf 34 m zurückgebaut)	Holzbau; Klingenthal	3 x 50

Siemens-Bauunion, Berlin, in München-Mühlacker. Er erreichte eine Höhe von 190 m (Bild 2.76).

In der Zeit zwischen 1934 und 1943 wurden dann nur noch kleinere Türme für die Marine oder Luftfahrt zwischen 25 und 50 m Höhe gebaut. Hier verwendete man wieder deutsches Kiefern- oder Lärchenholz.

1962 baute die Deutsche Post der DDR in Brück bei Potsdam vier Holztürme mit 54 m Höhe mit völlig metallfreien Verbindungen. Die Verbindungen bestanden aus Kunstharz-Press-Schichtholz.

Einen ermutigenden Neuanfang im Turmbau in Holz in jüngster Zeit zeigt das Bild 2.77. Die öffentlichen Waldbesitzer machten ihre Zustimmung zum Funkturmbau in ihrem Wald davon abhängig, dass ein Turm in Holz gebaut wird [2.221].



**Bild 2.77: Mobilfunk-Turm, Höhe 66 m, Ausführung: Holzbau Gröber, Füraamoos, 2002 (aus [2.221])**

### 3. Der Holzbau beim Wiederaufbau nach dem Zweiten Weltkrieg

#### 3.1 Einleitung

Nach dem Zweiten Weltkrieg war Deutschland ein zerstörtes Land. Ein großer Teil der vorhandenen Bausubstanz war den Bombenangriffen zum Opfer gefallen (Bild 3.1). Allein in Braunschweig wurde in einer Bombennacht der größte Teil der über 2 000 historischen Fachwerkhäuser zerstört. Ein ähnliches Schicksal erlitten die an Fachwerkbauten reichen Städte Lübeck, Hildesheim, Halberstadt oder Frankfurt am Main. Mit Blick auf die Wirkung der Bombardements gehörte es zur Kriegsstrategie, gerade die deutschen Städte mit Brandbomben anzugreifen, deren Bausubstanz besonders gut brannte. Orte, die während der letzten Kriegstage als Festung den Feind aufhalten sollten, wurden durch die Artilleriefire und Straßenkämpfe fast vollständig zerstört. Neben der Wiederherstellung der Gebäude war die wichtigste Aufgabe in dieser Zeit die zwölf Millionen Flüchtlinge aus den Ostgebieten unterzubringen und mit Wohnungen zu versorgen.

Der Bedarf an Holz war nach dem Krieg sehr hoch. Allein für den Wiederaufbau der zerstörten Gebäude wurde ein Holzbedarf von insgesamt ca. 200 Millionen Festmetern errechnet. In den Nachkriegsjahren betrug der Einschlag jährlich etwa 30 Millionen Festmeter. 65 Millionen Festmeter wurden aber pro Jahr benötigt (Bild 3.2). Enorm war auch der Brennholzverbrauch, allein im Winter 1946/47 wurden neun Millionen Festmeter Holz verbrannt [2. 167].

Holz war, wie in allen Nachkriegszeiten, ein begehrter Bau- und Brennstoff. Zum einen hatte

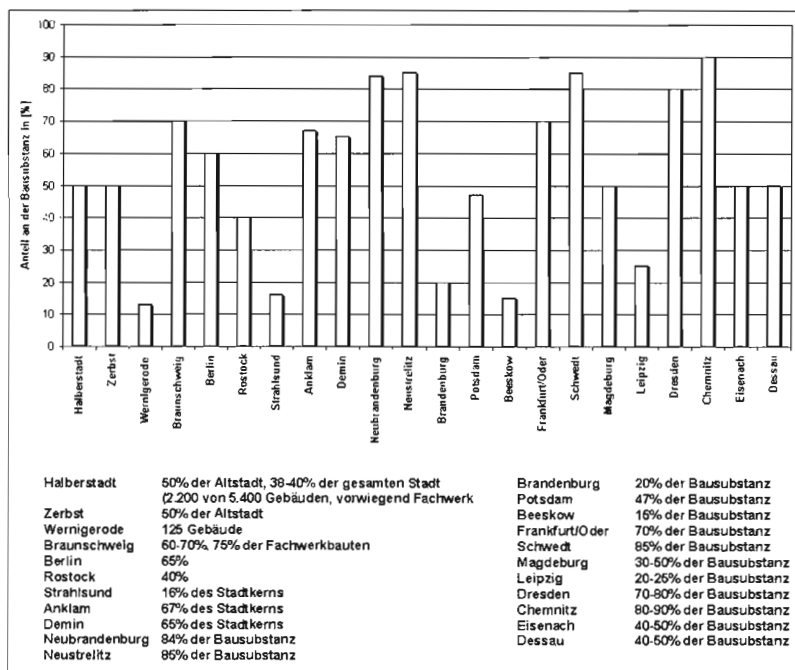


Bild 3.1 Beispiele für Kriegszerstörungen an deutschen Städten – 2. Weltkrieg

die autarkistische Politik der Nationalsozialisten zum Raubbau an den Wäldern geführt, und zum anderen mussten Zement- und Stahlproduktion erst wieder aufgebaut werden. Hinzu kamen in dieser Zeit aufzubringende Reparationsleistungen an die Siegermächte, die auch durch Lieferungen von Holz, Schnittholz und

von Holzhäusern zu leisten waren. Dr. Erwin Gerland bemerkt mit Blick auf das Zimmererhandwerk 1948 dazu in [3.32]: „...und gerade in Deutschland wird mit einer permanenten Holzverknappung gerechnet werden müssen. Denn einerseits hat der jahrzehntelange Raubbau durch den natürlichen Ertrag weit übersteigen-

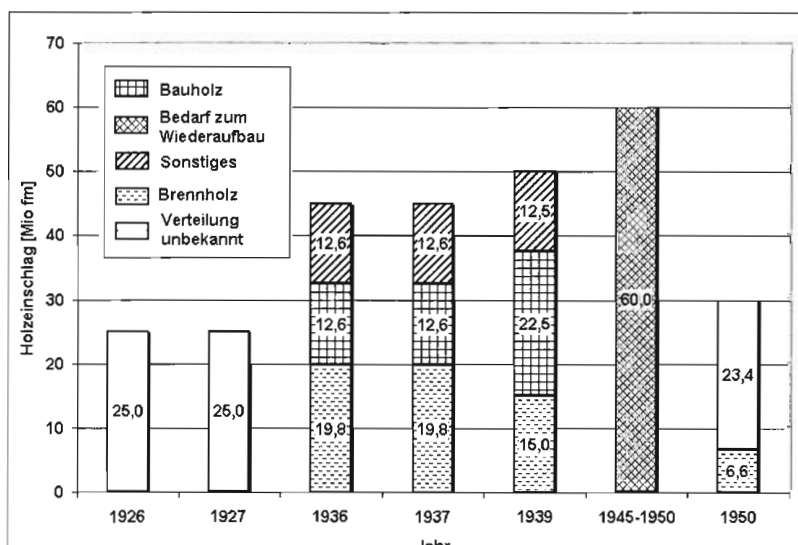


Bild 3.2 Holzeinschlag in Deutschland zwischen 1926 und 1950 und Holzbedarf für den Wiederaufbau

*den Einschlag unsere Wälder gelichtet, und andererseits entzieht die durch die Besatzungsmächte angeordnete Holzausfuhr aus einem Lande, das stets auf Holzeinfuhr zur Deckung seines eigenen Bedarfs angewiesen war, dem Binnenmarkt einen seiner unentbehrlichen Stoffe. An dieser Tatsache kann das Zimmererhandwerk nicht vorübergehen. Es muß sich darauf einstellen, dass der Tag nicht mehr fern ist, an dem die Zimmereibetriebe nicht mehr in der erforderlichen Holzmenge versorgt werden können.“*



**Robert von Halász,  
Prof. Dr.-Ing. E.h.**

Geboren am 24.07.1905  
in Höxter an der Weser  
aufgewachsen in Colmar im Elsaß

#### Lehre/Studium

1925-1931 Bauingenieurstudium/  
Diplomprüfung an der damaligen  
Technischen Hochschule Berlin

#### Berufliche Laufbahn

ab 1931

in der Industrie tätig;  
frühzeitig Prokura der Form-  
sand- und Braunkohlengruben  
in Petersdorf

#### 1935

Übernahme der technischen  
Leitung der Bauplattner KG in  
Berlin; Entwicklung typisierter  
Holzkonstruktionen

Ein Anstieg der Preise war die Folge, so dass die erste Bundesregierung 1949 eine Preisbindung für Holz erlassen musste, die erst 1951 aufgehoben werden konnte.

Diese angespannte Materialsituation spiegelt sich auch in den Holzbaupublikationen aus dieser Zeit wieder. Robert von Halász (geb. 1905) vermerkt dazu 1948 als Herausgeber des „Holzbautaschenbuch“ [2.44]:

*„Die Wälder Europas sind ausgezehrt. Sie bedürfen einer langandauernden Erholungspause, wenn ihr*

*wohltätiger Einfluß auf Klima und Boden, Körper und Geist des Menschen und wenn ihre wirtschaftliche Bedeutung nicht für immer verloren gehen sollen.*

*Es droht das Gespenst der Entwaldung! Was das bedeutet, bezeugt die Tatsache, daß Nordamerika die Folgen einer vor Jahrhunderten erfolgten Entwaldung nur durch gigantische Anstrengungen, Talsperrenbauten, Fernwasserleitungen usw. mildern konnte. Es ist daher Pflicht eines jeden Bauingenieurs und Architekten, Holz als Baustoff zu schonen, ja zu*

#### 1937

Regierungsbaurat bei der Reichsstelle für Baustatik in Berlin,  
Mitarbeiter von Prof. Wedler;  
Mitarbeit an der Entstehung von  
Baubestimmungen

#### 1938

Beurlaubung zur Preußag in  
Rüdersdorf bei Berlin: Erstmals  
Serienproduktion kompletter  
Stahlbetonfertigteilhallen in  
Deutschland

#### 1948

Berufung zum ordentlichen Professor an den Lehrstuhl für Baukonstruktion der Technischen Universität Berlin

#### ab 1962

Lehrstuhl für Allgemeinen Ingenieurbau; Ausbau des Faches Baukonstruktionen (Steinbau und Ingenieur-Holzbau)

#### 1970

nach seiner Emeritierung Gründung der Ingenieurgemeinschaft Professor R. v. Halász; umfassende Verdienste in der Umsetzung von Erkenntnissen in der Statik und Festigkeitslehre auf dem Gebiet des Holzbaus, beim Stahlbeton-Fertigteilbau und bei der Bauphysik

#### 1980

Bundesverdienstkreuz

#### 1982

Verleihung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften Ehre halber von der Universität Dortmund; Mitglied des Präsidiums der DGfH

#### 1960–1970

Vorsitzender des Fachausschusses Holz im Bauwesen der DGfH  
Vorsitzender der Studiengemeinschaft für Fertigbau seit 1959

#### seit 1975

Präsident der Europrefab

#### daneben seit 1949

Herausgeber des  
Holzbautaschenbuches:

1. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1943
2. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1944
3. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1948
4. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1952
5. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1957
6. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1963
7. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1974
8. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1986
9. Auflage:  
Ernst & Sohn, Berlin 1996

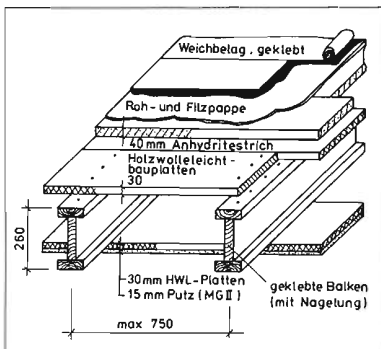


Bild 3.3 Leipziger Decken (aus [3.77])

meiden, wo es irgend geht. Das bedeutet bestimmt nicht das Ende des auf vielhundertjährige Entwicklung zurückblickenden Holzbaues. Es bleiben genug nur in Holz lösbare Aufgaben! Diese aber sollten aus vollendeter Beherrschung des Handwerks und der Technik gemeistert werden. Der nachhaltigste Weg zur Holzeinsparung führt über die wissenschaftliche Durchdringung der Holzbaukunst. Nur auf diesem Wege kann man in dem üppig wuchernden Gestrüpp ‚holzsparender‘ Erfindungen die Spreu vom Weizen sondern.“

Felix Fonrobert schrieb in der 5. Auflage seines Buches „Grundzüge des Holzbaus“, Berlin 1948 [2.49]: „Die Holzknappheit wird in Deutschland vorerst noch ständig wachsen, weil nach wie vor jährlich mehr Holz eingeschlagen werden muß als zuwächst und an die Stelle bedeutender Einfuhren an Holz erhebliche Ausfuhren getreten sind. Dazu kommt, daß der auf das Bauwesen entfallende Anteil an Holz infolge des bekannten Mehrbedarfs für viele andere Zwecke merklich vermindert ist. Es heißt daher, mit der Bauholzmenge, über die wir in den kommenden Jahren des Wiederaufbaus verfügen dürfen, so sparsam wie möglich umzugehen, ohne daß darunter die Güte und die Sicherheit der hölzernen Bauteile und Bauwerke leidet.“

Der sparsamste Holzverbrauch war nunmehr ein Gebot der Stunde. Sowohl bei der Wiederherstellung der zerstörten Gebäude, als auch beim Neubau für Decken, Dachkonstruk-

tionen und Gebäude, im Industriebau bei der Wiedererrichtung von Industriehallen, sowie im Brückenbau zur temporären Wiederherstellung von wichtigen Brückenverbindungen wurde wieder auf Holzkonstruktionen zurückgegriffen. Dabei bevorzugte man bis in die 50er-Jahre vor allem holzsparende Konstruktionen, wie sie schon in den Kriegsjahren propagiert worden waren. Was man in Bezug auf Sparsamkeit vollbringen kann, bewies der berühmte Architekt Otto Bartning (1883–1959), der den Auftrag hatte, 48 Notkirchen, die von evangelischen Gemeinden im Ausland gespendet wurden, an den verschiedensten Orten in Deutschland zu bauen. Bartning griff auf die Nagelbauweise zurück und standardisierte die Bauteile. Damit gelang ihm eine serienmäßige Herstellung der Kirchen. Nach der Errichtung der 48. Kirche im Jahre 1950 hatte er noch so viel Geld übrig, dass er noch eine 49. Kirche bauen konnte, was ihn zu der Bemerkung veranlasste: „Holz ist und bleibt der immer bereite und vertraute Baustoff. Er braucht keine hochspezialisierten Monteure. Er ist gefügig und wirtschaftlich in jenen Handwerkern, in denen Erfahrungen wirksam sind, uralte Erfahrungen des Menschen aus dem Umgang mit Holz.“ [3.42]. Das Notkirchenprogramm wurde ein großer Erfolg und gleichzeitig ein hoffnungsvoller Neuanfang nach dem Zweiten Weltkrieg [3.46].

Für einfache Zweckbauten wie Lagerhallen kamen häufig Rundholzkonstruktionen zum Einsatz.

Der Bund Deutscher Zimmermeister konnte zunächst den Zimmerern in dieser Entwicklung nicht helfen. Denn die Besatzungsmächte untersagten 1945 jegliche Tätigkeit der früheren Reichsinnungsverbände. Erst mit Gründung der Bundesrepublik im Jahre 1949 begann wieder das berufsständische Verbandsleben, als der Bund Deutscher Zimmermeister dem neu gegründeten Zentralverband des Deutschen Baugewerbes beitrug.



Bild 3.4 Leipziger Decke, I-Querschnitt mit geklebten oder genagelten Gurten, Decke eines Wohnhauses

(Baujahr: 1950, vor einer geplanten Aufstockung Foto: Dr. Lißner 2000)

Schon im Jahre 1948 hatte die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung wieder ihre Arbeit aufgenommen. Mit der Neugründung der Arbeitsgemeinschaft Holz im Jahre 1950 waren die maßgeblichen Holzbauorganisationen wieder komplett.

Der riesige Bedarf an Holzkonstruktionen in der Nachkriegszeit förderte die Diskussion zur Weiterentwicklung bewährter Holzbauweisen, so zum Beispiel bei den Holzbalkendecken (Bild 3.3 bis 3.5): „Das Zimmererhandwerk muß der Holzbalkendecke wieder Gestalt verschaffen. Dabei müssen auch die alten, bisher gebräuchlichen Konstruktionen – die seit Jahrhunderten bodenständig sind – fortentwickelt werden. Die Qualität der Decke darf nicht verschlechtert werden – das ist eine unumgängliche Voraussetzung – wir müssen sie aber holzsparender ausführen und das Holz vergüten. Sparsame Balken wurden entwickelt.“ [3.2].

Schon kurz nach ihrer Neugründung ergriffen die Zimmerer wieder die Initiative und warben für den Holzbau. 1951 nahm der Bund Deutscher Zimmermeister zusammen mit der Arbeitsgemeinschaft Holz an der größten Baumesse seit 1945, an der Constructa in Hannover, teil und zeigte eindrucksvoll die Möglichkeiten des Holzbaus im Dachstuhlbau, bei freigespannten Hallen, bei

Ingenieurholz-Konstruktionen, Holzhäusern, Hallen in Brettschichtbauweise und Material sparenden geklebten Gitterträgern. „...großen Anklang fand der Stand des BDZ mit seinen Modellen von Dachstühlen und freitragenden Konstruktionen... Die Arbeitsgemeinschaft Holz war mit einer Sonderschau vertreten; ein großer Stand über Ingenieurholzbau, betreut von Professor Stoy, erweckte allgemeines Interesse.“ [3.4].

### 3.2. Die Lösung der dringendsten Aufgaben

Der Holzmangel in den ersten Nachkriegsjahren wurde für die Zimmerer auch zu einer Existenzfrage. Der Hauptteil des Holzverbrauchs im Bauwesen ging in die Konstruktion von Decken und Dächern. Es wurden Stimmen immer lauter, die einen vollständigen Ersatz von Holzkonstruktionen in diesem Bereich durch andere Bauweisen forderten. Deshalb ist es nur verständlich, wenn der Bund Deutscher Zimmermeister die Gefahr erkannte und eindringlich forderte, sich diesem existentiellen Problem zu stellen, so Dr. Erwin Gerland 1948 in [3.32]: „Man muß mit weniger Holz auskommen... Es wäre zweifellos eine lohnende Mühe, wenn sich Zimmermeister aufgrund ihrer konstruktiven Fähigkeiten mit dieser Frage eingehend befassen und einen Wettbewerb unter den Fachleuten einleiten würden, der den Zimmermannsberuf wahrhaft zu fördern vermöchte.“

Der Berufsstand der Zimmerer, der in seiner jahrhundertlangen Geschichte schon manche Herausforderung bestehen musste, stellte sich diesen Anforderungen. Dachkonstruktionen wurden in Rundholz oder nur mit sägestreiftem Holz gebaut, Hausbauweisen im Hinblick auf eine Materialeinsparung weiterentwickelt, Deckenbalken durch Material sparende Balken ersetzt. „Der gewaltige Holzverbrauch vor und während des

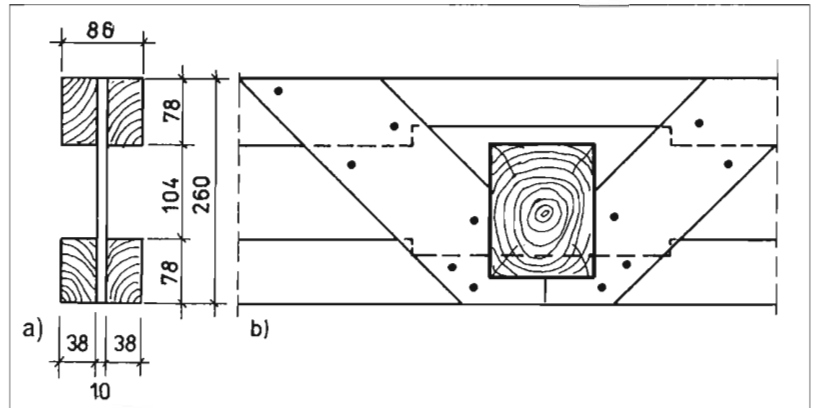
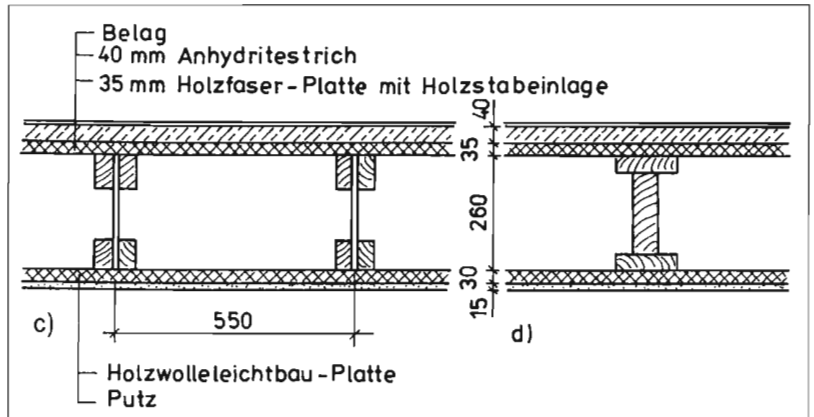


Bild 3.5 Bernsdorfer Decke, geklebter Steg aus zwei 10 mm dicken Holzfaserhartplatten, Leipziger Decke (aus [3.77])

a) Balkenquerschnitt b) Wechselaufleger an der Auflagerverstärkung



c) Deckenquerschnitt

d) Balkenquerschnitt Leipziger Decke

2. Weltkrieges ließ befürchten, daß damit der konstruktive Holzbau zum Erliegen gekommen wäre. Das ist jedoch nicht der Fall. Sehr viele, insbesondere die alten Gebäude werden heute ebenso wie früher in Rundholz oder sägestreiftem Holz wiederaufgebaut.“, so Wilhelm Stoy 1951 in [3.4].

Für Wohnhausdächer wurden hauptsächlich Sparrendächer empfohlen. „Die Frage der Wirtschaftlichkeit spielt heute auch beim Wohnhausdach eine ausschlaggebende Rolle. Daraus ist auch zu erklären, daß sich das Sparrendach und das Kehlbalkendach in den letzten Jahren überall eingeführt haben. Sowohl beim Sparren- als auch beim sogenannten Kehlbalkendach handelt es

sich um Konstruktionen, bei denen sich jedes Sparrengebände selbst trägt. Pfetten und Hauptbinder sind hier nicht mehr erforderlich. Der Vorteil dieser Dächer liegt im Verhältnis zu anderen Konstruktionen im niedrigen Materialbedarf.“ [3.9].

Auch auf dem Gebiet der holzsparenden Wohnhausdächer konnten die Zimmerer und Ingenieure nach dem zweiten Weltkrieg auf Ideen und Forschungsarbeiten aus der Zeit der ersten Materialkontingentierung im Jahre 1939 zurückgreifen. Von einem in dieser Zeit speziell zu diesem Zwecke gegründeten Arbeitsausschuss, dem „Fachausschuss für Holzfragen“ beim Verein Deutscher Ingenieure und dem deutschen Forstverein wurden umfangreiche

Untersuchungen zu Materialaufwand, Arbeitsaufwand und Stand-sicherheitsnachweis traditioneller und auch weiterentwickelter Dachkonstruktionen durchgeführt. Die Ergebnisse erschienen in zwei Auflagen in einem gesonderten Bericht in den Jahren 1943 und 1944. Im Jahre 1948 wurde die letzte Fassung des Berichtes durch die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, die im gleichen Jahr ihre Arbeit wieder aufgenommen hatte, noch einmal herausgegeben. Einleitend heißt es dazu im Bericht: „Die tragenden Teile von hölzernen Hausdächern wurden vor dem ersten Weltkrieg überwiegend auf Grund von Erfahrungen der Zimmermeister und Baumeister bemessen. Die wirtschaftliche Not der Nachkriegszeit, besonders aber die angespannte Rohstofflage vor und während des zweiten Weltkrieges zwangen dazu, auch bei den Hausdächern an Holz zu sparen. Man begann daher, in größerem Umfang die Abmessungen der tragenden Dachteile auf Grund von statischen Berechnungen zu bestimmen, zumal die baupolizeilichen Vorschriften eine immer weitergehende Ausnutzung des Holzes zuließen.“, so Prof. Wedler in [3.33].

Da die Zimmerleute größtenteils wie seit Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts die Dachkonstruktionen immer noch nach herkömmlichen Regeln und ohne statische Nachweise bauten, war diese Publikation eine wichtige Initiative zur Einführung ingenieurmäßig berechneter und durchgebildeter bzw. materialsparender Dachkonstruktionen. Gleichzeitig informierte der Bericht über alle Neu- und Weiterentwicklungen der letzten Jahrzehnte und trug so zu deren Verbreitung bei. Die große Nachfrage nach diesem Werk führte in 25 Jahren Holzbauentwicklung zu insgesamt 8 Auflagen.

In den sechziger Jahren spielt die Frage der Materialeinsparung bei Dach- und Deckenkonstruktionen in der Bundesrepublik Deutschland

keine Rolle mehr: „Dachtragwerke mit hohem Arbeitsaufwand, aber geringem Holzbedarf, sind heute insgesamt meist unwirtschaftlich, da sich das Verhältnis Lohnkosten : Materialkosten gegenüber der Zeit während des zweiten Weltkrieges, in welcher die Vergleiche (gemeint sind die

Vergleiche im Materialverbrauch verschiedener Konstruktionen – Anmerkung des Verf.) erarbeitet wurden, sehr zu Ungunsten der Lohnkosten geändert hat. Arbeitsintensive Bauarten werden daher heute kaum mehr ausgeführt. Andererseits hat sich aber auch der Arbeitsaufwand



**Gerhard Hempel**  
Baumeister

Geboren am 27.08.1911  
in Görlitz

Gestorben am 23.02.1974  
in Karlsruhe

Lehre/Studium  
Maurerlehre

Besuch der Staatsbauschule,  
Abschluss als Baumeister

Ab 1936  
Mitarbeiter in der Technischen  
Abteilung des Bundes Deutscher  
Zimmermeister in Kassel, Zusammen-  
arbeit mit Trysna, Eisfeld  
und Freise

Ab 1936  
Mitarbeit bei der Zeitschrift  
„Der Deutsche Zimmermeister“

1938–1945  
Mitarbeiter in der Firma  
Christoph & Unmack in Niesky

1945/1946  
Umsiedlung nach Karlsruhe

Ab 1946  
Aufbau der Technischen Abteilung  
des Bundes Deutscher Zimmer-

meister in Karlsruhe, zusammen  
mit Dr. Seidel und Jäger

1946

Herausgabe der ersten Technischen  
Mappe des BDZ „Typengeprüfte  
Nagel-Brett-Binder“

1948

Mitarbeit bei der Zeitschrift  
„Der Zimmermeister“

Ab 1950

Redakteur des Verbandsorgans des  
BDZ, „Der Zimmermeister“, später  
Umbenennung in „Bauen mit Holz“

Leitung des Technischen Büros des  
BDZ

Prüfingenieur für Baustatik

Mitglied des Arbeitsausschusses  
für die DIN 1052

Mitglied des technischen Aus-  
schusses der Studiengemeinschaft  
Holzleimbau

1951–1972

Mitglied des Werkausschusses  
des BDZ

1970

Herrmann-Eckardt-Medaille

Zahlreiche Publikationen über tech-  
nische Entwicklungen im Holzbau  
und die Anforderungen an ein  
modernes Zimmererhandwerk

Bücher

Freigespannte Holzbinder,  
9 Auflagen

Holztabellen

Bau-Tabellen

100 Statikbeispiele aus dem  
Holzbau

100 Knotenpunkte aus dem  
Holzbau

für den Abbund einer bestimmten Konstruktion durch die Anwendung neuzeitlicher Holzbearbeitungsmaschinen und den Ersatz des Aufreißens einer Konstruktion auf dem Reißboden durch den zeichnerischen Abbund und die Anwendung von Schablonen verringert.“ [3.74].

### 3.3 Entwicklung Holzsparender Bauweisen

Die gewaltigen Bauaufgaben zum Wiederaufbau der Infrastruktur und der Dörfer und Städte und ihrer Infrastruktur war ohne den Einsatz Material sparender Bauweisen nicht zu bewältigen. Wenn man in dieser Zeit von Wirtschaftlichkeit sprach, so meinte man ausschließlich den Materialverbrauch. Einerseits griff man auf Lösungsvorschläge aus den Kriegsjahren zurück, andererseits stellte man neue Überlegungen zur weiteren Materialeinsparung an. Den Erfindungsreichtum der Zimmermeister in dieser Zeit bezeichnete Baumeister Gerhard Hempel (1911–1974) im Jahre 1955 als lebendige Entwicklung des Holzbaus: „Der Holzbau ist heute lebendiger denn je. Selten kamen so viele Neukonstruktionen auf den Markt wie im Laufe der letzten Jahre. Gibt es ein besseres Zeichen für die Daseinsberechtigung einer Bauweise, als dauernde Weiterentwicklung.“ [3.12].

Leichte Gitterträger, so genannte „Holz-Spar-Träger“ mit geklebten Knotenpunkten, entsprachen dem Bestreben nach möglichst geringem Holzeinsatz. Sie waren ein wesentlicher Fortschritt in der Materialauslastung von Fachwerkstrukturen, da mit nachgiebigen Verbindungsmitteln, wie zum Beispiel Nägeln, die Stäbe des Fachwerkes statisch nicht vollständig ausgelastet werden können. Die Klebeverbindung im Holzbau kommt der Schweißverbindung im Stahlbau sehr nahe, und sie gestattet eine volle statische Auslastung der Stabquerschnitte. Zu den neu entwickelten Gitterträgern zählte

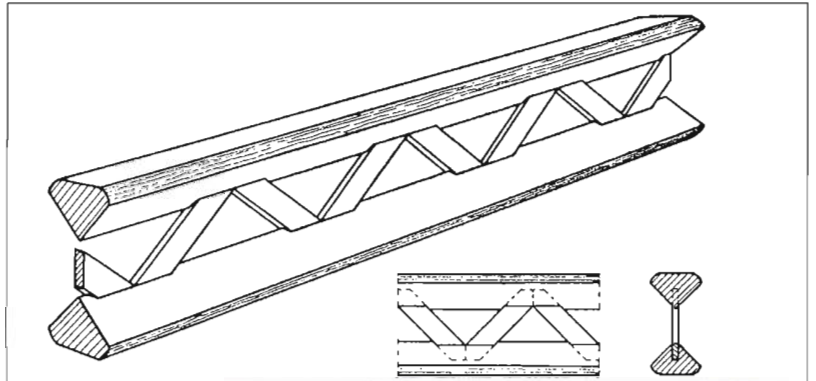


Bild 3.6 Harzer-Träger-Konstruktion, Entwickler: Zimmermeister Zenker, Langelsheim, 1951 (aus [3.4])

die Anfang der 50er -Jahre von Zimmermeister Zenker, Langelsheim, entwickelte Harzer-Träger-Konstruktion, die hauptsächlich bei Dachkonstruktionen im Spannweitenbereich zwischen 7 und 18 m Anwendung fand. Die Kosten des Träger-Systems waren um 15 Prozent bis 30 Prozent niedriger, als bei vergleichbaren Vollholzkonstruktionen (Bild 3.6). Dann entwickelte man unter der gleichen Bezeichnung geklebte I-Querschnitte, ebenfalls für eine Anwendung als Dachsparren, bei denen die Stege unterbrochen waren, oder die Klebefuge nicht durchgeführt wurde. Bis 1955 verkaufte die Firma 4000 laufende Meter dieser Bauart.

Vom Ingenieur Hess, Grafrat, stammt die Dreiecks-Streben-Bauart (Bild 3.7). Die neue Streben-Bauart wurde von Karl Möhler (1912–

1993) ausführlich untersucht. Möhler schrieb 1955 zur ökonomischen Situation bei der Einführung: „Die in den Nachkriegsjahren laufende Verteuerung des Holzes, dieses für den Hochbau wichtigen Rohstoffes, begünstigte die bereits vor und während des Krieges unternommenen Anstrengungen zur Entwicklung leistungsfähiger Holzsparender Konstruktionen. Im Hinblick auf die ebenfalls ansteigenden Arbeitslöhne war aber nicht mehr wie vordem nur die erzielte Holzersparnis allein für die Wirtschaftlichkeit einer Neukonstruktion maßgebend, es musste in gleicher Weise auch darauf geachtet werden, den Arbeitsaufwand für die Herstellung und Montage derartiger neuer Bauweisen so gering wie möglich zu halten.“ [3.10].

Dies war nach Möhler auch der Grund, warum die seit 1940 sehr gut

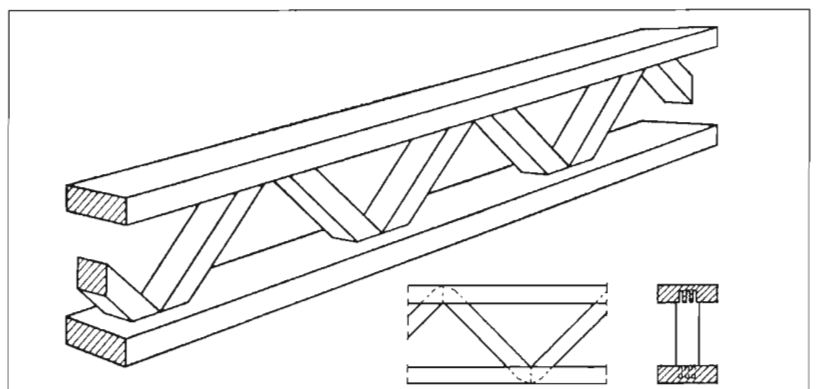


Bild 3.7 Dreiecks-Streben-Konstruktion, Entwickler: Ingenieur Hess, Grafrat, 1951 (aus [3.4])

### Walter Greim Oberingenieur

Geboren am 25.01.1887  
in Berlin

Gestorben am 11.04.1970  
in Hildesheim

Lehre/Studium  
1910–1913 Zimmererlehre

Berufliche Laufbahn  
Meisterprüfung an der  
Baugewerbeschule

ab 1913  
Tätigkeit in bedeutenden  
Baufirmen

1916  
Versuche zu neuen Dübeln  
im Holzbau

Patentanmeldung Greim-Krallen-  
dübel

1916  
Gründung der Hoch- und Tiefbau-  
firma Metzke & Greim OHG in  
Berlin

1926  
Auftrag der Siemens-Bauunion  
zum Aufbau einer Abteilung  
Holzbau; die Siemens-Bauunion  
übernimmt sein Patent zum  
Greim-Krallendübel und zum  
Knotenpunkt Holz-Stahl-Gelenk;  
Bekannschaft und Zusammen-  
arbeit mit Anton Gattner

1952  
Errichtung der Messehalle 13  
in Frankfurt/Main

Entwicklung der Holz/Stahl-  
Bauweise und bauaufsichtliche  
Zulassung (Geschlitzte Stahl-  
blech-Holz-Verbindungen)

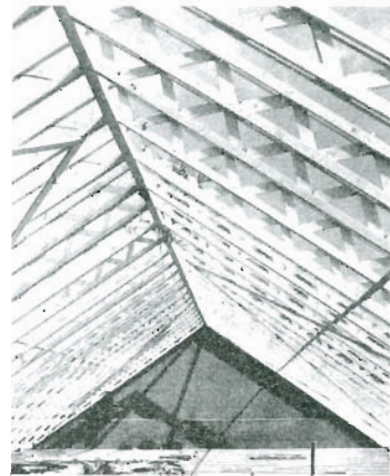
erforschten genagelten oder geklebten Sparbalken mit I-Querschnitt kaum in der Praxis angewendet wurden. Anders verhielt es sich mit der Dreiecks-Streben-Bauart, einem leichten Gitterträger mit geklebten Knoten. Die Klebeverbindung bestand aus eingeklebten Zinken. Ihre

Herstellung konnte industriell erfolgen. Die Gurte der Fachwerkträger hatten Breiten zwischen 80 und 120 mm. Es konnten Bauhöhen von 300 mm bis 1 050 mm realisiert werden. Die Träger wurden hauptsächlich für Dachkonstruktionen mit Spannweiten bis 12 m verwendet. 1964 feierte man die Produktion des siebenmillionsten Meters in dieser Bauart [3.14]. Diese Gitterträger konnten auch als Fachwerkträger für Hallen bis 12 m Spannweite Anwendung finden.

Gitterträger mit geklebten Knoten aus Keilzinkungen kamen 1953 unter der Bezeichnung Trigonit-Träger auf den deutschen Markt. Die Diagonalen waren über Zinkenverbindungen miteinander verklebt. Die Gurte wiederum verband man mit den Diagonalen über Nagelverbindungen (Bild 3.8). Die Entwicklung stammte vom Schweizer Zimmermeister Kämpf, der auch später noch durch geklebte Kämpf-Steg-Träger mit I-Querschnitt bekannt wurde.

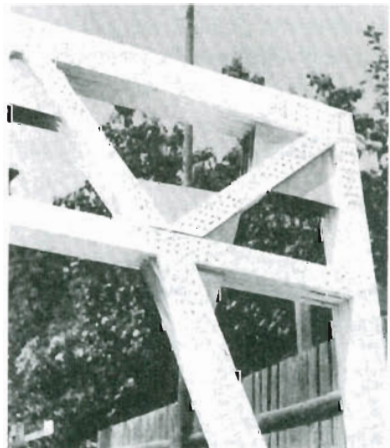
Eine andere Gitter-Bauart, die ohne Klebstoff auskam, aber die trotzdem eine volle Auslastung der Holzstäbe garantierte war die „Greimbauweise“. Der Oberingenieur Walter Greim (1887–1970), Berlin, der sich durch die Entwicklung des Greimschen Krallen-Dübels (siehe auch Abschnitt 2.4.3) und die Entwicklung des Dübels der Siemens-Bauunion einen Namen gemacht hatte, entwickelte schon 1935 die Grundidee zu einer Holz-Stahl-Bauweise.

Seine Ideen konnte er erst nach dem Zweiten Weltkrieg, nun schon siebzigjährig, vollenden. Zusammen mit Dipl.-Ing. Heinz Brunotte entwickelte Walter Greim seine Idee zur Marktreife. 1953 erhielten sie die baupolizeiliche Zulassung für die einschnittige und 1960 die Zulassung für die mehrschnittige Nagel-Blechverbindung. Die Idee ist auch heute noch durch Patente geschützt, und daher sind nur Lizenzbetriebe zur Herstellung der Konstruktion berechtigt. Die Fachwerk-



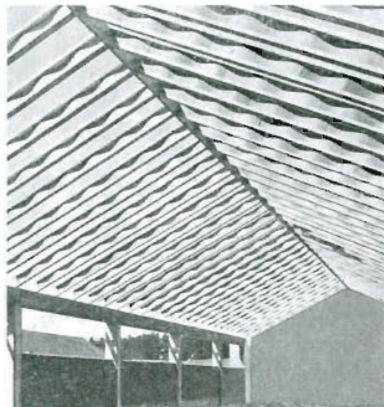
**Bild 3.8** Dachkonstruktion in Trigonit-Gitterstegbauweise, Entwickler: Zimmermeister Kämpf, 1953 (Foto aus Deutscher Zimmermeister (1953)10, S.201)

konstruktion hat zentrische Anschlüsse und die Knotenpunktverbindungen bestehen aus mehrschnittigen Nagelverbindungen mit in Sägeschlitze eingelegten Blechen [3.13]. Die Bleche sind aus feuerverzinktem Stahl in Dicken von 1,0 bis 1,7 mm. Bei Angriff aggressiver Medien werden die Stahlbleche mit einem Spezialanstrich versehen. Die Nägel mit Durchmesser zwischen 2,5 und 4,2 mm werden mit Preßluftnaglern eingetrieben. Bis zu 3 Bleche können mit einem Nagel durchgena-



**Bild 3.9** Greim-Bauweise, Entwickler: Greim, 1955; Rahmenecke eines Dreieck-Rahmens (Foto aus Deutscher Zimmermeister (1960)10, S.233)





**Bild 3.10** Hallenbau mit Wellstegträgern, Entwickler: Hanns Hess, Grafrath, 1957 (aus [3.13])

gelt werden. Herstellbar sind Knotenpunkte mit zwei bis sechsschnittigen Nägeln. Dadurch entstehen schlanke Fachwerkstrukturen mit relativ hohen Knoten tragfähigkeiten (Bild 3.9 zeigt eine Rahmenecke eines Dreigelenkrahmens). Die Bauart ist auch heute noch sehr wirtschaftlich, gegenüber vergleichbaren konventionellen Konstruktionen war eine Kostensenkung um bis zu 70 % erreichbar.

Der Ingenieur Hanns Hess, Grafrath, entwickelte einen industriell herstellbaren Holz-Spar-Balken mit I-Querschnitt, der 1955 in die Holzbaupraxis eingeführt wurde. Die Gurte wurden aus Vollholz in Breiten zwischen 80 und 140 mm und Dicken zwischen 30 und 60 mm gefertigt. Als Steg wurde ein beulsicherer Wellsteg aus Buchensperrholz verwendet, der sinusförmig ausgeformt mit den Gurten verklebt war. Der Träger wurde in Höhen von 140 bis 500 mm hergestellt. Bis 1957 verkaufte man 250 000 lfd. m. Träger [3.12], hauptsächlich verwendet als Dachsparren in Materialsparenden Konstruktionen (Bild 3.10). 1964 feierte man die Fertigung des einmillionsten Meters Wellstegträger. Inzwischen gab es vier Werke in Deutschland und weitere Produktionsstätten in Finnland, der Schweiz, und England [3.15]. Zur Erleichterung der Tragwerksplanung gab es typenprüfte Tragfähigkeitstabellen.

### 3.4 Der Holzhausbau nach dem Zweiten Weltkrieg

Zu den Möglichkeiten des Holzhausbaus beim Wiederaufbau schrieb C. Kersten 1947 in [3.1]:

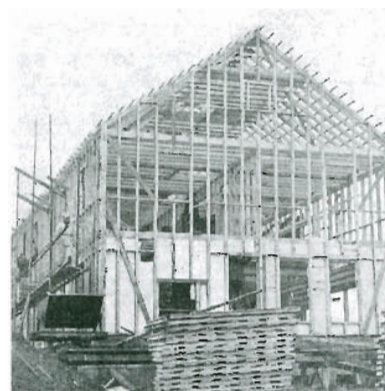
*„Die deutsche Holzhaus- und Barackenfabrikation geht wohl weiter, aber nur für Ausfuhrzwecke auf Reparationskonto. Immerhin können die Häuser auch für Deutsche geliefert werden, wenn im Ausland (England) lebende Verwandte oder Bekannte die Kosten in Devisen bezahlen und das Haus ihren deutschen Angehörigen schenken.“* Für mehrgeschossige Wohngebäude war 1948 Holz der billigste Baustoff, wie entsprechende Untersuchungen zeigten, auf die Dr. Erich Seidel 1950 aufmerksam machte. Gegenüber massiven Decken, Treppen und Dächern in Stahlbetonbauweise verbilligte sich das Gebäude durch den Einsatz von Holzbauteilen um 10 bis 30 Prozent. Dies führte dazu, dass man vereinzelt bei größeren Wohnungsbauvorhaben auf Holz als Bauweise auch für zweigeschossige Gebäude zurückgriff (Bild 3.11).

Der Holzhausbau kam daher nicht zum Erliegen (Bild 3.12). In einzelnen Regionen wurden sogar wieder Häuser in der traditionellen Fachwerkbauweise gezimmert.

Die Entwicklung und Produktion von Fertighäusern setzte erst ab 1960 ein. Ursache dafür war eine ab 1957 zunehmenden Nachfrage nach Fertighäusern, die zunächst schwedische, norwegische und finnische Firmen befriedigten. Diese warben, was völlig neu war, mit Häusern aus einem Katalog, gleichzeitig halfen sie bei der Grundstücksbeschaffung und vermittelten eine geeignete Finanzierung. Im Volksmund nannte man diese Häuser daher auch „Schwedenhäuser“.

Millionen von Menschen hatten in den ersten Aufbaujahren wieder zielstrebig für ein eigenes Heim gespart und ihre zu diesem Zwecke abgeschlossenen Bausparverträge wurden zuteilungsreif. Da häufig kein

Grundstück vorhanden war und man die Sorge für die Finanzierung gerne einem Anbieter überließ, griff man nur zu gerne auf solche Angebote zurück. Die traditionell ausgerichteten Zimmererbetriebe konnten wegen der geringen Kapitaldecke und der nur handwerklichen Fertigungsmöglichkeiten solche Leistungen nicht anbieten. Deshalb forderte Gerhard Hempel 1958: *„...es ist daher Zeit, daß sich auch das deutsche Zimmerhandwerk mit diesen Problemen beschäftigt. Das Fertighaus wird sich bei uns durchsetzen, ob es uns nun sympathisch ist oder nicht. Konkurrenzfähig werden nur Firmen sein, die mindestens das Gleiche zu bieten haben, wie die ausländischen Großfirmen.“* [3.17]. In Baden-Württemberg reagierten die Landesverbände der Zimmerer darauf und schlossen sich zu einer Fertigungs- und Angebotsgemeinschaft zusammen, um gemeinsam Fertighäuser unter Nutzung der jeweils vorhandenen technologischen Möglichkeiten herzustellen.



**Bild 3.11** Zweigeschossiges Wohnhaus für 12 Familien, Stuttgart, Bauweise: Holz-Gerippebauweise, Foto a) Gerippe mit teilweise Isolierung aus Steinwolle



**b) fertig verputztes Gebäude, Putz auf Heraklith-Platten, Ausführung: Zimmermeister Bosch, 1950 (aus [3.8])**



**Bild 3.12 Holzhaus in Holztafelbauart, 1948, Entwurf und Ausführung: Zimmermeister Hecht, Baden-Baden (Foto aus Der Zimmermeister (1948) 5, Titelblatt)**

Aufgrund einer Anfrage an den Bundestag befasste sich die Bundesregierung 1959 mit dem Umstand, daß Holzfertighäuser beim sozialen Wohnungsbau bisher keine Rolle spielten. Die Antwort charakterisiert das damalige bautechnische Niveau der Fertigung: „Die Lebensdauer von Holzhäusern ist geringer als die von Massivbauten. Der Wohnwert von Holzfertighäusern ist als gut zu beurteilen. ... Bei den im Rahmen der Versuchs- und Vergleichsbauten untersuchten Holzfertighäuser ergab sich eine annähernde Kostengleichheit. Die Herstellung der vorgefertigten Einzelteile der Holzhäuser ist witterungsunabhängig, da sie sich in Werkstätten vollzieht. ... Die westdeutsche Fertigholzindustrie ist z. Zt. nur zu 30 v. H. ihrer Kapazität ausgelastet. Sie wäre in der Lage, ohne Ausweitung ihrer gegenwärtigen Kapazität pro Jahr 10 000 Wohnungseinheiten in reinem Holzfertighausbau und weitere 10 000 Wohnungseinheiten im Gemischtbau zu liefern. ... Die Förderung von Holzfertighäusern durch öffentliche Bau Darlehen steht im Ermessen der Länder.“ [3.18].

Die festgestellte Kostengleichheit traf aber nur für die industriell gefertigten Holzfertighäuser, die so genannten „Schwedenhäuser“ zu. Von deutschen Herstellern kamen bisher nur Einzelanfertigungen für individuelle Lösungen. „Wohnhäuser nach speziellen Entwürfen werden vor allem in ländlichen Gegenden in Einzelfertigung erstellt. Eine fühlbare Preissenkung ist aber auch hier nur durch eine vorfabrizierte Vorfertigung möglich. Ein gutes Fertighaus hat, richtig konstruiert, eine fast unbegrenzte Lebensdauer.“ [3.18].

Die Bundesrepublik Deutschland förderte von Anfang an den Eigenheimbesitz durch steuerliche Vergünstigungen, und so war es nur verständlich, dass sich das Zimmerergewerbe fortan ebenfalls mit dem Hausbau beschäftigte. Dies war natürlich mit der Schaffung der betrieblichen Voraussetzungen für eine Serienfertigung verbunden.

1960 gab es kaum auf den Fertighausbau spezialisierte Betriebe, aber die Häuser wurden allenfalls in vorfabrizierten Halffertigteilen geliefert. Den Fertighaus mit oberflächenfertigen Tafeln praktizierte man in Deutschland noch nicht. Allerdings war der Trend dahin schon erkennbar. „Das Haus aus vorfabrizierten fertigen Tafeln setzt sich mehr und mehr durch. Nur durch die Fertigung im Betrieb wird man in Zukunft die Baukosten senken können. Voraussetzung ist allerdings, daß der Herstellerbetrieb eine gewisse Größe hat, Spezialmaschinen und Pressen zur Verfügung stehen und daß vor allem der Absatz gesichert ist.“ [3.22].

Diesem Trend konnte man sich auch deshalb nicht entziehen, weil in der Bundesrepublik Arbeitskräfte in den sechziger Jahren äußerst knapp und die Bauwirtschaft, wie auch die anderen Wirtschaftsbereiche, zur Rationalisierung gezwungen waren. Insgesamt war der Fertighaus in Deutschland im Jahre 1960 im Vergleich zu anderen europäischen Ländern unterentwickelt.

So hatte man zum Beispiel in Frankreich schon zehn Jahre früher mit der Einführung der Serienfertigung im Fertighaus begonnen.

Die deutschen Hersteller von Fertighäusern hatten zu dieser Zeit eine Produktionskapazität von 30 bis 50 Häusern pro Jahr. Als wirtschaftlich notwendig galten damals aber schon Kapazitäten von mindestens 300 Häusern pro Jahr. Von den 1959 errichteten ca. 163 000 Einfamilienhäusern [3.23] wurden nur etwa 1,8 Prozent in Fertighausweise errichtet. Dieser Prozentsatz bezieht sich aber nicht nur auf den Holzbau, sondern schließt den Massivbau ein. Die „Studiengemeinschaft Fertighaus e.V.“, die im April 1959 gegründet



**Otto Kreibaum**  
Tischlermeister

Geboren am 24.01.1902  
in Bisperode

Gestorben am 18.11.1985  
in Lauenstein

**Berufliche Laufbahn**  
Pionierleistungen im industrialisierten Fertighausbau

1928  
pachtet er eine Tischlerei in Lauenstein zur Herstellung von Kleinmöbel

01.12.1949  
Patentanmeldung des OKAL-Strangpressverfahrens

1951  
Erstes OKAL-Fertighaus

Aufbau der Firma zu einem der führenden Fertighaushersteller

wurde, schätzte den Bedarf an Einfamilienhäuser in Fertigbauweise auf 25 000 pro Jahr und enthielt sich auch nicht der Aufforderung an die Zimmerer: „Der Zimmermann war früher der Häuserbauer und Sie klagen oft darüber, daß Sie dieses Gebiet verloren habe. Es liegt an Ihnen, heute wieder Häuserbauer zu werden, die Entwicklung des Einfamilien-Fertighauses gibt den Weg und die Möglichkeiten.“ [3.23].

Der Weg vom Zimmereibetrieb zum Hausfabrikanten war jedoch nicht einfach. Man brauchte das notwendige Kapital und mußte die Organisation der Arbeit, die Betriebsabläufe und die Betriebsgröße völlig umstellen. Ein schlüsselfertiges Produkt aus vielen Einzelteilen war rationell herzustellen, Ingenieur- und Planungsleistungen gehörten ebenso zur Sicherung des Absatzes wie ein marktgerechter Vertrieb.

Zu den Pionieren im deutschen Fertigbau gehörten Otto Kreibaum (geb. 1903), der Gründer der Firma Okal in Lauenstein bei Hannover, der mit einer stranggepressten Spanplatte zum innovativen Wandaufbau beitrug und damit die Spanplatte für Holzhauswände hoffähig machte.

1963 beschlossen die etwa 450 dem Bund Deutscher Zimmermeister angeschlossenen Haushersteller, sich mit jährlich 10 000 Holzhäusern am Wohnungsprogramm zu beteiligen [3.25], und der Bund deutscher Zimmermeister veranlasste zur Verbesserung der Beleihungsfähigkeit von Holzhäusern eine Studie zu ihrer Lebensdauer [3.27]. Die Hersteller von Fertighäusern in Holz vereinbarten im Dezember 1962 unter dem Dach des Hauptverbandes der Holzindustrie eine engere Zusammenarbeit [3.26]. Gleichzeitig wurden die bauaufsichtlichen Fragen des Entwurfs und der Konstruktion von Holzhäusern geklärt.

Diese Fragen fasste man in einer Richtlinie „Holzhäuser in Tafelbauart“ als Ergänzung zur DIN 1052 zusammen, herausgegeben 1963 durch

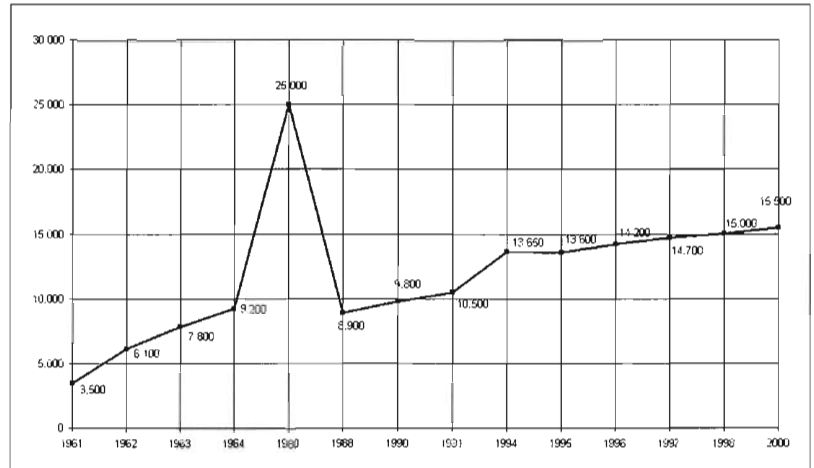


Bild 3.13: Anzahl produzierter Holz-Fertighäuser zwischen 1961 und 2000

den „Ausschuss für Einheitliche Technische Baubestimmungen“ in Berlin. Notwendig war dies, weil die damals gültige Norm DIN 1052, Ausgabe 1944, keine Regelungen zu Holzhäusern enthielt und die Tafelbauweise sich inzwischen durchgesetzt hatte.

Fortan konnte die Produktion von Fertighäusern beständig gesteigert werden. Waren es 1961 noch 3 500 Häuser pro Jahr, wurde 1964 schon die dreifache Anzahl produziert, und die Entwicklung erreichte mit 25 000 Häusern im Jahre 1980 einen Höhepunkt und eine gewisse Marktsättigung. Heute werden noch etwa 10 000 bis 15 000 Häuser pro

Jahr gefertigt (Bild 3.13). Die Zimmerer waren an dieser Entwicklung bis Mitte der 80er-Jahre nicht beteiligt, auch wenn das Interesse am Holzhausbau nicht völlig nachließ. Die neuen Fertighausbetriebe hatten eigene Zimmereiabteilungen in ihren Betrieben aufgebaut, um den schlüsselfertigen Aufbau ihrer Häuser zu garantieren.

1968 schrieb der Bund Deutscher Zimmermeister einen „Wettbewerb zur Förderung des Gedankens der Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen bei ausgeführten Bauten“ aus und prämierte vorbildlich in Holz ausgeführte Häuser. Damit wollten die Zimmerer ohne Zweifel ein Zeichen



Bild 3.14 Mehrgeschossiges Wohngebäude in Holz-Tafelbauweise (Foto: Pressestelle DFV Deutscher Fertigbauverband e. V., Stuttgart)



**Bild 3.15 Umbau eines Beton-Plattenbaus mit Verbesserung der Wärmedämmung (Passivhausstandard), Studentenwohnheim Wuppertal, Ausführung: Fa. Lux, GmbH, Roth 1999/2000 (aus [4.34])**

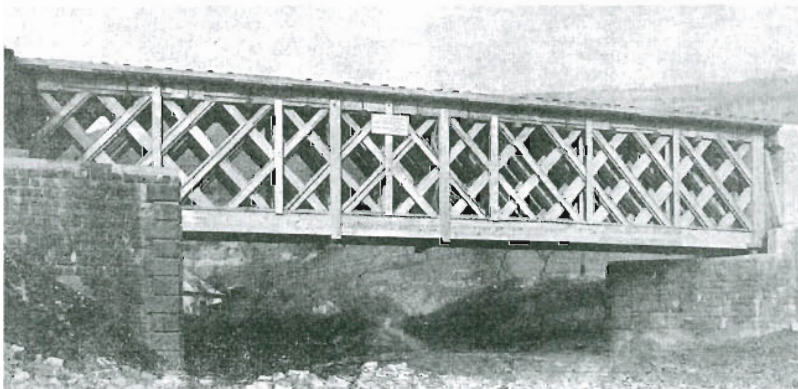
setzen, aber die technische Entwicklung im Fertighausbau zog zunächst erst einmal an ihnen vorbei.

Der Anteil der Fertigbauweise bei Ein- und Zweifamilienhäusern hatte bis Anfang der 70er-Jahre stark zugenommen. Während 1961 nur jedes fünfzigste Einfamilienhaus in Fertigbauweise errichtet wurde, war es innerhalb von nur zehn Jahren schon jedes zehnte Gebäude. Aus den Reihen des Zimmererverbandes beteiligten sich in dieser Zeit immerhin 85 Betriebe auf dem Gebiet der Herstellung von Fertighäusern. Damit hatte sich das Haus aus dem Katalog, gefertigt nach standardisierten Grundrissen und Entwürfen, durchgesetzt [3.44].

Im Jahre 1973 verfügte die Oberste Bauaufsichtsbehörde die Güteüberwachung für Holzhäuser in Tafelbauart. Ein wesentlicher Schritt zur Sicherung einer generellen Fertigung der Bauweise aus geregelten Bauprodukten nach bundesweit einheitlichen Kriterien.

Die Holztafelbauweise findet heute nicht nur bei der Errichtung von Ein- und Zweifamilienhäusern Anwendung. Der Trend geht zum Bau von mehrgeschossigen Gebäuden (Bild 3.14). Bei der Schaffung neuen Wohnraums durch Aufstockungen auf bestehenden Gebäu-

den hat sie sich wegen ihrer geringen Eigenlasten und ihrer Flexibilität bei der Anpassung an vorhandene Gebäudegeometrien ebenso bewährt, wie bei Umbaumaßnahmen oder bei der Errichtung mehrgeschossiger Bauten. So konnte zum Beispiel ein als Studentenwohnheim genutzter sechsgeschossiger Beton-Plattenbau mit vorgehängten neuen Fassadenelementen in Holztafelbauweise in ein Gebäude mit Passivhausstandard umgewandelt werden (Bild 3.15). Die neuen Fassaden verbessern nicht nur den Wärmeschutz wesentlich, sondern auch die optische Erscheinung.



**Bild 3.16 Eisenbahnbrücke über die Pfinz bei Grötzingen, Spannweite: 30 m, 3 Fachwerkträger im Abstand von 1,0 m bilden die Haupttragkonstruktion, Entwurf: Prof. Gaber, Karlsruhe, Ausführung: Zimmermeister Winter, Durmersheim, 1948 (aus [3.39])**

### 3.5 Der Holzbrückenbau

Schon in den ersten Jahren des Wiederaufbaus der zerstörten Infrastruktur spielte der Holzbrückenbau eine wesentliche Rolle bei der Errichtung von Not- und Behelfsbrücken. Allein im späteren Bundesland Hessen waren 1945 ca. 20 Prozent aller Brücken mit Spannweiten von mehr als 10 m kriegszerstört. Zunächst galt es, die Brücken wieder provisorisch funktionsfähig zu machen, eine Aufgabe, die mehrere Jahre in Anspruch nahm. Allein in der englischen und amerikanischen Besatzungszone waren 1948 erst 55 Prozent aller Brücken provisorisch funktionsfähig und ca. 23 % der Brücken vollständig wiederhergestellt [2.169]. Immer dann, wenn eine schnelle Interimslösung geschaffen werden musste, griff man auf die Holzbauweise zurück. Hier bewährten sich wieder die von Prof. Ernst Gaber entwickelten Brückenkonstruktionen in Nagelbauweise (zum Beispiel in Lohr [3.7]).

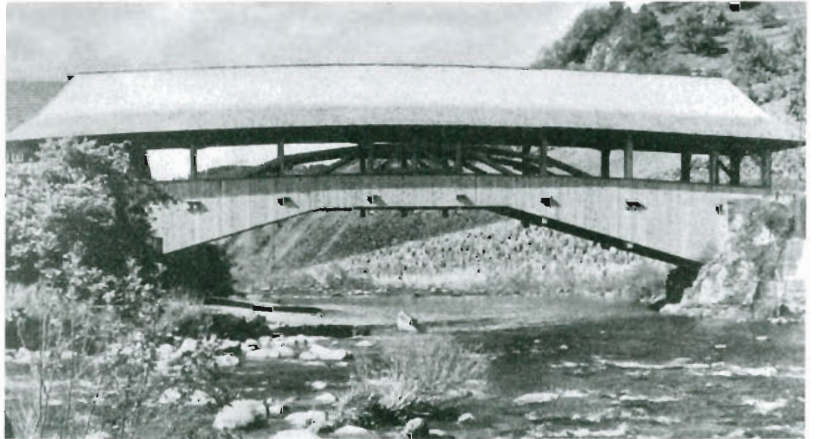
Schon 1947 baute ein Zimmermeister zusammen mit Ernst Gaber eine eingleisige Ersatzbrücke für eine gesprengte Eisenbahnbrücke aus Stahl mit 30 m Spannweite über die Pfinz bei Grötzingen, die 1955 noch in Betrieb war (Bild 3.16).

Gaber bemerkte dazu in [3.39]: „...Es wurde dadurch erneut bewiesen, dass jeder tüchtige Zimmermann, der einen guten Willen und berechtigten

*Ehrgeiz hat, solche Bauwerke, die vom Althergebrachten abweichen, mit bestem Erfolg ausführen kann, wenn dafür gesorgt wird, dass jeder Nagel am rechten Fleck sitzt.“*

Aber nicht nur für Notbrücken aus Holz wurde plädiert. Der Deutsche Zimmermeister verweist schon 1950 auf die Möglichkeiten des Holzbrückenbaus [3.1], als er formulierte: „Große weitgespannte Eisenbahn- und Straßenbrücken werden heute in der Regel in Stahl oder Stahlbeton ausgeführt. Hiergegen kann nichts eingewendet werden, auch wenn man ein noch so begeisterter Anhänger des Holzbaus ist, aber in waldreichen Gebirgsgegenden sollte man beim Überbrücken von Gebirgsbächen und Schluchten nach Möglichkeit bei der Holzbrücke bleiben. Eine gut entworfene und sauber ausgeführte Holzbrücke passt sich nicht nur gut einer waldigen Gebirgslandschaft an, sondern hat außerdem den großen Vorteil, dass eine Gemeinde verhältnismäßig billig zu einer guten Brücke kommt.“ [3.1].

Fünf Jahre später widmet die Verbandszeitschrift des Bundes Deutscher Zimmermeister wieder ein ganzes Heft dem Brückenbau. Karl Möhler gab in einem ausführlichen Bericht [3.35] einen Überblick über die konstruktiven Möglichkeiten im Straßen-, Eisenbahn-, Betonier-, In-



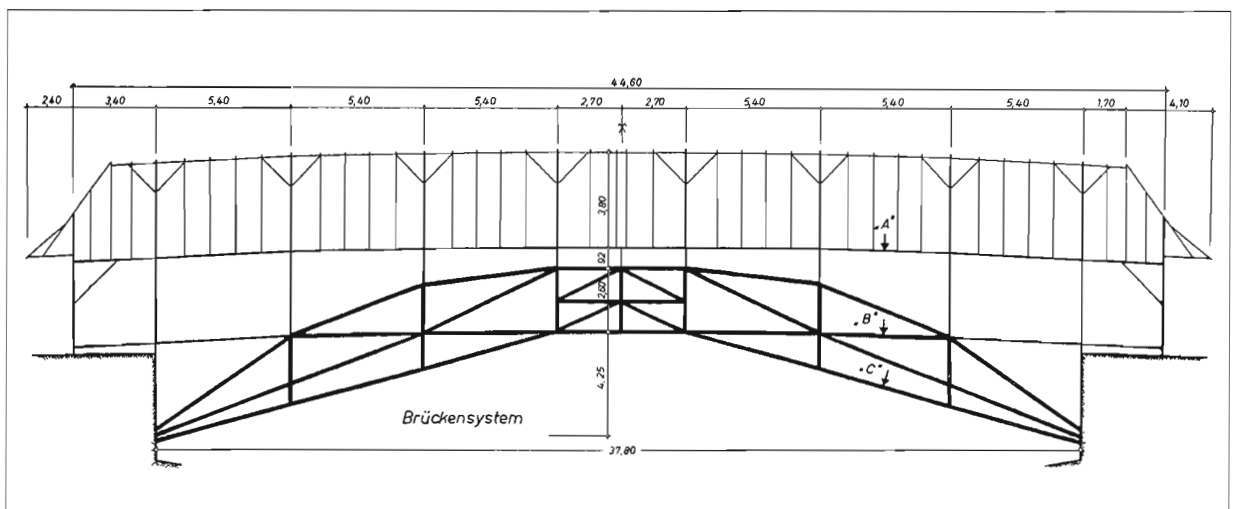
**Bild 3.17** Wiederrichtung der Holzbrücke in Forbach nach dem historischen Vorbild, fertige Brücke, Spannweite: 37,8 m, (aus [3.38])

dustrie- und Fußgängerbrückenbau in Holz aus der Sicht der an der TH Karlsruhe von Gaber seit 1930 durchgeführten Arbeiten. Die in Nagelbauweise hergestellten Vollwandträger mit Brettstegen haben sich bis 25 m bewährt, werden sie unterspannt, oder durch Bögen unterstützt, lassen sich Spannweiten bis 100 m erzielen. Überschreitet die Spannweite bei Verwendung von nichtunterspannten genagelten Vollwandträgern mit Stegen aus gekreuzten Brettlagen 25 m, so sind Fachwerkträger bis 60 m sinnvoll.

In seinem Bericht stellte Möhler vorausschauend mit Blick auf die zusätzlichen Möglichkeiten der Brett-

schichtbauweise fest [3.35]: „Bei der künftigen Entwicklung des Holzbaues wird zweifellos der Leimverbindung eine stets wachsende Bedeutung zukommen. Die hierdurch ebenfalls im Hinblick auf die Zusammensetzung mehrerer Einzelteile zu einheitlichen wirkenden Tragformen sich bietenden Möglichkeiten werden dem Holzbrückenbau, wenn auch vorläufig nur auf gewissen Teilgebieten, ein bestimmtes Arbeitsfeld offen lassen.“

Ein in mehrfacher Hinsicht schönes Beispiel für den Holzbrückenbau ist der im Jahre 1954 erfolgte Wiederaufbau einer über 180 Jahre funktionierenden Straßenbrücke in Forbach. Deutsche und französische



**Bild 3.17 a)** Tragwerk der Brücke



**Bild 3.17 b) Brückenneubau ohne Eindeckung und Verschalung**

Panzer hatten die Brücke in den letzten Kriegstagen 1945 beschädigt, und der Gemeindevorstand plante den Ersatz in der viel billigeren Stahlbetonbauweise. Doch die Bevölkerung entschied sich in einer Bürgerbefragung wieder für eine Holzbrücke in gleicher Form und Gestalt. Gerhard Hempel erhielt den Auftrag für die Planung und zwei örtliche Zimmermeister erbauten die gewünschte Brücke (Bild 3.17).

Es klingt fast etwas prophetisch, wenn Laskus/Schröder in der achten Auflage ihres Buches „Hölzerne Brücken“ im Jahre 1955 schreiben: „Der Bau von Holzbrücken ist, wenn man von den Kriegs- und Behelfs-

*brücken absieht, mehr und mehr zurückgegangen. Das mag seinen Grund hauptsächlich in dem Anwachsen der Verkehrslasten und Spannweiten haben.*

*Außerdem hat der immer stärker werdende Mangel an gutem Bauholz und die erst spät einsetzende Entwicklung des Ingenieurholzbau zu einer Bevorzugung des Stahls und Stahlbetons geführt. Inzwischen hat der Ingenieurholzbau den Vorsprung der anderen Bauweisen, sowohl in Bezug auf die konstruktive Gestaltungsmöglichkeiten wie auch die Erhöhung der Lebensdauer durch vorhandene Holzbauten praktisch aufgeholt. Dabei hat der Holzbrückenbau die*

*nun erschlossenen Möglichkeiten noch lange nicht voll ausgeschöpft, so dass den Holzbrücken zumindest für mittlere und kleinere Stützweiten eine Zukunft nicht abgesprochen werden kann. Einen erfolgversprechenden Wettbewerb wird der Holzbrückenbau mit den übrigen Bauweisen nur dann bestehen können, wenn beim Entwurf, der Auswahl des Holzes und der Ausführung alle Erkenntnisse und Erfahrungen des neuzeitlichen Ingenieur-Holzbau berücksichtigt werden.“ [3.47].*

Anfang der 60er-Jahre hatte sich die Brettstichtbauweise zu einer ernsthaften baulichen Alternative am Markt etabliert, und es wurden die ersten Fußgängerbrücken aus Brettstichholz gebaut [3.48]. Dies hatte eine Signalwirkung, da bisher nur in Stahl oder Stahlbeton gebaut wurde, und wie bei jedem neuen Anwendungsbereich mussten erst Vorbehalte aus dem Weg geräumt werden. Zweifel lassen sich am besten durch gut gestaltete und dauerhafte Konstruktionen ausräumen.

Und darum bemühten sich die Holzbauer in der Folgezeit. Zunehmend bewiesen sie an zahlreichen Beispielen die immer bessere Beherrschung des Materials in vollendeter Gestaltung. Die Beispiele zeugten auch vom Bemühen, derarti-



**Bild 3.18: Fußgängerbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing im Altmühltal, Tragwerk: Spannband, Spannweite: 30, 32, 73, 35 m, Ausführung:**

**Arbeitsgemeinschaft Bilfinger und Berger, Huber & Sohn, Regensburg, 1986/87**

**a) Gesamtansicht, (Bilder aus: bauen mit holz [1987]12)**



**b) Unteransicht mit Aussteifungsverband**



**Bild 3.19 Strassenbrücke in Thalkirchen**  
(aus R. J. Dietrich, *Faszination Brücken*, München, 1998)

ge Brücken harmonisch in die Landschaft einzufügen.

Mitte der 80er-Jahre ergab eine Studie zur Holzverwendung im Brückenbau in Deutschland, dass 89 Prozent aller Holzbrücken Fußwegbrücken (überdachte oder offene Bauart) sind. Hier war inzwischen ein bedeutendes Marktsegment für die Brettschichtholzersteller entstanden und die Entwicklung zeigt bis heute eine weitgefächerte Anwendung der unterschiedlichsten Tragwerke mit Spannweiten bis 90 m.

Ein sehr schönes Beispiel, nicht nur im Hinblick auf die architektonische Gestaltung, sondern auch auf die Vorplanung und konstruktive

Durchbildung, ist die bei Essing über den Main-Donau-Kanal 1985 in der Form eines Spannbandes errichtete Brücke. Bei einer Gesamtlänge von 190 m überspannt die Brücke Felder mit 30, 32, 73 und 35 m Länge (Bild 3.18 und [2.57]).

Ein sehr gelungenes Beispiel für eine Straßenbrücke zeigt Bild 3.19. Es ist die 1989 errichtete, aus einem Raumfachwerk bestehende Brücke über die Isar bei Thalkirchen.

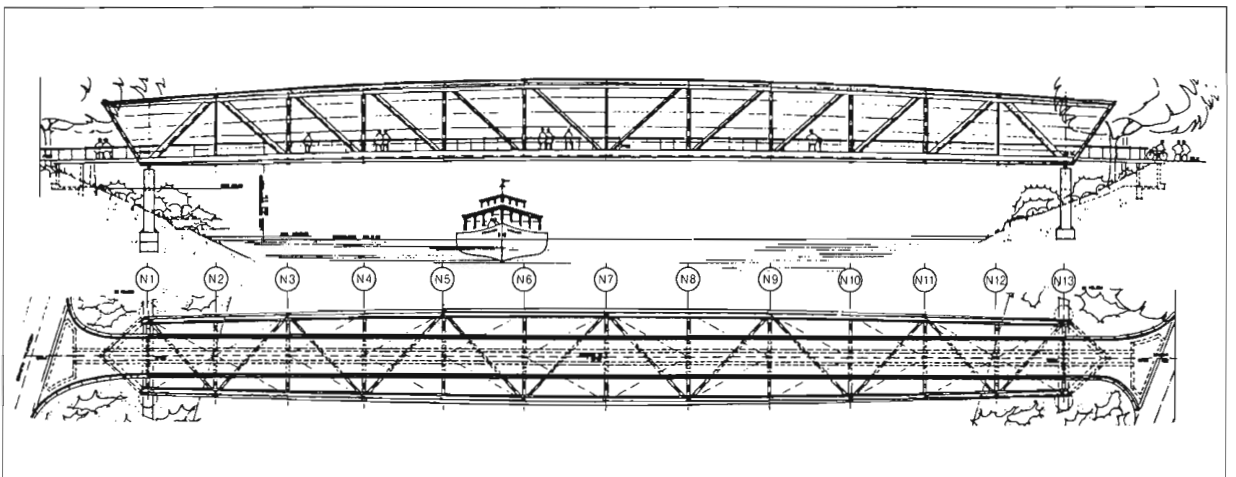
International sind Spannweiten bis 100 m üblich. Zunehmend werden auch wieder Straßen- oder auch Eisenbahnbrücken in Holz in Ländern wie USA, Kanada, Australien, der Schweiz, Österreich oder Schweden

und Russland unter Nutzung neuester Holzbaukenntnisse und spezieller Brückenbauentwicklungen in Holzbauweise realisiert. Die internationale Zusammenarbeit bzw. Arbeitsteilung wird hier noch manche Anregung und Weiterentwicklung auch im Holzbau Deutschlands mit sich bringen.

Bild 3.20 zeigt ein Beispiel einer Fußgängerbrücke mit 80 m Spannweite und Glaseindeckung.



**Bild 3.20 Fußgängerbrücke über den Neckar in Remsek, Spannweite 80 m, mit Glaseindeckung, Ausführung: Fa. P. Stephan, Gaidorf, 1988/89** (Bilder aus *bauen mit Holz* (1988) 12, S. 830)  
**b) Blick in die Brücke**



**Bild 3.20 a) Zeichnung, Längsansicht**

### 3.6 Die Weiterentwicklung der Nagelbauweise

Bei den Bauaufgaben nach dem Krieg fand die Nagelbauweise eine häufige Anwendung. Die technologischen Voraussetzungen dafür erforderten keine größeren Investitionen, da man schon bei einer Vielzahl solcher Konstruktionen in der Zeit vor und während des Zweiten Weltkrieges ausreichende Erfahrungen gesammelt hatte. Die ingenieurmäßige Durchbildung der Konstruktionen nach den geltenden Normen gestattete die Herstellung Material sparer Konstruktionen.

Die intensive Forschung zur Nagelbauweise in der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg wurde in der Nachkriegszeit wieder aufgenommen, um noch offene Fragen zu klären. 1955 charakterisiert Dröge den erreichten Stand nach 25 Jahren Holznagelbau in Forschung und Praxis: „Durch Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis hat der Holznagelbau in 25 Jahren eine Entwicklungsstufe erreicht, die es ermöglicht, genagelte Holztragwerke größter Güte und Zuverlässigkeit herzustellen, die nicht nur allen wirtschaftlichen Forderungen genügen, sondern auch die an sie gestellten ästhetischen Ansprüche erfüllen können... Trotz der großen Erfolge stehen jedoch noch viele Fragen offen.“ [2.160].

Mit diesen offenen Fragen beschäftigte sich eingehend Karl Möhler in [2.175] und [2.176]. Auf Grund neuerer Untersuchungen dokumentiert er neue Möglichkeiten der Erschließung weiterer Tragreserven und Verbindungsmöglichkeiten. Abschließend stellt er zu Recht fest: „... Der Nagel ist heute wohl das meist verwendete Verbindungsmittel im Holzbau. Er lässt sich gerade bei den Dach- und Hallentragwerken besonders deshalb mit Vorteil anwenden, weil er die Benutzung dünner Holzquerschnitte und in gewissem Umfang auch die Verarbeitung feuchten und halbtrockenen Holzes zulässt.

*Die Nagelung hat weiter den großen Vorteil, dass sie in der Werkstatt sowohl wie auch auf der Baustelle auch vom kleinsten Zimmereibetrieb mit einfachsten Mitteln und in kürzester Zeit hergestellt werden kann. ... Besonders vorteilhaft sind die genagelten Vollwandträger mit verbretterten Stegen, deren Steifigkeit dann wesentlich erhöht werden kann, wenn man die Trägerhöhe vergrößert und gegebenenfalls den geschlossenen Steg in sich kreuzende Gitterstäbe auflöst, wodurch der Holzaufwand von Trägern und Rahmen oft entscheidend ohne Einbuße an Sicherheit eingeschränkt werden kann.“*

Bis Ende der 60er-Jahre blieb der Nagel das am meisten verwendete Verbindungsmittel. Dazu beigetragen hat auch die Holz-Stahl-Bauweise der beiden Erfinder Ingenieur Walter Greim und Dipl.-Ing. Heinz Brunotte (s. auch Abschnitt 3.3), dessen lizenzgebende Firma Greimbau-Lizenz GmbH in Hildesheim bis zum Ende der 70er-Jahre in Europa bis zu 100 Lizenzbetriebe unter Vertrag hatte. Die Bauweise wurde auch häufig im Schalungs-, Gerüst- und Hausbau eingesetzt. Im Hallenbau konnten Spannweiten bis 60 m realisiert werden. Ende der 60er-Jahre führte man eine rationalisierte Nageltechnologie in Deutschland ein, die Anfang der 50er-Jahre in den USA entwickelt worden war. Sie bestand aus 1 bis 2 mm dicken Nagelplatten (Bild 3.21), die auf die Knotenpunkte der Fachwerkbinder aufgelegt und in einem Arbeitsgang in das Holz eingepresst wurden. Die ersten Patente zu dieser Idee erschienen in Deutschland im Jahre 1896. Im Jahre 1967 wurde eine erste Konstruktion – eine 15 m breite und 60 m lange Industriehalle – mit Nagelplattenbindern gebaut. Heute ist die Nagelplattentechnologie aus der Praxis nicht mehr wegzudenken, lassen sich doch vom einfachen Wohnhausdach bis zu Dachkonstruktionen für Hallen, Tragkonstruktionen im Lehrgerüstbau oder zusammengesetzte mehrteilige Balken

in Serienfertigung im Herstellerwerk vorfertigen. Auch die Tragwerksplanung wurde rationalisiert. Sie erfolgt bis heute auf der Basis von werkseigenen Programmen. Die Fertigung nutzt heute CNC-gesteuerte Maschinen. Die hauptsächlich aus den USA, Kanada, Frankreich oder den skandinavischen Länder importierten Nagelplatten müssen bauaufsichtlich zugelassen sein. Mit Nagelplattenbindern dürfen nach den bauaufsichtlichen Zulassungen maximal 30 m überspannt werden. Bis heute gehören derartige Konstruktionen zu den wirtschaftlichsten Lösungen (Bild 3.21 und Bild 3.22), und sie haben die traditionelle Nagelbauweise, wie auch die an sich sehr ökonomische Greimbauweise, stark zurückgedrängt.

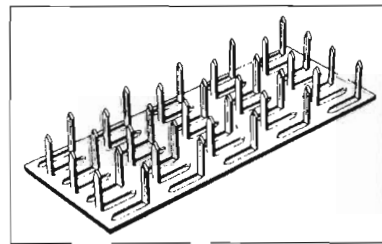
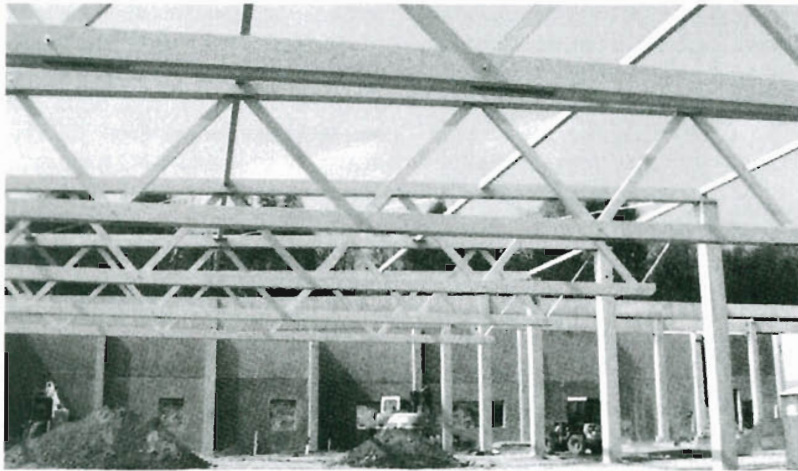


Bild 3.21: Nagelplatte



Bild 3.22 Anwendung von Nagelplattenbindern beim Bau von Einkaufsmärkten, (Foto: Prof. Rug)





**Bild 3.23: Anwendung des Multi-Krallendübels bei der Gelenkausbildung für eine Binderkonstruktion eines Fachmarktes, zweischiffige Halle mit Spannweite von 27,4 m, Ausführung: W. & J. Derix GmbH & Co., Niederkrüchten, 2002 (aus [4.37])**  
a) Querschnitt der Halle

Parallel zum Import ausgereifter Nageltechnologien haben deutsche Holzbauforscher an der Weiterentwicklung der Nagelbauweise gearbeitet. Für Fachwerkträger mit großen Spannweiten bis 60 m eignet sich hier das patentierte und bauaufsichtlich zugelassene Multikrallendübel-System der Firma Merk Holzbau, Aichach. Eigentlich ist es kein Krallen-Dübel, sondern eine beidseitig mit Nägeln bestückte Stahlplatte. Auf einem 10 mm dicken Stahlblech sind kräftige Rechtecknägel (3 x 4 mm) mittels Kontaktschweißung aufgeschweißt. Dies ergibt eine hochbelastbare Nagelplatte mit einer außerordentlichen hohen „Kraftdichte“. Eine Nagelfläche von 100 cm<sup>2</sup> kann 36,5 kN aufnehmen. Die beidseitige Nagelung gestattet überdies die Gestaltung innenliegender, d. h., „unsichtbarer“ Verbindungen. Mit den kräftigen Nägeln können auch Tragwerke aus Furnierschichtholz verbunden werden. Damit lassen sich noch höhere Festigkeiten als beim Einsatz normalen Nadelschnittholzes erzielen. Bei dem in Bild 3.23 dargestellten Beispiel sind die Diagonalstäbe des Fachwerkbinders über Multikrallendübel mit dem Gurt verbunden. Die Zugstäbe übertragen ihre Kräfte über neuartige Zugverbindungen (so genannte „Induo-Anker“),

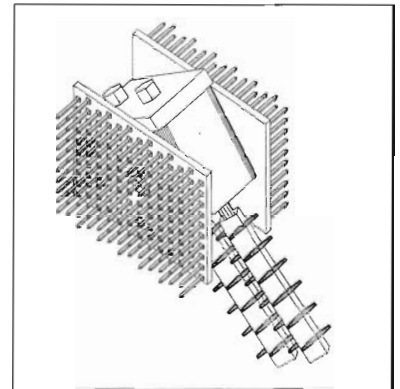
und die Druckdiagonalen übertragen die Kräfte über ihre Kontaktfläche.

In den letzten dreißig Jahren hat sich die Arbeit des Zimmermanns bei der Herstellung von Anschlüssen bei Dach- und Deckenkonstruktionen wesentlich verbessert. Der Grund liegt in der Entwicklung serienmäßig hergestellter Stahlblechformteile, die überwiegend mit Kammnägeln zum Einsatz kommen. Es handelt sich also um Stahlblech-Holz-nagel-Verbindungen, speziell angefertigt für Sparrenbefestigungen, Pfettenstöße, rechtwinklige Anschlüsse bei Balken oder Stützen und Riegeln, Windaussteifungen, Trärgelenke und Stützenfüße. Die Verbindungen erleichtern das Richten der Konstruktionen wesentlich und sind auch für den Planer eine wertvolle Hilfe, da er aus einer breiten Palette von Möglichkeiten unter Nutzung der angegebenen Tragfähigkeiten ohne umfangreiche statische Berechnung frei wählen kann.

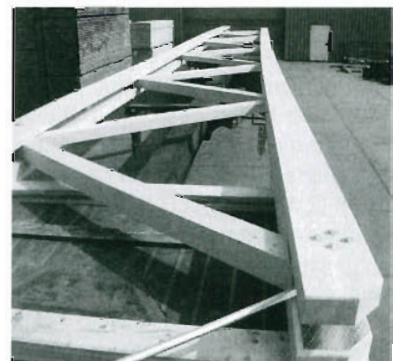
### 3.7 Die Entwicklung der Brettschichtbauweise

Unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg wurde nur vereinzelt mit Brettschichtholz gebaut (Bild 3.24). Lediglich dort, wo es zweckmäßig er-

schien und man über die technologischen Möglichkeiten verfügte, setzte man das Material ein. Erstaunlich ist jedoch, dass schon in den ersten Ausgaben des ab 1947 wieder publizierten Verbandsorgans des Bundes Deutscher Zimmermeister dem „Deutschen Zimmermeister“ die Brettschichtbauweise für Turnhallen, Versammlungsstätten und Notkirchen empfohlen wurde. (s. [3.49], [3.50]). Es zeigt das Bemühen, die Brettschichtbauweise mit ihren vielfältigen Möglichkeiten bei den Zimmerern nicht in Vergessenheit geraten zu lassen, auch wenn es Vorbehalte wegen bekannt gewordener Bauschäden

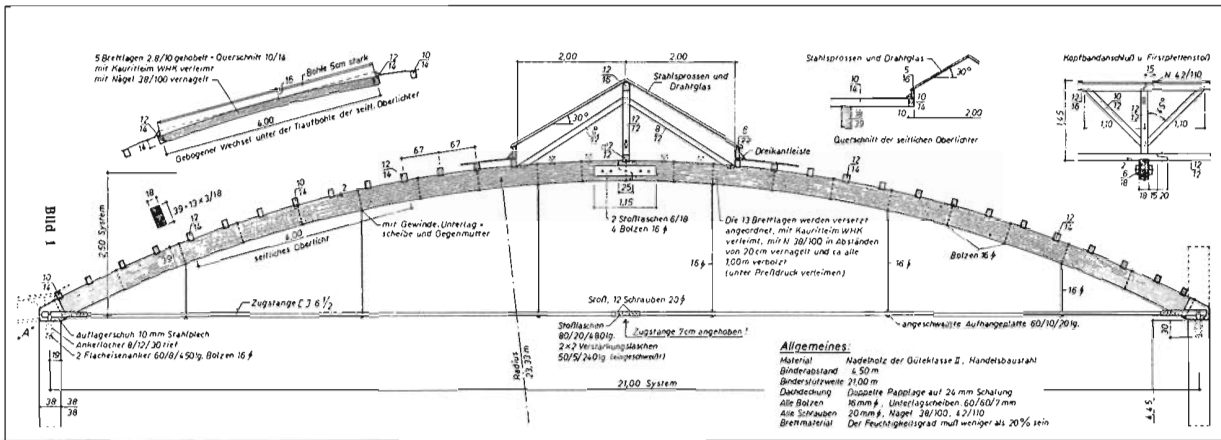


**Bild 3.23: b) Multikrallendübel mit Induo-Zuganker**



**c) Vormontierte Binder**

gab, die meist auf Fehlverklebungen zurückzuführen waren, die auf nicht fachgerechte Ausführung schließen ließen... Stoy berichtet 1955 über Fehlverklebungen an Brettschichtkonstruktionen, wobei ein Bogen immerhin eine Spannweite von 50 m



**Bild 3.24 Dreigelenkbinder in Brettschichtholz, Werkstatthalle, Spannweite: 21,00 m, Ausführung Zimmermeister Feuerstein, Dipperz, 1952 (Bild aus „Der Zimmermeister“ (1953) H. 8, S. 159) a) Binder Konstruktion**

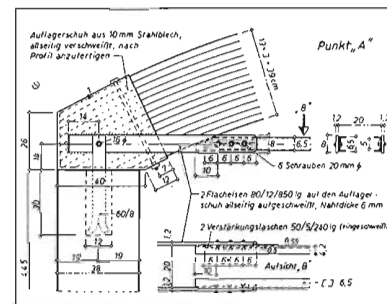
hatte. Die Ursache lag ohne Zweifel auch darin, dass viele Zimmereien, die sich die Herstellung von Brettschichtholz zutrauten, nicht generell auf Brettschichtkonstruktionen spezialisiert waren und dann unter Umständen gerade bei großen Konstruktionen auch auf der Baustelle klebten. Durch die nur vereinzelte Anwendung gab es auch bei der Bauaufsicht manchmal Vorbehalte gegen diese Bauweise, wie zum Beispiel ein Zimmermeister berichtet: „Bei der Prüfung der statischen Berechnung dieser Dachkonstruktion ergaben sich bei den Prüfstellen gewisse Schwierigkeiten. Verleimte Konstruktionen sind für viele ein heißes Eisen, an dem sich keiner die Finger verbrennen möchte; darum entstehen oft unliebsame Verzögerungen bei der Bearbeitung eines Projektes.“ [2.178].

Das anhaltende Interesse der Zimmerer an der Herstellung von geklebten Konstruktionen und die aufgetretenen Bauschäden veranlasste die Landesverbände und den Bund Deutscher Zimmermeister seit 1952, Leimlehrgänge abzuhalten sowie eine Schrift in Auftrag zu geben, welche die Grundzüge der Bauholzverklebung behandelte und gleichzeitig als Grundlage für die Durchführung von Leimkursen dienen konnte [3.40].

Man stand quasi vor einem Neuanfang, denn der ehemals fortschritt-

liche Stand der 20er- und 30er-Jahre war 1945 praktisch in Vergessenheit geraten, nur acht Betriebe waren in der Liste A und zehn in der Liste B aufgeführt und damit zur Leimung tragender Bauteile amtlich zugelassen. Noch im Jahr 1969 wurde die Situation folgendermaßen eingeschätzt: „Im Bewusstsein vieler ist der Holzeimbau ein sehr junger Teilbereich der Holzverwendung. Dabei hatte schon vor der Jahrhundertwende der Weimarer Zimmermeister Hetzer die Idee, handelsübliche Schnitthölzer in Form von Brettware durch Verleimung zu Massivquerschnitten größeren Ausmaßes zusammenzufügen und diese als tragende Holzkonstruktionen zu verwenden. Seine damaligen Arbeiten bilden noch heute die Grundlage für die Herstellung verleimter Holzkonstruktionen. Wirtschaftliche Schwierigkeiten, mangelnde Marktkenntnisse und unzureichende Werbung führten nach einigen Jahren dazu, dass der Holzeimbau in Deutschland fast in Vergessenheit geriet. Die stark wachsende Stahl- und Betonindustrie verurteilte den Holzeimbau zu einem Dasein im Schatten dieser Materialien.“ [3.73].

Ein wesentlicher Schritt zur Gewährleistung einer einheitlichen Qualität bei der Herstellung von Brettschichtholz war die Festlegung



**b) Auflager mit Zugband**

erforderlicher technischer Voraussetzungen für die Produktion, die erforderlichen Nachweise der Eignung des Betriebes und die Schaffung einer Fremdüberwachenden Stelle. Als Fremdüberwachende Stelle wurde durch die Oberste Bauaufsicht das Otto Graf Institut in Stuttgart eingesetzt.

Von einer nennenswerten Produktion von Brettschichtholz war bis 1955 keine Rede. Sie betrug in dieser Zeit etwa 5 000 m<sup>3</sup>/Jahr.

Solange die Herstellung von Brettschichtholz nur von wenig spezialisierten Holzbaubetrieben oder ausgewählten Zimmereien betrieben wurde, ließ sich die Produktion nicht wesentlich steigern. Das erkannten auch die Holzbauunternehmen, die sich mehr als bisher dem Brettschichtholz widmen wollten. 32 Unternehmer aus ihrer Reihe gründeten am 5. Oktober 1957 mit Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft Holz die „Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.“ In einem Rückblick an-



### Fritz Wille Bauingenieur

Geboren am 09.02.1909  
in Hainrode/Südharz

Gestorben am 12.09.1968  
in Detmold

Lehre/Studium  
Abschluss Realschule

1925–1928  
Studium an der Staatlichen  
Ingenieurschule Holzminden

#### Berufliche Laufbahn

1928  
Tätigkeit als Bauingenieur in  
Breslau und Dozent in  
Lage/Lippe

1933  
Sonderfachmann für Baustatik  
beim Heeresbauamt in Detmold

1936  
Freiberuflicher Ingenieur

1937  
Prüfingenieur für Baustatik

#### Bücher

1942  
Neue Bemessungsverfahren  
für Holzbauwerke, Berlin 1942,  
2 Auflagen

1950  
Holzbau im Hoch- und Brücken-  
bau, Köln 1950

1968  
Holzbau, Band 1, Statik der  
Holztragwerke

lässlich des 30-jährigen Bestehens wird das technologische Niveau zur Zeit der Gründung der Studiengemeinschaft wie folgt beschrieben: „Die älteren Mitglieder werden sich vielleicht noch daran erinnern, unter welchen Voraussetzungen sie mit der Herstellung von Holzleimkonstruktionen begonnen haben. Es wurde mit primitivsten Mitteln und in denkbar einfachsten Räumen gefertigt. Es gab kaum fundierte statische Grundlagen, so dass mit großem Risiko konstruiert werden musste. Bauherren und Architekten galt es von dem neuen Werkstoff zu überzeugen und sich gegenüber Stahl- und Stahlbeton durchzusetzen.“ [2.164]. Fortan sollte die Studiengemeinschaft bei der Lösung aller den Holzleimbau betreffenden wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Fragen firmenübergreifend helfen und einen Beitrag zur Gütesicherung des Produktes leisten. G. Hempel macht 1961 auf die unbedingte Notwendigkeit der Spezialisierung der Betriebe aufmerksam, als er im „Deutschen Zimmermeister“ dazu ausführt: „Wir haben im Laufe der letzten Jahre eine ganze Anzahl von großen freitragenden Holzleimbaukonstruktionen veröffentlicht und auch über die Einrichtung moderner Holzleimbaubetriebe berichtet. Es lag nahe, daraus den Schluss zu ziehen, dass es nur Großbetrieben möglich sei, derartige Bauten auszuführen. Gewiss benötigt man für die Herstellung von großen Holzleimbauteilen einen entsprechenden großen Betrieb mit den modernsten Einrichtungen. Die z. T. halbautomatisch arbeitenden Maschinen tragen zur Erhöhung der Kapazität bei. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Betriebs hängt aber nicht nur von seiner Einrichtung ab, sondern in großem Maße auch von seiner Auslastung. Ein Holzleimbaubetrieb, der das ganze Jahr hindurch kontinuierlich leimen kann, ist wirtschaftlicher als ein Betrieb, der nur periodenweise leimt. Nun müssen aber Hallenbauten nicht nur fabriziert, sondern auch montiert werden. Ein gut eingerichteter Holzleim-

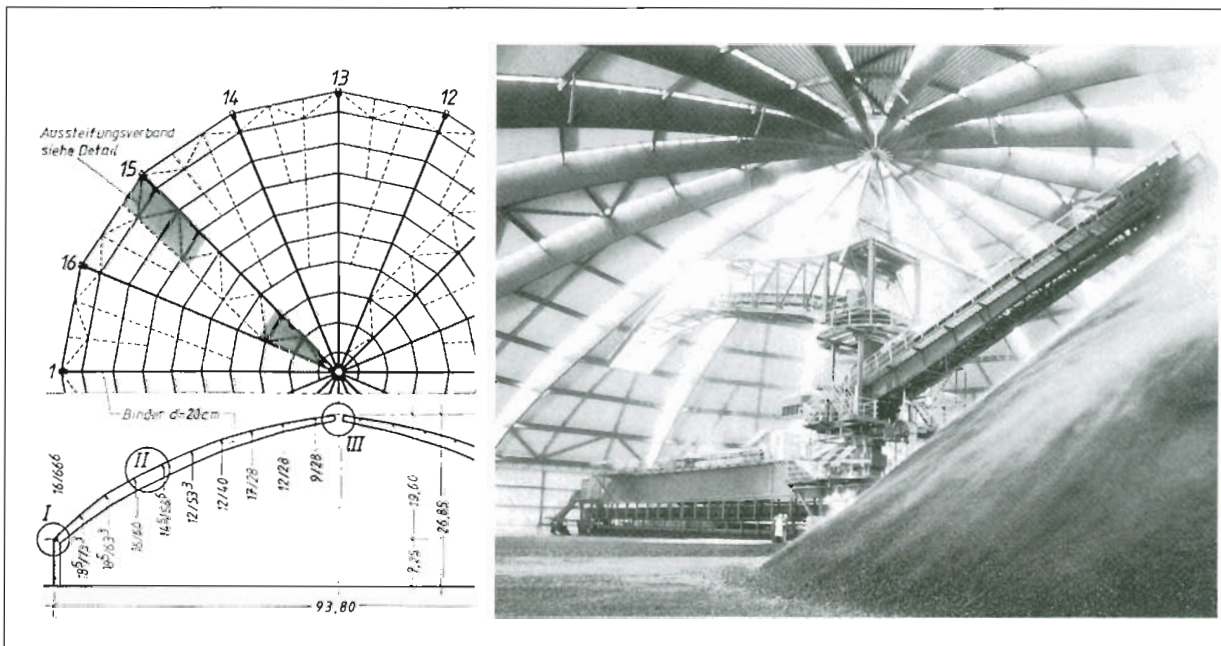
baubetrieb würde mehr Arbeitskräfte für die Montage benötigen, als für die Herstellung der Teile erforderlich sind. Das kann einen einzelnen Betrieb stark belasten.“ [2.165].

Er plädierte dafür, dass die Brett-schichtholzersteller sich nur auf ihre Produktion konzentrieren und den herkömmlichen Zimmereien die Montage überlassen, womit er den heutigen Entwicklungsstand vorwegnahm.

Erst die allmählich einsetzende Industrialisierung der Brett-schichtholzherstellung führte zu seiner verstärkten Anwendung. Einhergehend mit einem steigenden Bedarf an Sport- und Freizeitbauten, Fußwegbrücken, Lager und Produktionshallen entwickelte sich eine leistungsfähige industrielle Basis, die sich heute keiner, auch noch so schwieriger Aufgabe verweigert.

Dies war natürlich kein einfacher Weg. Wenn zum Beispiel Fritz Wille (1909–1968) 1952 in [3.43] einschätzt: „Die Holzkonstruktionen beherrschen das Gebiet der einstöckigen Industriehallen bis zu größten Spannweiten und die Dächer mehrstöckiger massiver Bauwerke.“, dann ist dies unbestritten ein großartiges Ergebnis der vorangegangenen Holzbauentwicklung in den ersten 50 Jahren des 20. Jahrhunderts, verbunden mit einer immer besseren ingenieurmäßigen Materialausnutzung, der Einführung immer leistungsfähigerer Verbindungstechniken, wie zum Beispiel der Nagel- und Dübelverbindungen, und eines hohen Niveaus auf dem Gebiet der ingenieurtheoretischen Grundlagen. Doch im Wettbewerb der Bauweisen, besonders in der Phase des wirtschaftlichen Aufbaus, verlor die Holzbauweise wieder ihre Dominanz im Industriehallenbau. Der Anteil der Holzbauweise im Industriehallenbau betrug Anfang der 60er-Jahre gerade 3 Prozent. Gegen Ende der 60er-Jahre hatte sich der Marktanteil im gesamten Hallenbau kaum verändert. Er lag zwischen 3 und 7 Prozent.

Bis zur Mitte der 60er-Jahre verzehnfachte sich die jährliche Pro-



**Bild 3.25: Kohlenmischanlage in Bottrop, Kuppelkonstruktion, Spannweite: 93,80 m, Ausführung: Fa. Poppensieker & Derix, Westerkappeln, mit Fa. J. Brüninghoff, Haiden, 1987 (Bild aus „bauen mit holz“ [[1988]] 1, S. 6)**

duktion von Brettschichtholz gegenüber dem Jahr 1955. Dieser deutliche Entwicklungsschub dokumentiert sich auch in einer stetig steigenden Anzahl der Firmen mit Eignungsnachweis zum Leimen von Bauteilen aus Brettschichtholz. Die Gesamtzahl der deutschen Firmen mit Eignungsnachweis verdoppelt sich seit 1955 innerhalb von 10 Jahren und verdreifachte sich in einem Zeitraum von 20 Jahren.

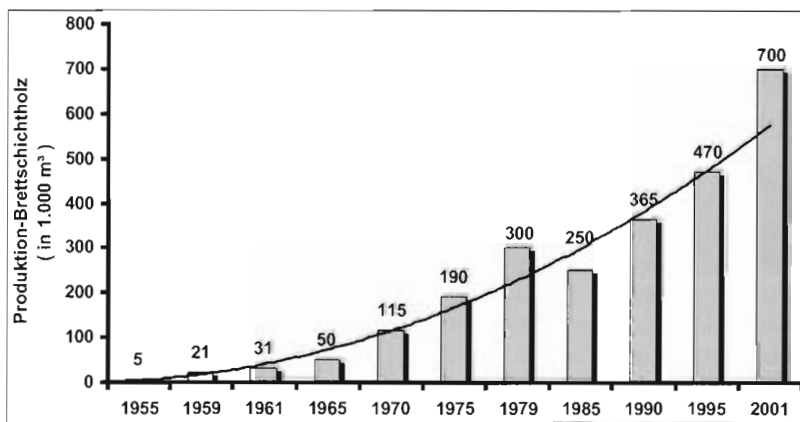
Innerhalb von nur 10 Jahren wurde viel erreicht, denn der Holzbau eroberte mit den Möglichkeiten des Brettschichtholzes neue Anwendungsfelder, wie zum Beispiel im Hallenbau (Bild 3.25). Anerkennung fanden zu Beginn der 70er-Jahre die weit gespannten hölzernen Olympiabauten in München, unter anderen das Radstadion.

Mitte der 70er-Jahre betrug die jährliche Produktion von Brettschichtholz in Westdeutschland schon von den vierzigfachen Wert von 1955 (Bild 3.26). Damit verbunden war eine grundlegende Verbesserung und Modernisierung der Fertigung. Brettschichtkonstruktionen wurden immer konkurrenzfähiger. Brauchte

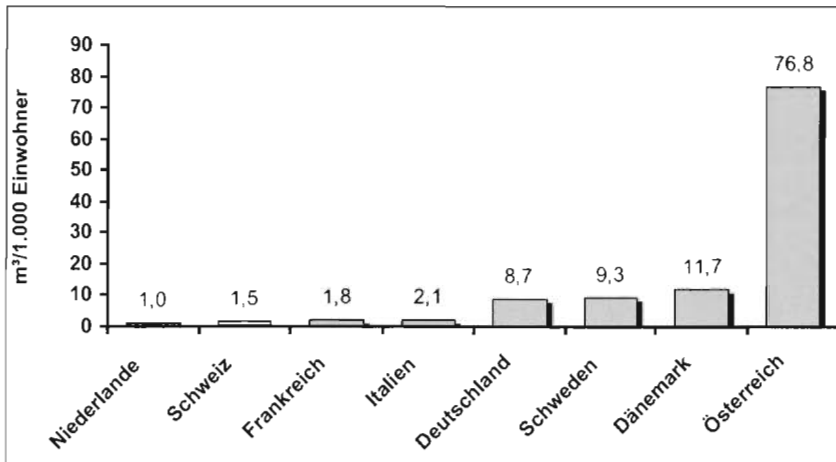
man Anfang der sechziger Jahre zur Herstellung von 1 Kubikmeter Brettschichtholz noch 20 bis 30 Stunden, so waren es zehn Jahre später schon nur noch die Hälfte bzw. in Einzelfällen nur noch ca. ein Viertel (10 bis 15 h/m<sup>3</sup> und in Einzelfällen 6 bis 8 h/m<sup>3</sup>).

Diese Leistungssteigerung gestattete den Bau von Hallen mit Bogentragwerken bis 60 m Spannweite und in Einzelfällen auch schon bis 100 m. 1971 betrug der Anteil der Holzbau-

weise im Industriebau immerhin schon wieder 14 Prozent, und er steigerte sich im Jahre 1978 bei Industrie- und Gewerbehallen auf 45 Prozent, das waren immerhin 21 Prozent der gesamten gebauten Hallenfläche. Im Sportstättenbau erreichte die Holzbauweise einen Anteil von 42 Prozent. Natürlich sind in diesen Zahlen nicht ausschließlich Brettschichtkonstruktionen enthalten, aber die technische Entwicklung auf



**Bild 3.26: Produktion von Brettschichtholz in Deutschland seit 1955 (bis 1990 gelten die Zahlen für die alten Bundesländer)**



**Bild 3.27** Produktion von Brett-schichtholz in verschiedenen Ländern für 2001, bezogen auf 1000 Einwohner

dem Gebiet der Brett-schichtholzherstellung hat ohne Zweifel maßgeblich zu dieser Entwicklung beigetragen.

In den Folgejahren ist die Produktion von Brett-schichtholz weiter rasant gestiegen. Bis zur Wiedervereinigung war die Produktion gegenüber 1955 auf das Siebzigfache und gegenüber der Jahrhundertwende auf das Einhundertvierzigfache angestiegen.

Aber auch in anderen Ländern Europas gibt es heute eine hochmoderne Brett-schichtholzproduktion. Beachtlich waren die Produktionserweiterungen in Österreich, weshalb dieses Land die führende Stellung vor Dänemark, Schweden und Deutschland bei der Produktion, bezogen auf

1000 Einwohner, einnimmt (Bild 3.27). Bilder 3.28 bis 3.29 zeigen zwei weitere Anwendungsbeispiele für Brett-schichtholz im Hallenbau.

### 3.8 Der Holzbau in der DDR – Die Massenproduktion typisierter Material sparerer Konstruktionen

Auch in der sowjetischen Besatzungszone war der Wiederaufbau der zerstörten Bausubstanz bei gleichzeitig großem Holz-mangel das zentrale Thema nach dem Zweiten Weltkrieg. Dabei stand die Schaffung von Wohnraum im Mittelpunkt. Das än-

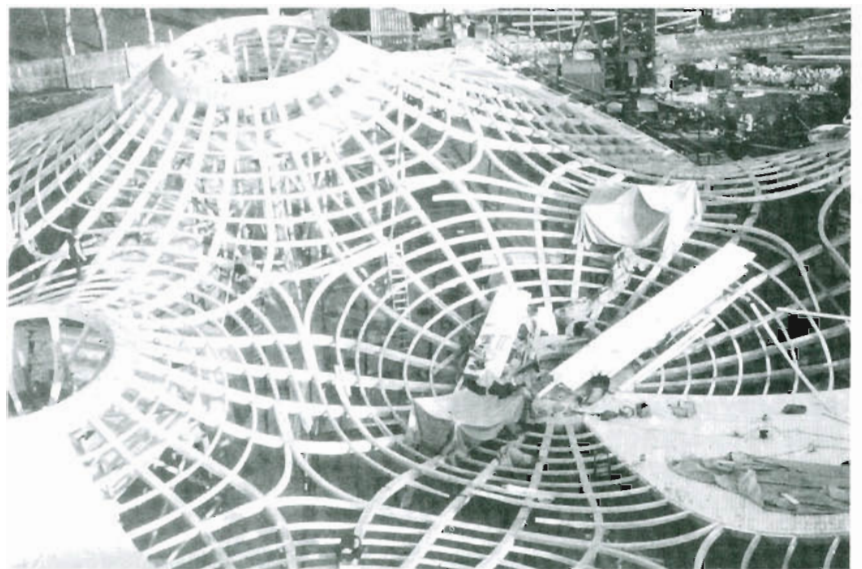
derte sich auch nicht mit Gründung der DDR. Nur mussten die anstehenden Fragen von den inzwischen verstaatlichten Betrieben bewältigt werden, wobei im Baubereich bis Anfang der 70er Jahre noch eine große Anzahl mittelständischer Privatbetriebe und Handwerksbetriebe erhalten geblieben war. Sie mussten sich allerdings den Zielen der sozialistischen Planwirtschaft unterordnen, die zum Beispiel im ersten Fünfjahrplan von 1950–1955 eine Steigerung der Bauleistung um das 2,7-fache vorsahen. „Einen wesentlichen Teil dieser Aufgabe hat der Zimmerer mit zu lösen. Er wird aber dazu nur in der Lage sein, wenn sich bei ihm tüchtiges handwerkliches Können mit gedie-genem Fachwissen verbindet.“ [3.51].

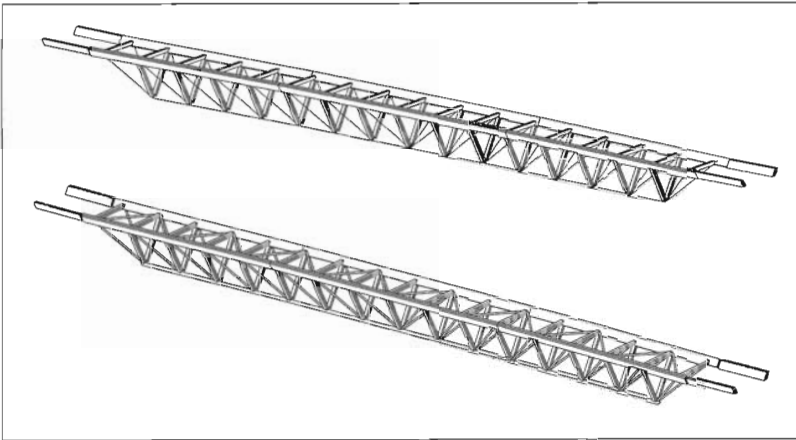
Neben der großen Aufgabe des Wiederaufbaus musste auch noch das Problem des Arbeitskräftemangels in Ostdeutschland gelöst werden: „Viele Tausende haben sich für den Bauberuf umschulen lassen und helfen so mit an der Erfüllung der von der Regierung gestellten großen Planaufgaben. Allein 240 000 Wohnungen sollen bis zum Jahre 1955 gebaut werden.“ [3.52].

Der Baustoffmangel, nicht nur bei Holz, sondern auch bei Stahl und Zement, war ohne Zweifel im Osten Deutschlands größer als in der Bundesrepublik. Mit Holz sparen-den Decken und einem verstärkten Einsatz



**Bild 3.28:** Holz-Rippenschale aus Brett-schichtholz, gestützt von 5 Baumstützen, überspannt ein Erlebnisbad, Solebad Bad Dür rheim, Ausführung: Fa. Chr. Burg-bacher Holzwerk, Trossingen, mit Zimmermeister M. Jörg und G. Arno, 1987 (Bilder aus „bauen mit holz“ [1987] 5)





**Bild 3.29: Dachkonstruktion für die Messehalle 7a der Messe Nürnberg, Spannweite 85 m, kombiniertes Holz-Stahl-Tragwerk, Fachwerkträger mit zugbeanspruchten Stäben aus Stahl, Ausführung: Fa. Paul Stefan, Gaildorf (aus [2. 227])**



von Rundholz bei Dachkonstruktionen, sowie Material sparenden Dachkonstruktionen leisteten die Holzbauer der DDR ihren Beitrag zum Wiederaufbau. Auch sie griffen in der Zeit bis Mitte der 60er Jahre auf den Kenntnisstand der 40er Jahre zurück. Entwickelt wurden Decken mit Holz sparenden I-Querschnitten aus geklebten Balken, wie zum Beispiel die Anfang der 50er Jahre bauaufsichtlich zugelassenen Neugersdorfer, Leipziger, oder Bernsdorfer Deckenbalken. Alle Balken wurden in Nagelpressklebung als I-Querschnitt hergestellt. Beim Bernsdorfer Balken bestand der Steg aber nicht wie bei den anderen Balken aus Vollholz, sondern aus einer Holzfaserverplatte von mindestens 10 mm Dicke. Während derartige Holzsparbalken sich in Westdeutschland nicht durchsetzen, wurden sie in der DDR mit Unterstützung der Bauaufsicht zunehmend eingesetzt (s. auch Bild 3.3 bis 3.5).

Bei den Dachkonstruktionen bevorzugte man prinzipiell die gegenüber Pfettenkonstruktionen Material sparenderen Sparrenkonstruktionen in Form des Kehlbalckendaches. Gitterkonstruktionen wie die Dreieck-Streben-Bauweise, der Trigonitträger oder geklebte Wellstegträger standen nicht zur Verfügung. Wenn die Sparren als Gitterträger

ausgeführt wurden, kamen Gitterträger mit genagelten Diagonalen zum Einsatz. Da der Bedarf an Holzkonstruktionen, insbesondere bei Dachkonstruktionen, zu keiner Zeit befriedigt werden konnte, wurden auch seit den 50er Jahren immer wieder Stahlbeton-Steildächer propagiert, die sich aber wegen ihrer Schwerfälligkeit nicht durchgesetzt haben.

1968 stellt Prof. Walter Kinze mit Blick auf die Holzeinsparung fest [3.54]: „Das Kennzeichen der heutigen Holzkonstruktionen ist die sparsame Verwendung von Holz und die bestmögliche Ausnutzung der Holzquerschnitte auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse. Diese Konstruktionen haben außer dem Baustoff kaum noch etwas mit den üblichen Zimmermannsbauweisen gemein und werden unter der Bezeichnung „Ingenieurholzbau“ zusammengefaßt.“

Bis 1961 war die DDR Mitglied im DIN, und somit galten bis dahin im DDR-Holzbau die DIN-Normen. Erst danach entwickelte man ein eigenständiges Normenwerk mit dem Unterschied, dass die TGL-Normen Gesetzeskraft hatten und die zuständigen Bauaufsichtsbehörden die Einhaltung kontrollierten. In der DDR verlief die Entwicklung im Holzbau ab Mitte der 60er Jahre anders als im

Westen Deutschlands. Ein Grund war, dass dem Bauwesen immer geringere Holz mengen zur Verfügung standen, die zu Gunsten der Papier- und Zellstoffindustrie und des Möbelbaus noch ständig zurückging. Dem DDR-Bauwesen stand 1980 nur ein Anteil von 15 Prozent am Gesamtholzverbrauch der Volkswirtschaft zur Verfügung. Gleich groß war der Anteil für die Möbelindustrie, und die restlichen 50 Prozent verbrauchte die Papier und Zellstoffindustrie (Bild 3.30). In Westdeutschland betrug der Holzverbrauch im Bauwesen etwa 50 Prozent der Gesamtmenge. Bezogen auf den Schnittholzverbrauch betrug der Anteil im Bauwesen dort sogar ca. 75 Prozent. Die Frage der Herstellung von Material sparenden Konstruktionen blieb im Gegensatz zur wirtschaftlichen Entwicklung in Westdeutschland deshalb ein zentrales Thema bis zur Wiedervereinigung.

Auf der Grundlage einer traditionell starken Bindung des Holzbaues an nur zwei Anwendungsgebiete, den Landwirtschafts- und Wohnungsbau (Bild 3.31), blieb das Sortiment an Holzkonstruktionen sehr eingengt. Wegen der autarkistischen Landwirtschaftspolitik mit einem zunehmenden Grad der Kollektivierung war dieser Anwendungsbereich mit einem ständig steigenden Bedarf an Lager-

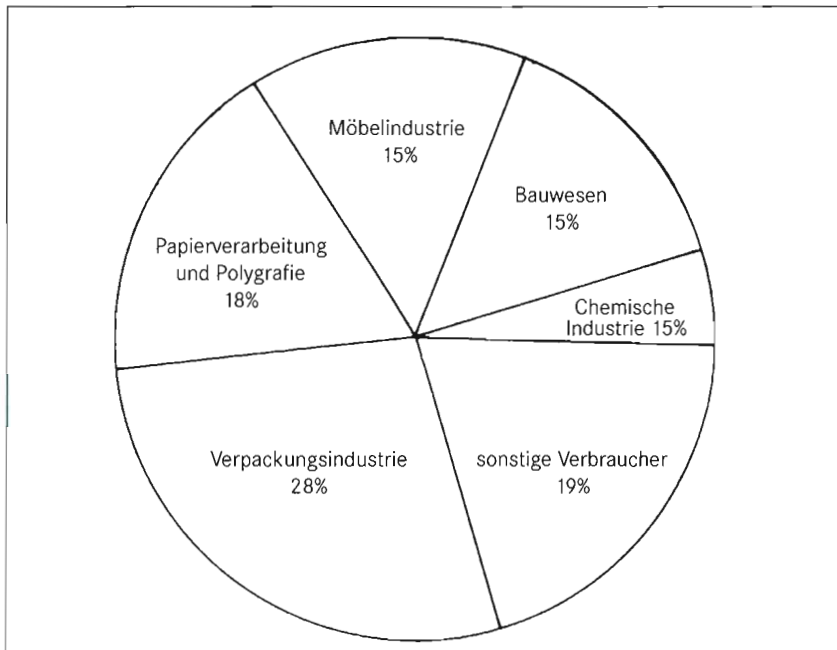


Bild 3.30: Schnittholz-Verbrauchsstruktur in der DDR (1985) (nach [3.56])

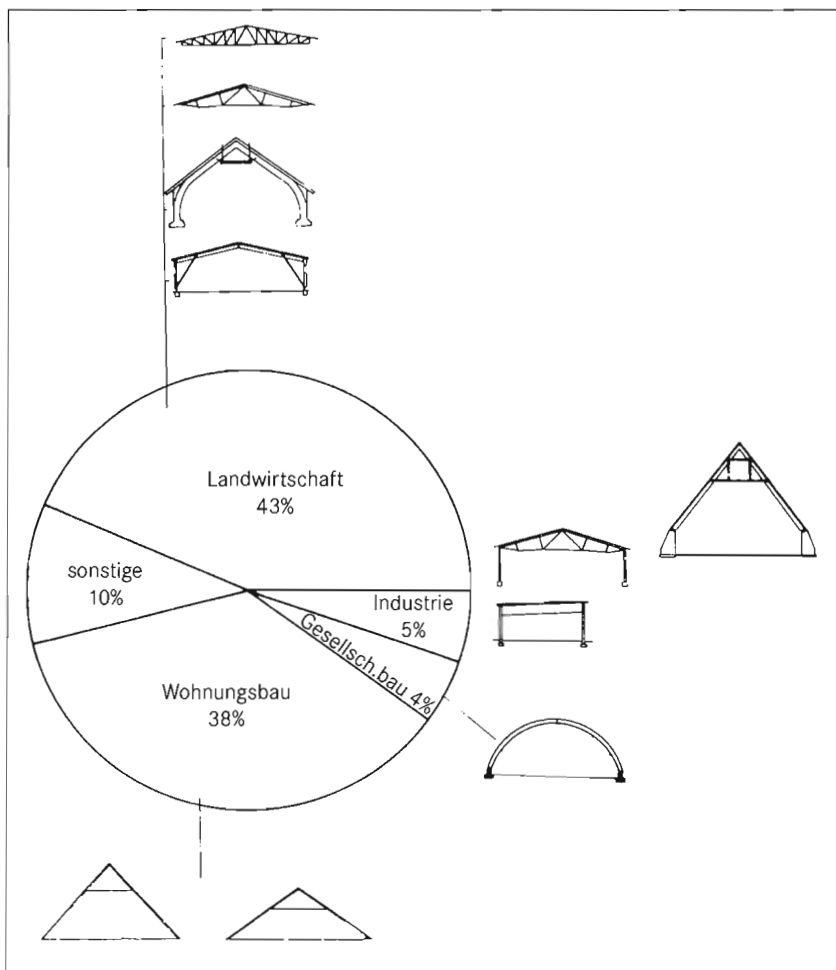


Bild 3.31: Einsatzbereiche der Holzkonstruktionen in der DDR (nach [3.56])

hallen und Ställen bis zuletzt der Hauptabnehmer für Holzkonstruktionen. Gleichzeitig führte diese Entwicklung zu einer starken Spezialisierung der Fertigungsstätten, wobei der Grad der Vereinheitlichung der Konstruktionsprinzipien im Sinne einer maximalen Holzeinsparung immer weiter getrieben wurde.

Zum Beispiel führte die vorrangige Orientierung auf die Befriedigung eines Massenbedarfs an Dachkonstruktionen für die Landwirtschaft zu einigen Besonderheiten in der Entwicklung von Dachtragwerken, sowohl in der traditionellen Nagelbauweise als auch in der modernen Klebbauweise [2.1], [3.59].

Die Fertigung von Fachwerkbindern in traditioneller Nagelbauweise machte noch 1972 ungefähr 80 Prozent des Gesamtvolumens der hergestellten Holzkonstruktionen aus. Die ab 1985 angestrebte grundlegende Rationalisierung dieser Bauweise durch Einführung der viel wirtschaftlicheren Nagelplattenbauweise scheiterte am Devisenmangel der nagelnden Betriebe. Ein Import der benötigten Nagelplattentechnologien kam dadurch nicht zustande. Eigene Entwicklungen scheiterten an der nicht verfügbaren Maschinenteknik.

Dass der Anteil der sehr arbeitszeitaufwendigen Nagelbauweise im Zeitraum bis 1985 auf 55 Prozent (1990 auf 50 Prozent) gesenkt werden konnte, ist dem Aufbau von Brettstichholzbetrieben zu verdanken. Die Produktion stieg von 1972 von ca. 10 000 m<sup>3</sup> pro Jahr auf ca. 35 000 m<sup>3</sup> pro Jahr. Das gestattete den Ersatz der in Handnagelung produzierten Nagelbinder durch unterspannte Holzbinder. Dabei fiel die Wahl deshalb auf unterspannte Binder, weil sie bezogen auf das Material den geringsten Holzverbrauch aufwiesen. Zu 90 Prozent wurden die Holzklebekonstruktionen im Landwirtschaftsbau verwendet. 8 Prozent der geklebten Konstruktionen fanden als typisierte Rahmenhallen im Industriebau und die restlichen 2 Prozent im Gesellschaftsbau Anwendung.

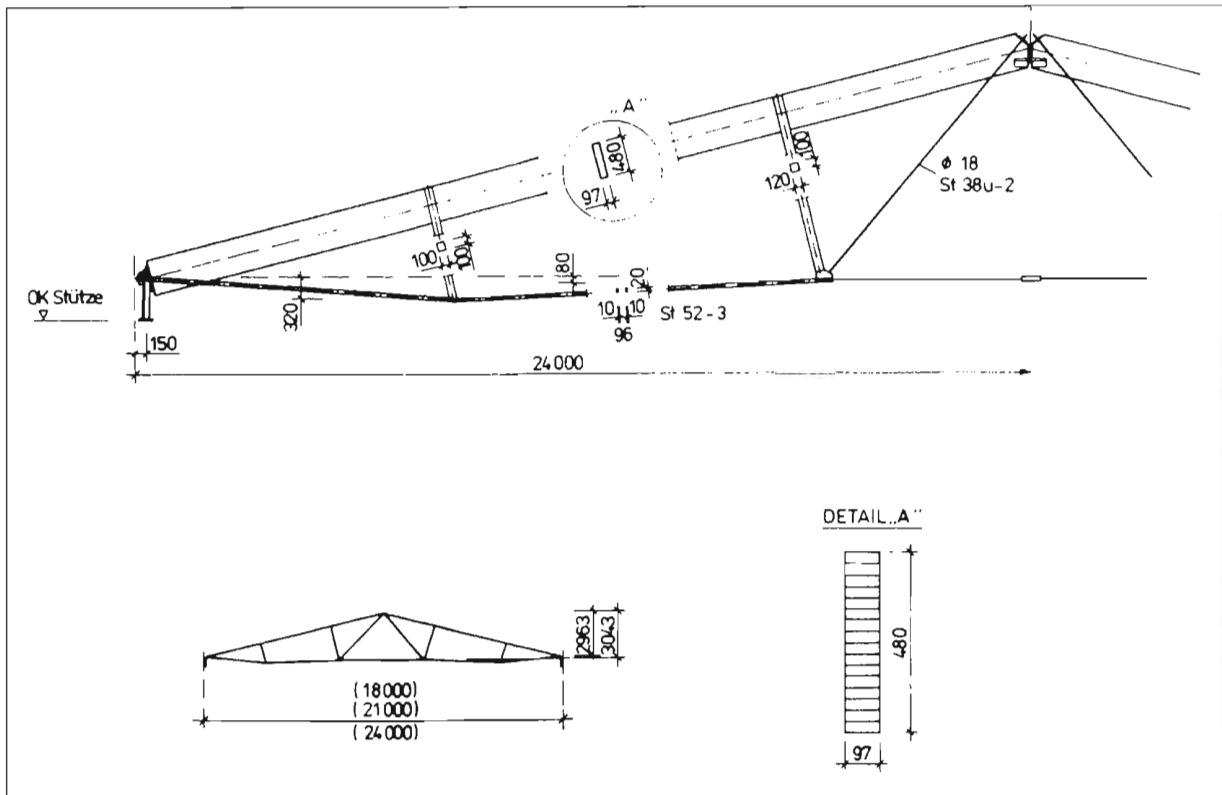


Bild 3.32: Typisierter unterspannter Brettschichtholzbinder (nach [3.56])

Das Besondere am DDR-Holzbau in den 70er und 80er Jahren war die immer perfekter betriebene Typisierung der Holzkonstruktionen. Mit Nagelbindern wurden Mitte der 80er Jahre jährlich etwa 2,0 Mio. m<sup>2</sup> überdachte Fläche und mit stahlunterstützten Brettschichtbindern (Bild 3.32) etwa 900 000 bis 950 000 m<sup>2</sup> überdachte Fläche realisiert. Weitere 500 000 m<sup>2</sup> Dachfläche waren Einfamilienhausdächer, die mit typisierten Kehlbalckenbindern realisiert wurden.

Damit erschöpfte sich der Holzeinsatz zu 95 Prozent in einer rein zweckgebundenen Anwendung ohne architektonischen Anspruch [3.55]–[3.59]. Bisher nicht genutzte Holzsortimente, wie zum Beispiel Rundhölzer bis 12 cm Dicke, sollten die angespannte Materialsituation verbessern und führten zur Entwicklung von Raumfachwerken [10.2].

Ab 1970 verbesserte sich das Angebot an Ferien- und Einfamilien-Doppel- bzw. -Reihenhäusern. Dazu

wurden bestehende Werke ausgebaut bzw. neue Werke errichtet.

Die Häuser wurden ausschließlich in Tafelbauweise gefertigt (Bild 3.33).

Wenn es auch im Vergleich zur internationalen Entwicklung eine beachtliche Produktion von Materialsparenden Massenprodukten gab,

ist kritisch festzustellen, dass damit der Baustoff Holz als architektonisches Gestaltungselement kaum zur Geltung kam und in den ostdeutschen Bundesländern bis in die 90er Jahre hinein ein Nachholbedarf im Vergleich zum westdeutschen Holzbau bestand [4.44–4.45].

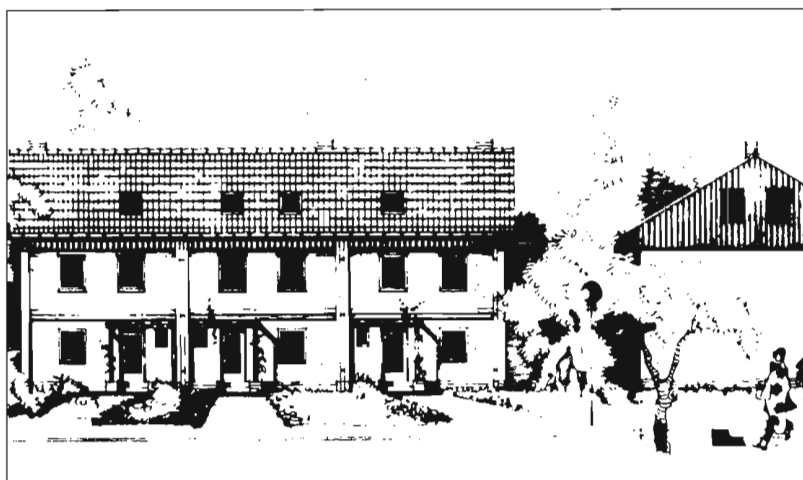


Bild 3.33: Typisiertes Reihenhaus (nach [3.56])





**Hermann Phleps**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 01.06.1877  
in Birtzhälml (Siebenbürgen)

Gestorben am 10.04.1964  
in Marburg/Lahn

Lehre/Studium  
zwei Studienjahre in Wien

1898  
in Karlsruhe Schüler  
Karl Schäfers

#### Berufliche Laufbahn

1900–03  
praktische Tätigkeit beim Bau  
des Botanischen Gartens in  
Berlin-Dahlem

1907  
Dissertation über die Schlösser  
Wilhelmsthal und Wilhelmshöhe  
an der TH Dresden

1908  
Antritt einer Assistentenstelle  
an der TH Danzig

1908  
Habilitationarbeit „Geschichte  
des deutschen Bauernhauses“

1913  
Ernennung zum ordentlichen  
Professor

1907–1945  
Professor an der TH Danzig  
für Geschichte der Deutschen  
Holzbaukunst  
Neben der akademischen  
Laufbahn auch als praktischer  
Architekt tätig:

1916  
Bau der Christuskirche in  
Danzig-Langfuhr

1928  
deutsches Studentenhaus in  
Danzig-Langfuhr

1928  
deutsche evangelische Mädchen-  
schule in Hermannstadt

1934  
deutsche Studentenherberge in  
Danzig-Langfuhr; Farbkonzept  
für Pfarrkirche in Bistritz;  
Restaurierung der Kirchenburg  
seines Geburtsortes Birtzhälml;  
Ehrenmitglied der Danziger  
Studentenschaft;

1944  
Vertreibung von seiner Arbeits-  
stätte, verbunden mit dem Verlust  
wertvoller, mühsam erarbeiteter  
Materialien;

1946  
Fortsetzung der Forschungs-  
tätigkeit in Itzehoe, Bergzabern  
und Marburg

#### Bücher

1934  
„Ost- und westgermanische  
Holzbaukultur“

1942  
„Holzbaukunst – Der Blockbau“

1950  
„Vom Wesen der Architektur“

1951  
„Deutsche Fachwerkbauten“

1958  
„Die norwegischen Stabkirchen“

nach seinem Tod erschienen

1967  
„Alemannische Holzbaukunst“

Ehrungen  
Ehrendoktorwürde der  
TH Darmstadt  
„Ehrenschild des  
Zimmerhandwerks“

### 3.9 Die Wiederbelebung alter Bausubstanz

In beiden Teilen Deutschlands war nach dem Zweiten Weltkrieg eine gewaltige Aufbauarbeit zu leisten, die fast 30 Jahre dauerte. In der Bundesrepublik Deutschland wurden allein bis 1985 rund 18 Millionen Wohnungen gebaut und überdies eine leistungsfähige und moderne Infrastruktur mit Autobahnen, Flughäfen, Eisenbahnen sowie eine hochmoderne Industrieproduktion geschaffen. Die Baukultur der Städte und Dörfer hatte sich verändert, das Wohnen und Arbeiten entsprach dem Zeitgeist. Jeder Einwohner der alten Bundesrepublik hatte 1985 im Durchschnitt 34 m<sup>2</sup> Wohnfläche zur Verfügung. Bis zum Jahr 2000 kamen zu diesem Durchschnittswert weitere fünf m<sup>2</sup> hinzu.

Der seit 1870 zu beobachtende Trend einer Bevölkerungswanderung vom Land in die Stadt hatte sich auch in dieser Zeit fortgesetzt. Die Land- und Forstwirtschaft benötigte immer weniger Arbeitskräfte, und neue Industrien und Dienstleistungen zogen Arbeitskräfte an. Das führte dazu, dass sich die Bevölkerung in den Städten mit 10 000 und mehr Einwohnern gegenüber 1870 verzehnfachte, während sie in Gemeinden mit 2000 Einwohnern im gleichen Zeitraum konstant blieb. Schon 1965 drängten sich auf sieben Prozent der Fläche der Bundesrepublik 40 Prozent der Bevölkerung [3.68]. Mit immer mehr Neubauten auf immer mehr neu erschlossenen Flächen versuchte man, diesen Problemen zu begegnen.

Die nach dem Krieg unbeschädigte oder wiederaufgebaute historische Bausubstanz wurde nicht nur in Westdeutschland einer ungezügelter Bauwut geopfert. Der Europarat stellte für die westeuropäischen Länder fest: „... dass nach 1945 mehr Denkmäler und Baubereiche von geschichtlichem Wert zerstört worden sind als während des gesamten Zweiten Weltkrieges.“. Das galt natürlich auch für die historischen Fachwerk-

häuser. Dazu wird in [3.67] ausgeführt: „Die ersten Jahrzehnte nach dem zweiten Weltkrieg waren gerade für Fachwerkbauten eine ausgesprochen ungünstige Zeit. Eine Modernisierungswelle hat nicht nur im ländlichen Raum vieles zerstört, was durchaus noch funktionstüchtig war und mehr Gesicht hatte als das, was an die Stelle des Alten gesetzt wurde. Fortschrittsglaube und Wachstumseuphorie haben noch nie so die gebaute Umwelt verändern können, wie das in jüngster Vergangenheit geschehen ist.“

Und das Unbehagen über eine derartige Baupolitik lässt sich wohl nicht treffender beschreiben als mit den folgenden Worten: „Jahrzehntelang haben wir die Veränderung unserer Städte, die von bloßer Vergewaltigung bis zur selbstgemachten Zerstörung reichen kann, unbeachtet, achselzuckend, hilflos hingenommen. Der Glaube an die Allmacht der Planer, Verwalter, Experten und Politiker schien grenzenlos. Und wer seine Zweifel hatte, musste angesichts dieser geschlossenen Front der neuen Städteplaner resignieren. Rücksichtslos wurde Fortschritt gegen Tradition und Vergangenheit ausgespielt.“ [3.70].

Und das Ergebnis war: „Der Autoverkehr veränderte die Städte wie keine andere Kraft. Häuserzeilen wurden abgerissen, Wohnungen entlang der Einfallstraßen sind unbewohnbar geworden. Grünflächen wurden zu Verkehrsflächen.“ [3.71].

Nur langsam begann ein Umdenken. Erst die Proteste der Bürger in vielen Städten und Gemeinden „gegen die zunehmende Nivellierung, Strangulierung und Betonierung ihres Lebensraumes.“ Ihr Kampf, „... um die Erhaltung eines schönen alten Hauses, gegen die Verunstaltung eines Platzes oder gar gegen die schleichende Vernichtung eines ganzen Wohnviertels“ [3.70] rüttelte die Politiker wach. Und der Erhalt der historischen Bausubstanz, die Pflege der Denkmäler, die substanzschonende Reparatur bzw. Instandsetzung, ja sogar die originalgetreue Rekonstruktion gewannen an Bedeutung – ein Er-

**Tabelle 3.1. Verluste bei der Denkmalpflege in der Bundesrepublik bei durchschnittlicher Sanierung (nach Bautenschutz+Bausanierung 1988, Heft 1)**

Historische Konstruktion/ Bauteil	Anteil Verluste
Holzkonstruktion	40 ... 70 %
Mauerwerk	20 ... 50 %
Lehmausfachungen der Fachwerke	60 ... 100 %
Originale Farbfassung	80 ... 100 %
Historische Ausstattung wie Fußböden, Türen	90 ... 100 %
handgefertigte Dachziegel	100 %

kenntnisprozess, der ab 1975 mindestens noch weitere 15 Jahre in Anspruch nehmen sollte.

In der DDR verlief die Entwicklung etwas anders. Partei- und Staatsführung versuchten bis in die 80er Jahre, dem Wohnungsproblem mit immer neuen hochgradig typisierten Plattenbauten Herr zu werden, was in einigen Städten zum Flächenabriss vorhandener historischer Substanz führte. Auch dies provozierte den Widerstand der Bürger.

Andererseits erkannte man schon in den 70er Jahren, dass ein großflächiger Abriss der historischen Substanz die bestehenden Wohnungsprobleme noch verschärfen würde. Also kam nur eine Modernisierung in Frage. Man begann schon in den 70er Jahren mit dem Aufbau spezieller Betriebe und veranlasste, dass sich die Bauforschung diesem Problem widmete. Allerdings stieß man auf ökonomische Grenzen. Die Mieten beließ man aus politischen Gründen auf dem Niveau der 50er Jahre, und der Staat hatte immer weniger Geld für die Modernisierung zur Verfügung.

Dies führte dazu, dass es bei der Vereinigung beider deutscher Staaten im Osten eine umfangreiche Altbausubstanz gab. Die Gebäude waren vielfach noch im Original erhalten, waren aber mangels regelmäßiger Unterhaltung im vernachlässigten Zustand (s. [2.101]).

Wie im Bauen überhaupt, gibt es für den Holzbau heute den Bereich der Altbausanie rung, der in den letzten zwei Jahrzehnten wegen seines stetig steigenden Bauvolumens an Bedeutung gewonnen hat.

Für den Zimmerer ergibt sich hier ein interessantes Betätigungsfeld. Unsere Vorfahren haben ja immer mit Holz gebaut, weil es ein preiswerter, leistungsfähiger und regional verfügbarer Baustoff war. Holz spielt deshalb als Geschosdecke, als vielgestaltige Dachkonstruktion, als Fachwerk, als Blockbohle eine tragende Rolle in den alten Gebäuden. Als Schüler Karl Schäfers zeigten gerade die Arbeiten von Herrmann Phleps (1877–1964) über die Holzbaukunst in Deutschland die kulturgeschichtlichen Leistungen auf diesem Gebiet.

Tragende Holzkonstruktionen in stand zu setzen oder zu verstärken ist auch eine Herausforderung, gerade für die rund 10 000 deutschen Zimmereibetriebe, gilt es doch nicht nur eine kostengünstige Lösung zu finden, sondern auch eine substanzschonende bzw. altbaugerechte – ein Anspruch, der ohne die Bewahrung der handwerklichen Tradition nicht erfüllbar ist. Die Zimmerer haben zu diesem Zwecke einen eigenen Verband gegründet – den „Verband der Restauratoren im Zimmererhandwerk e. V.“ Seit seiner Gründung im Jahre 1990 widmet er sich der organisierten Qualifizierung der Zimmerer für die Lösung denkmalpflegerischer Aufgaben. Die Erfolge dieser Arbeit lassen sich an zahlreichen gelungenen Sanierungsbeispielen ablesen. Wie wichtig es war, die Qualifizierung der an der Altbausanie rung Beteiligten zu verbessern, zeigt die Tabelle 3.1, denn aus Unkenntnis ging bei der Sanierung der Altbausub-

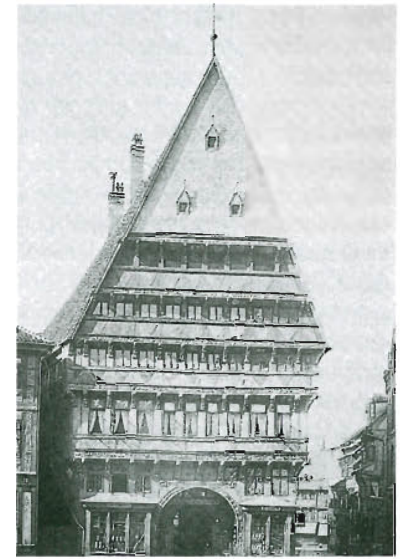
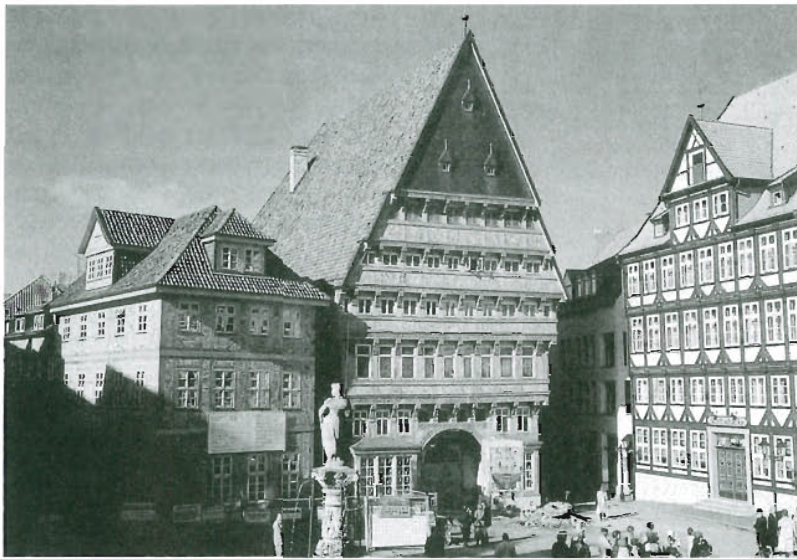


Bild 3.34: Knochenhaueramtshaus, Ausführung der Zimmererarbeiten: J. Hocke, Bremen, und O. Wiechers, Kirchlinteln, 1987/90 (Bild aus „bauen mit Holz“ (1990) 3, S. 160-164)

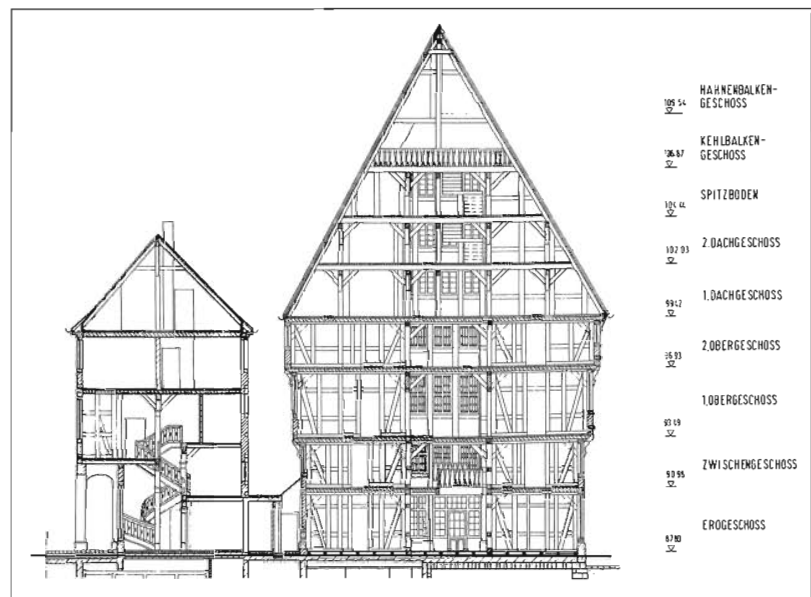
a) Marktplatz heute

b) Zustand vor dem Zweiten Weltkrieg

stanz häufig sehr viel Originalsubstanz verloren.

Als bisher einmalige Leistung muss man die Rekonstruktion des Knochenhaueramtshauses in Hildesheim ansehen, das 1529 von der Gilde der Knochenhauer errichtet wurde. Über vierhundert Jahre war es das Schmuckstück am Hildesheimer Markt, bis es 1945 einem Bombenangriff zum Opfer fiel. Die Bauarbeiten zur originalgetreuen Rekonstruktion begannen 1987 und wurden 1990 abgeschlossen. „Insgesamt wurden 400 m<sup>3</sup> Eichenholz für die Fachwerkstruktur und 40 m<sup>3</sup> Nadelholz für das Dachgespärre verbaut, wobei 4300 historische Holzverbindungen ohne Eisenteile und ca. 7500 Holznägel zur Anwendung kamen.“ [3.75]. Heute erstrahlt das Gebäude wieder in seiner einmaligen Gestalt mit zahlreichen Fassadenschmuckformen (Bild 3.34).

Zur Pflege der handwerklichen Traditionen wurde in den letzten 10 Jahren ein flächendeckendes Netz von Zentren für Denkmalpflege und Handwerk aufgebaut, die sich der Quali-



c) Querschnitt durch das Gebäude zusammen mit dem kleineren Bäckeramtshaus

fizierung der Handwerker, Ingenieure und Architekten auf dem Gebiet der historischen Bautechniken verschrieben haben. Das „Deutsche Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege“ in Fulda hat seit seiner Gründung im Jahre 1980 hierbei eine führende Rolle eingenommen und die Entstehung weiterer Einrichtungen unterstützt. Gleichzeitig war es bis zu seiner Insolvenz im Jahre 2000 maßgeblich am Aufbau einer entspre-

chenden Forschung, insbesondere zum historischen Fachwerkbau und zu den historischen Bautechniken, beteiligt.

Bild 3.35 zeigt Fachwerkhäuser nach ihrer Sanierung in der inzwischen zum Weltkulturerbe gehörenden Stadt Quedlinburg und in der Stadt Celle. Da die Instandsetzung von historischen Konstruktionen seit Mitte der 70er Jahre in ganz Europa an Bedeutung gewonnen hat, gab es



**Bild 3.35: Fachgerecht instand gesetzte und sanierte Fachwerkbauten prägen das Stadtbild im historischen Stadtkern a) Quedlinburg (Foto: Prof. Rug)**

seit Anfang der 90er Jahre auch Bemühungen der Bauforschung, die anstehenden Fragen aus der Baupraxis zu lösen (s. auch Abschnitt 6).

### 3.10 Der Hausbau der Zimmerer ab 1985

Häuser aus Holz wurden ab Mitte der 80er Jahre in den alten Bundesländern als Chance für eine ertragreiche Zukunft der Zimmererbetriebe gesehen, insbesondere deshalb, weil damit der geforderte oder gewünschte Energiestandard ohne größeren Aufwand erreichbar ist.

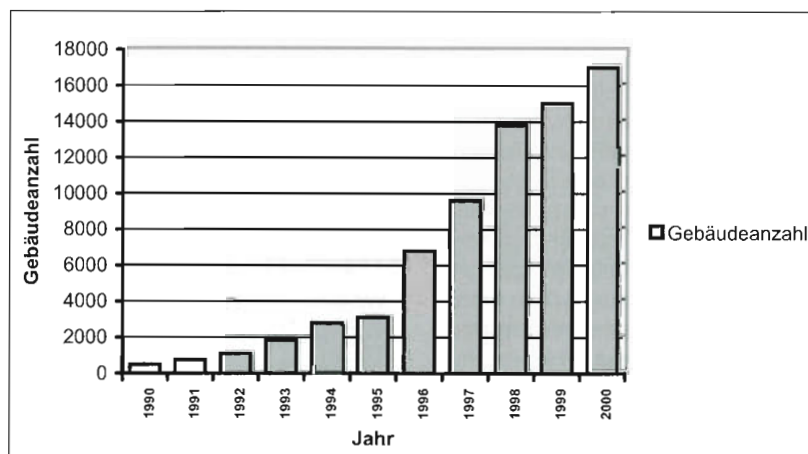
Der Holzrahmenbau ist bekanntlich ein standardisiertes Bausystem, dessen Tragwerk aus Holz und Holzwerkstoffen besteht und bei dem der Ausbau in trockener Bauweise erfolgt. Aufbau und Bildungsprinzip entsprechen den in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts in Deutschland praktizierten Konstruktionsprinzipien (s. auch [3.61]). Die damalige Entwicklung wurde 1983 auf Initiative des Bundes Deutscher



**b) Celle (Foto: Prof. Rug)**

Zimmermeister aufgegriffen und weiterentwickelt. Diese Idee war zunächst in den eigenen Reihen nicht unumstritten, hatten doch die Zimmerer bis dahin das Zimmern kompletter Häuser verlernt. Die Politik startete in dieser Zeit mehrere Initiativen zum kostengünstigen Bauen im Wohnungsbau. Daher bestand die Gefahr, dass berufsfremde Kreise durch den Import von preiswerten Holz-Rahmen-Häusern aus Kanada Marktanteile erobern. Es ist wohl der Weitsicht des damaligen Vorstandes und einiger engagierter Kollegen des Verbandes zu verdanken, dass dies verhindert wurde. Mit der Ausarbei-

tung eines detaillierten Konstruktionskataloges sollten zunächst die Zimmerer, aber auch die interessierten Architekten und Ingenieure, wieder an den Holzhausbau herangeführt werden. Heute ist dieser Katalog ein anerkanntes, bisher in dritter Auflage herausgegebenes Fachbuch [3.72]. Innerhalb von nur 10 Jahren gelang es den Zimmerern, die Anzahl der pro Jahr gefertigten Holzhäuser auf circa 17 000 Stück zu steigern (Bild 3.36). Die immer noch handwerklichen strukturierten Zimmereien fertigen heute ungefähr die Hälfte aller Ein- und Zweifamilienhäuser in Holzbauweise, deren Markt-



**Bild 3.36: Anzahl gefertigter Holzhäuser pro Jahr, gefertigt von Zimmerer- und Holzbaunternehmen seit 1990**

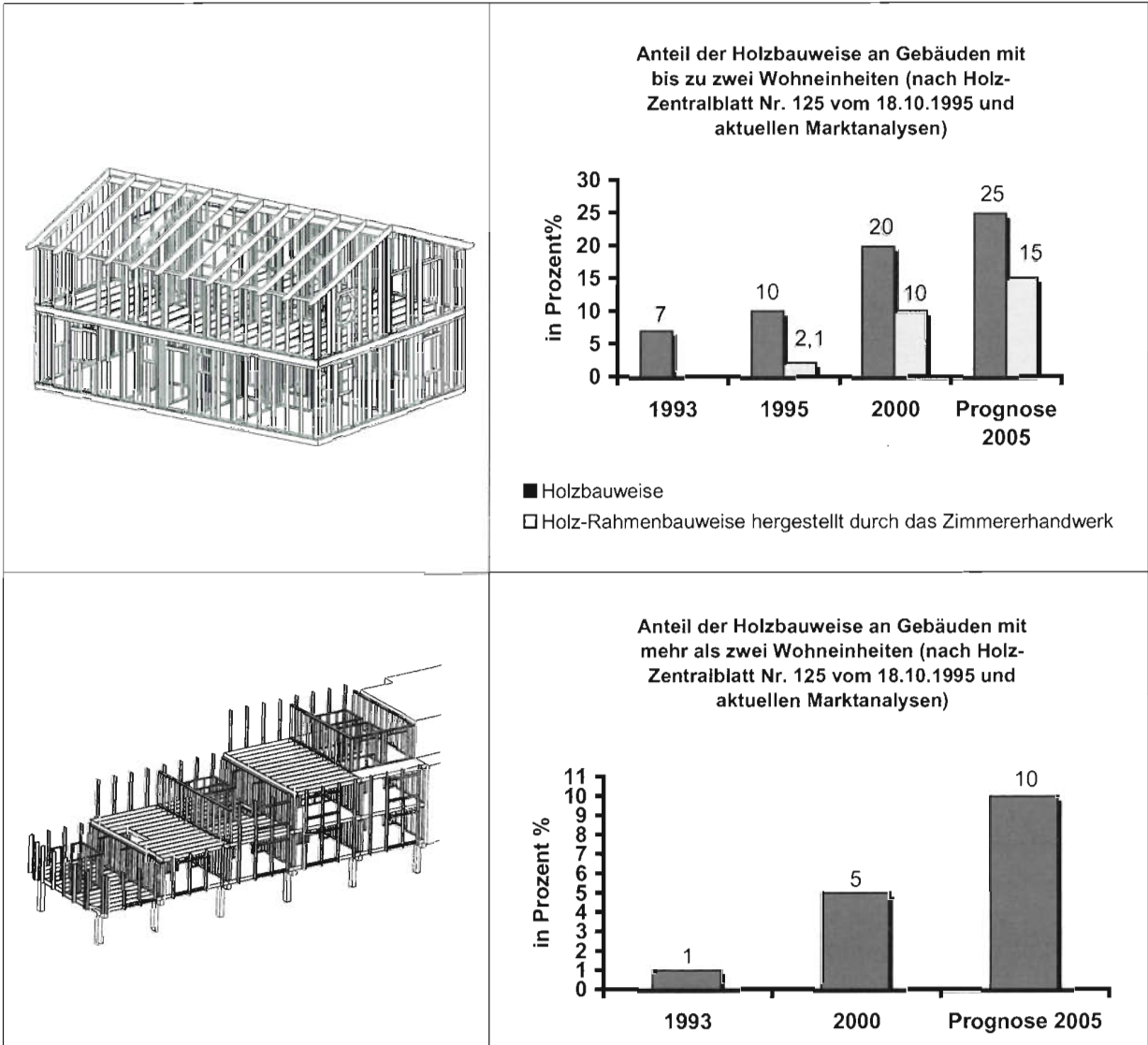


Bild3.37: Anteil der Holzbauweise an Gebäuden

anteil heute bei ca. 20 Prozent liegt. Der Anteil der Zimmerer beträgt dabei circa 10 Prozent (Bild 3.37)

Das von ihnen bevorzugte Holz-Rahmen-Bausystem bietet in hohem Maße individuelle Gestaltungsfreiheit (Bild 3.38). Man kann aus dem Konstruktionsprinzip heraus flexibel auf die steigenden Forderungen an einen verbesserten Wärmeschutz oder bestimmte gestalterische Kriterien reagieren. Für eine verdichtete mehrgeschossige Bauweise gibt es ausreichend Zukunftspotential (Bild 3.37 und Bild 3.39).



Bild 3.38: Wohnhaus am Hang in individueller Gestaltung.  
(Foto: Qualitätsgemeinschaft Holzbau und Ausbau e. V., Berlin)

Mehrgeschossige Gebäude wurden in den letzten Jahren vor allem als Wohngebäude erprobt. In diesem Segment rechnet man in Zukunft mit einem weiter steigenden Marktanteil.

Im Rahmen der geltenden Bauvorschriften sind im verdichteten Holzbau gegenwärtig nur Gebäude mit bis zu 3 Vollgeschossen möglich. In anderen europäischen Ländern begrenzten ebenfalls bis in die 90er Jahre hinein die bestehenden Brandschutzvorschriften die Errichtung mehrstöckiger Bauten. In den letzten Jahren haben einige Länder aufgrund neuerer Forschungen ihre Vorschriften derart gelockert, dass die Errichtung von vier- bis fünfgeschossigen Gebäuden generell möglich ist. Daraufhin wurden sogar ganze Wohnviertel in mehrgeschossiger Holzbauweise errichtet, so z. B. in Finnland.

Die novellierte Musterbauordnung [3.60] enthält jetzt auch für Deutschland die Möglichkeit, Häuser bis zu fünf Vollgeschossen in Holz zu errichten. Dies wird möglich durch die Einführung einer neuen Gebäudeklasse (Gebäudeklasse 4), die nun die Anwendung von Holz für Gebäude mit bis zu fünf Geschossen zulässt (s. [3.62], [4.38]). Ein erstes deutsches Ausführungsbeispiel mit Bezug auf die Musterbauordnung ist ein im Jahre 2001 errichtetes viergeschossiges Wohngebäude aus neu entwickelten „Lignotrend“-Massivholzelementen nach den Regeln der neuen Brandschutzvorschriften (Bild 3.40). Die „Lignotrend“-Bauweise erfüllt die Feuerwiderstandsklasse F 30. Da wegen des Schallschutzes ohnehin eine schalldämmende Unterdecke vorgesehen war, konnten die Decken in die geforderte Feuerwiderstandsklasse F 60 BA eingestuft werden.

Prinzipiell gibt es heute neben der Holz-Rahmen-Bauweise und der Holztafel-Bauweise noch die Skelettbauweise und die Massiv-Holz-Bauweise.

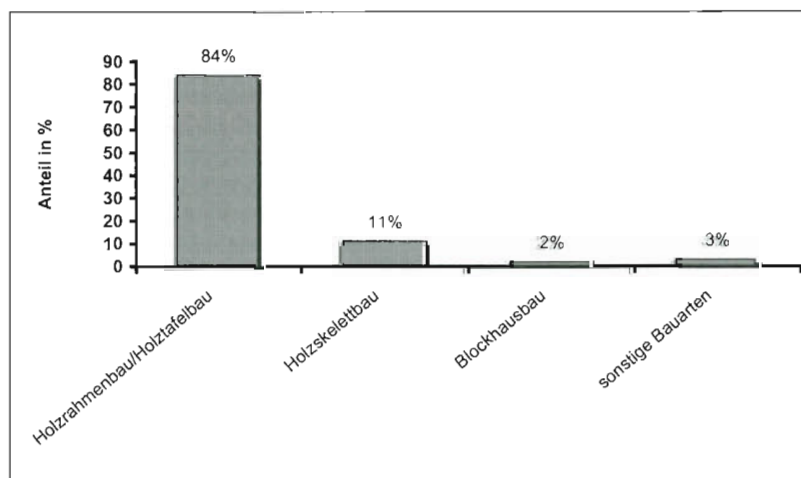
Skelettbauten ähneln den traditionellen Fachwerkbauten, bei denen die tragende Funktion dem Holz-



**Bild 3.39: Mehrgeschossiges Gebäude in Holz-Rahmen-Bauart**  
(Foto: Qualitätsgemeinschaft Holzbau und Ausbau e. V., Berlin)



**Bild 3.40: Viergeschossiges Wohngebäude aus Ligno-Trend-Elementen,**  
Ausführung: Fa. Holzbau Amann Weilheim-Bannholz, 1999/2000 (aus [3.76])



**Bild 3.41: Bauarten im Holzhausbau**

gerüst und die dämmende Funktion den nichttragenden Gefachfüllungen zugewiesen wird. Mit neueren Entwicklungen sind Dank einer leistungsfähigen Verbindungstechnik auch mehrgeschossige Bauten möglich.

Beim Massivholzbau werden im Allgemeinen vorgefertigte Wandelemente aus massivem Holz verwendet. Hierzu rechnet man den uralten Blockbau ebenso wie auch neuere Bauweisen, z. B. Brettstapelwände, Dübelholzwände, Brettschichtholz-Wand-Elemente oder die bauaufsichtlich zugelassenen Wandbauweisen „Homogen 80“, „Lignotrend“ oder „Leno-Tec-Massivbau“. Diese Bauweisen sind erst seit einigen Jahren auf dem Markt, und ihre Anwendung ist i. Allg. über bauaufsichtliche Zulassungen geregelt. Häuser in Massivholzbauweise werden ebenfalls hauptsächlich von Zimmereien angeboten.

#### 4. Die letzten dreißig Jahre des 20. Jahrhunderts – Triumph der Spannweiten und der Ökologie

##### 4.1 Holz bei weit gespannten Konstruktionen

In den letzten dreißig Jahren war ohne Zweifel international ein starker Aufschwung des Ingenieurholzbaus zu beobachten, der verbunden war mit einer umfassenden Industrialisierung der Fertigung und der Erprobung bzw. Anwendung eines breiten Spektrums konstruktiver Lösungen [4.46].

Das folgende Zitat fasst sehr treffend den erreichten Stand Mitte der 70er Jahre zusammen (s. [4.12]): „Holzkonstruktionen haben heute im Ingenieurbau ihren anerkannten Platz. Aufbauend auf dem Wissen der traditionsreichen Holzbaukunst, haben moderne Technik in Fertigung, Konstruk-

*tion und Berechnung, neue Verbindungsmittel und Entwurfsdetails zu eindrucksvollen Beweisen der Leistungsfähigkeit des Ingenieur-Holzbauwerks geführt. Kennzeichnend ist das günstige Verhältnis von Materialgewicht zu Tragfähigkeit, rasche und kostengünstige Montage, hohe Feuerwiderstandsfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit, vielfältige Formgebung und die Möglichkeit der Kombination mit anderen Baustoffen.“*

Und in der Tat brachte die Industrialisierung im Vergleich mit dem Zeitraum des Wiederaufbaus eine völlig neue Qualität, sowohl in der auf eine immer rationellere Fertigung ausgerichteten Produktion als auch in der Veränderung der Planung, in welcher der Computer den Rechenschieber und den Zeichentisch verdrängte. Dieser Prozess vollzog sich auch im Handwerk. Obwohl die Zimmereien heute nur durchschnittlich 10 Mitarbeiter haben, können sie mit der heutigen Technik, wie z. B. der CAD-gestützten Planung, einer auf ihre Größe ausgerichteten Maschinenteknik u. dgl., weitaus mehr Arbeiten pro Zeiteinheit durchführen als vor dreißig Jahren.

Im Wettbewerb mit dem Stahl- und Stahlbetonbau haben die Holzbauer bis heute immer wieder ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Auch wenn sie am Anfang oft Tragstrukturen verwendeten, die den spezifischen Eigenschaften des Baustoffs Holz nicht entsprachen.

Deshalb forderten selbst Bauforscher aus dem Stahlbetonbau schon Anfang der 80er Jahre von der Holzbauforschung eine Untersuchung der Möglichkeiten holzgerechter Konstruktions- und Gestaltungsprinzipien: „Während wir bisher beliebige Tragsysteme im Holzbau ausgeführt und viel Energie – auch in der Forschung – dafür aufgewendet haben, die Tragfähigkeit der hierfür erforderlichen Anschlüsse nachzuweisen, wäre es sinnvoll, die Möglichkeiten des holzgerechten Holzbaus zu erforschen und diese mit überzeugenden

*Bauwerken zu dokumentieren.“* [4.13].

Innerhalb von 50 Jahren wagte man sich an immer größere Spannweiten heran, und man kann heute zu Recht feststellen, dass es nicht an ansprechenden Beispielen für einen „holzgerechten“ Holzbau fehlt. Mit Bogen-Tragwerken aus Brettschichtholz können Spannweiten von mehr als einhundert Metern ohne weiteres überbrückt werden. Voraussetzung ist, dass eine entsprechende Pressentechnik für die Herstellung der Bögen vorhanden ist. Räumliche Konstruktionen gestatten trotz großer Spannweiten die Verwendung relativ kleiner Holzquerschnitte. Die bisher eindrucksvollste Leistung, bei der die technologischen, konstruktiven und gestalterischen Möglichkeiten filigraner räumlicher Holzstrukturen architektonisch ausgelotet wurden, ist die Mitte der 70er Jahre als Gitterschale errichtete Multihalle in Mannheim (Bild 4.1). Die Konstruktion besteht aus einem orthogonalen Lattenrost (Querschnitt der Latten 5 cm x 5 cm) mit einer Maschengröße von 0,5 m x 0,5 m und überbrückt bei freier Grundrissentwicklung der Netzkonstruktion Spannweiten bis 60 m. Die Gitterschale ist mehrlagig und besteht aus vier Lagen, die mit Bolzenverbindungen zusammengehalten werden. Über Federscheiben wird eine ständige Vorspannung realisiert, die eine Flächenreibung erzeugen soll. Die Form der Gitterschale folgt der Stützlinie, so dass die ständigen Beanspruchungen nur Druckkräfte im Tragwerk aktivieren. Die Bewegung der Tragwerkskrümmung im Wechsel von konvexen und konkaven Formen ist durch die transparente Dachhaut voll erlebbar. Sie ist gerade wegen ihrer einmaligen Leistung ein Meilenstein in der Holzbauentwicklung und steht deshalb heute zu Recht unter Denkmalschutz.

Anfang der 80er Jahre hatte sich das Gesicht des Holzbaus gewandelt. Der bekannte Massivbrückenbauer Fritz Leonhard charakterisier-

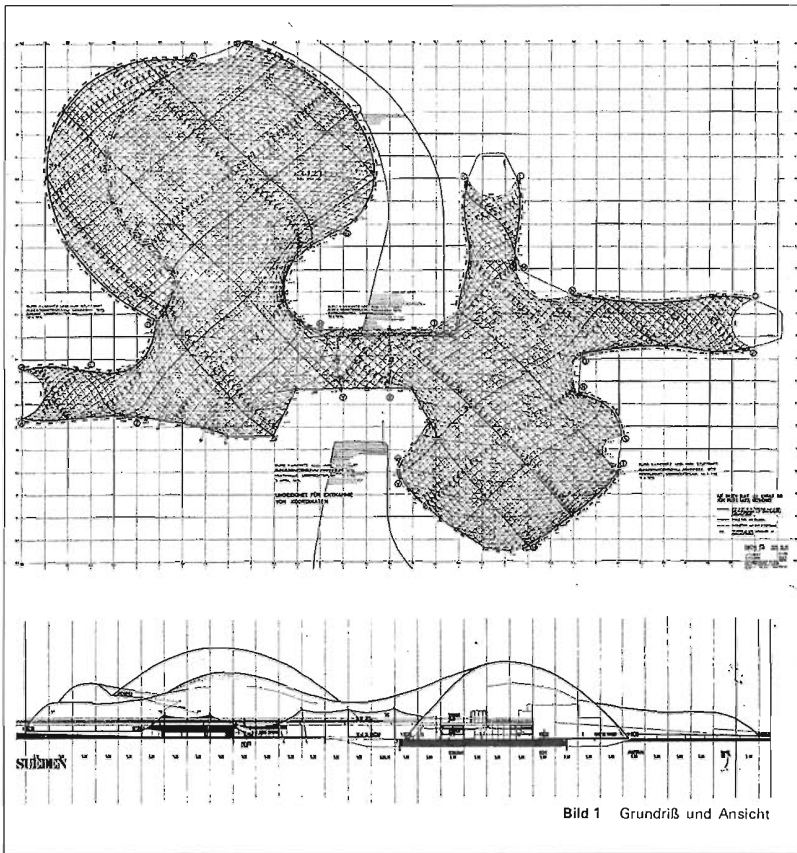
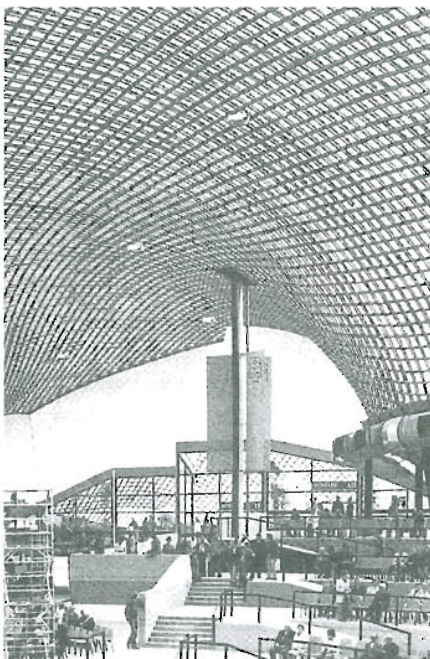


Bild 1 Grundriß und Ansicht

Bild 4.1: Multihalle Mannheim, Ausführung: Fa. Poppensieker, Löhne, 1975  
a) Grundriß und Ansicht (aus [4.30])



b) Innenansicht aus ([4.30])

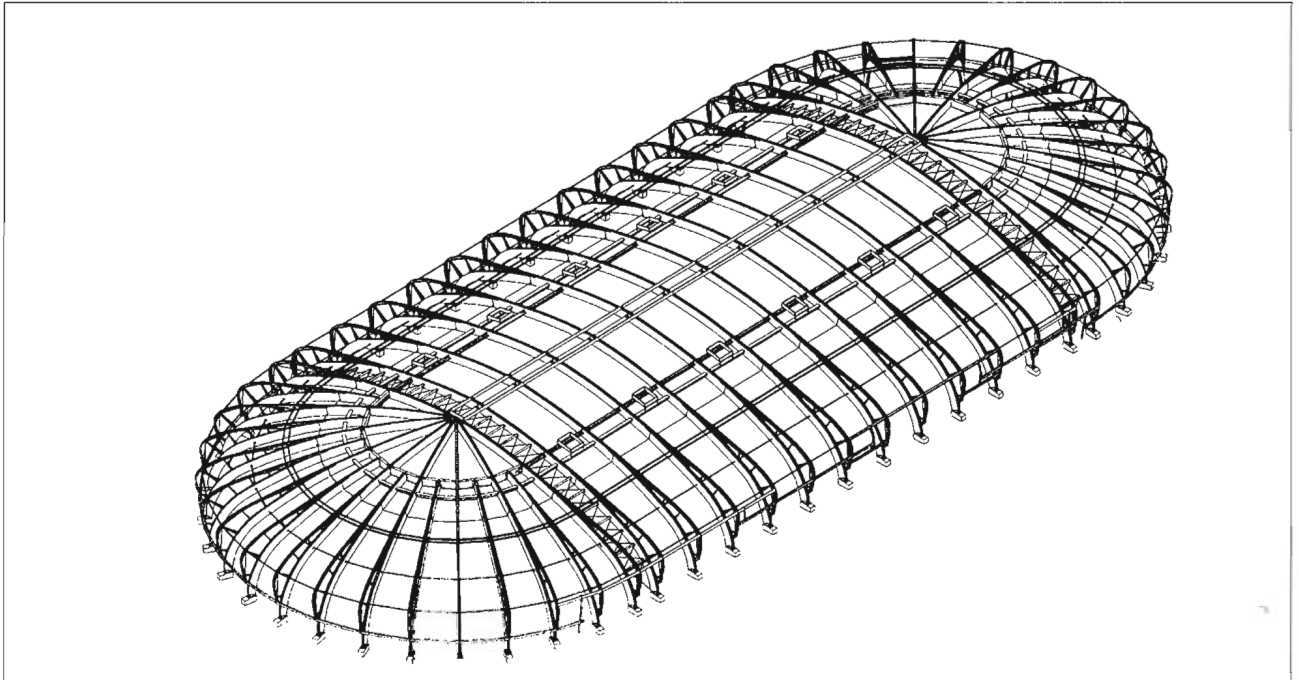
te die Situation im Holzbau wie folgt: „Den Architekten, Ingenieuren und Ausführungsfachleuten, die Holz als Baustoff wählen, stehen heute zudem vielfältige Tragwerkarten zur Wahl, die auch entsprechend mannigfaltige Gestaltungsmöglichkeiten bieten ... Der Entwerfer kann dabei in der Regel freier als etwa bei Stahl und Stahlbeton vorgehen, weil Holz durch seine vergleichsweise leichte Ver- und Bearbeitbarkeit unter den Baustoffen besonders anpassungsfähig ist. Dem Planer stehen, je nach den von Fall zu Fall gegebenen Erfordernissen, erfahrene Ingenieure und Techniker zur Beratung und zur Ausführungs Vorbereitung zur Verfügung; sie haben zahlreiche, auch für den Entwerfer interessante Konstruktionsweisen erarbeitet und praktisch erprobt. Diese Ausreifung der Holzbaupraxis sollten sich auch die am Holzbau Inte-

ressierten zunutze machen“ [4.35]. Seit 1980 hat sich der Holzbau weiterentwickelt. Ingenieurholzkonstruktionen werden heute in fast allen Bereichen des Bauens angewendet. Besonders die Holzklebebauweise hat die Konkurrenzfähigkeit der Holzkonstruktionen gegenüber Konstruktionen aus Stahl und Beton entscheidend verbessert. Dem entwerfenden Ingenieur und Architekten steht für den Entwurf einer Holzkonstruktion eine Vielfalt von möglichen Tragwerken zur Verfügung. Der hohe Stand der Verbindungslösungen, der den modernen Ingenieurholzbau kennzeichnet, gestattet eine fast unübersehbare Mannigfaltigkeit von geometrischen Kombinationen der Tragelemente.

Der gut gestaltete und holzgerecht ausgeführte Entwurf erfordert die konsequente Beachtung der spezifischen Materialeigenschaften und Fertigungsmöglichkeiten. Tragwerke, die für den Massiv- oder Stahlbau sinnvoll sind, sind für den Werkstoff Holz nicht immer zweckmäßig. Neben dem Rund-, Voll- und Brett-schichtholz stehen weitere Holzsortimente zur Verfügung. Im Vollholzbereich sind dies das Konstruktionsvollholz, vorgetrocknetes Holz, das hinsichtlich seiner Güteeigenschaften einer Güteüberwachung unterliegt, Duo- oder Triobalken, die aus zwei oder drei geklebten Hölzern hergestellt werden. Hinzu kommt noch ein breites Spektrum an Holzwerkstoffen.

Bei den Holzwerkstoffen sind es die Spanplatten und das Sperrholz, welche als Plattenmaterial Anwendung finden. Deutschland gehört zu den führenden Ländern in der Produktion von Spanplatten. Hauptabnehmer ist neben der Möbelindustrie das Bauwesen. Zunehmend Anwendung findet, auch wegen ihrer dekorativen Wirkung, die OSB-Platte – eine preiswerte Spanplatte mit größeren Spänen (s. auch Abschnitt 7). Sperrholz wird im Holzbau eher selten eingesetzt, und wenn, dann kommen ausschließlich importierte





**Bild 4.2: Eischnelllaufhalle Erfurt,**  
 Spannweite: 80 m,  
 Binderabstand: 8,7 m,  
 Ausführung: Fa. WIEHAG GmbH,  
 Altheim (A), 2001, (aus [4.29])  
 a) Tragstruktur

Sperrholzplatten zur Anwendung. Brettsperrholz ist ein neuer Werkstoff, der nach dem Prinzip des Sperrholzes aus Brettlagen besteht. Damit entstehen großformatige und relativ dicke Massivholzplatten für Decken-, Wand- und Dachelemente.

Furnierschichtholz, Furnierspanholz und Furnierstreifenholz können sowohl als stabförmige Elemente (z.B. als Träger) als auch als Plattenmaterial Anwendung finden. Bei diesen Produkten handelt es sich um hoch veredelte Holzwerkstoffe mit wesentlich höheren Festigkeiten als normales Vollholz, weshalb es auch als Verstärkungsmaterial bei Tragwerken oder selbst als Tragkonstruktion sehr wirtschaftlich ist.

Weit gespannte Hallen- und Brückentragwerke aus Holz sind am Beginn des 21. Jahrhunderts keine Seltenheit mehr. Mit Bogen-, Kuppel-



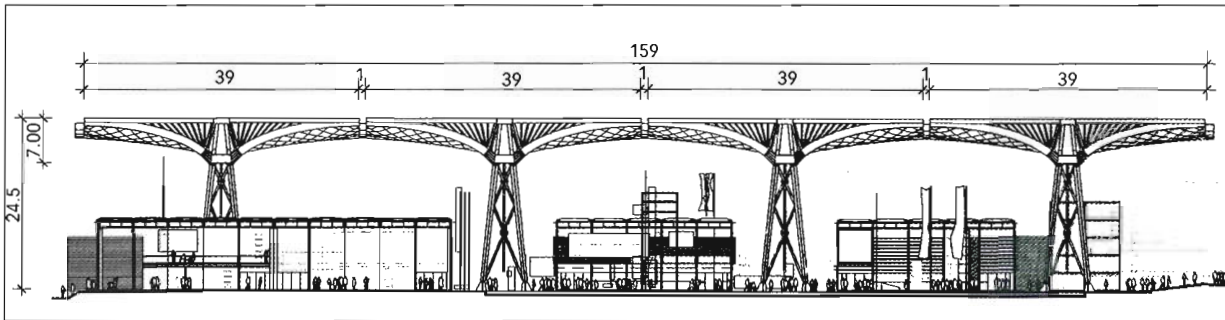
b) Innenaufnahme

oder Rippen- bzw. Netzwerkstrukturen lassen sich heute im Hallenbau Spannweiten bis 160 m realisieren. Projektstudien zeigen, dass bei Verwendung von Netzwerkkuppeln Spannweiten bis 250 m möglich sind.

Seitdem in Europa im Jahre 1963 bei Bogenkonstruktionen in Brettchichtholz die 100 m Marke in der erreichbaren Spannweite überschritten wurde, sind weit gespannte

Bogenkonstruktionen die bevorzugte Tragwerksart. Bild 4.2 zeigt die 80 m weit spannde Tragkonstruktion einer Eischnelllaufhalle. Zweigelenkbögen überspannen im Abstand von 8,7 m die Halle. An den Enden hat die Halle jeweils eine Apsis.

Die Verarbeitung des Holzes zu räumlichen Tragstrukturen bietet immer wieder reizvolle technische Lösungen. Das beweisen eine Reihe von Bauwerken der letzten Jahr-



**Bild 4.3:** Expo-Dach Hannover, zehn quadratische Schirme in Holz-Rippen-Bauweise überdecken 16 000 Quadratmeter (Seitenlänge eines Schirmes 39 m; Höhe der Stützen 26 m), Ausführung: Merk Holzbau, Aichach, und andere Firmen 2000 (s. [4.25])  
a) Längsschnitt durch das Dach



b) Montage eines Schalenelementes



c) Gesamtansicht

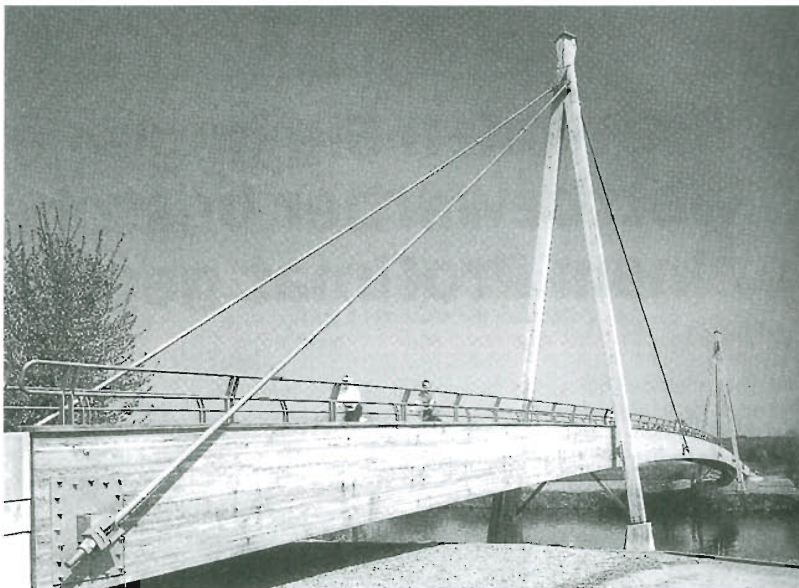
zehnten „In den letzten etwa zehn Jahren wurde mit den Holzrippenschalen als Brettstapelkonstruktion eine neue Bauweise im Ingenieurholzbau entwickelt, die durch ihre Leichtigkeit und die vielseitige Formgebung spektakuläre Hallen- und Dachtragwerke ermöglicht. ... Die Holzrippendächer überzeugen einerseits durch ihre Formenvielfalt, andererseits durch das einfache Ausführungsprinzip. Auch kleinere Betriebe

und mittelständische Unternehmen können die Konstruktion ohne große Investitionen ausführen.“ [4.18].

Zu den eindrucksvollsten Leistungen zählt ohne Zweifel das EXPO-Dach in Hannover (Bild 4.3), zeigt es doch, welche konstruktiven und architektonischen Möglichkeiten mit Rippen-Schalen realisiert werden können [Natterer u.a. in 4.18 und 4.19 bzw. Herzog in 4.20]. Ohne die enge Zusammenarbeit aller Beteilig-

ter wäre diese in ihrer Architektur und Form einmalige Leistung nicht möglich gewesen, denn mit dem üblichen Stand der Technik war die Aufgabe nicht zu lösen.

In den USA bestehen ca. 6,5 Prozent aller Straßenbrücken und 45 Prozent aller Wegebrücken im Forst aus Holz. Seit Beginn der 90er Jahre gibt es ein Initiativprogramm des amerikanischen Kongresses zur verstärkten Anwendung von Holzbrück-



**Bild 4.4:** Fußgängerbrücke über die Lahn bei Limburg, Ausführung: Fa. Hess, Miltenberg, mit Fa. Fürst, Hüfingen, 1989 (aus: bauen mit Holz (1990) 5, S. 338)

en im Verkehrswesen durch staatlich geförderte Forschung und Entwicklung.

Bei einem derart fortgeschrittenen Stand ist es daher nicht verwunderlich, wenn aus Nordamerika wichtige Impulse für den europäischen Brückenbau ausgingen, wie zum Beispiel die Brettstapelbauweise, die Herstellung von Brückenfahrbahnplatten aus quer vorgespannten, senkrecht stehenden Brettlagen oder die Herstellung eines Verbundes zwischen Holztragwerk und Brückenfahrbahnplatten aus Beton.

Auch im europäischen Brückenbau wird seit Beginn der 70er Jahre selbst bei Schwerlastverkehr wieder Holz eingesetzt. So gehört die an der ETH Zürich entwickelte quer vorgespannte Fahrbahnplatte heute zum Standard im europäischen Holzbrückenbau. Auch sie hat sich bei verschiedenen Schwerlastbrücken seit ihrem ersten Einsatz bei der Brücke in Eggwil/Schweiz immer wieder bewährt. Seit Mitte der 90er Jahre nutzt man auch die mittragende Wirkung von Betonplatten auf Holzträgern im Brückenbau (so. z. B. nach [4.21] bei der Brücke in Punt la Regia/Schweiz), eine Entwicklung,

die inzwischen auch bei der Errichtung von Gebäuden oder der Verstärkung von Holzbalkendecken im Altbau Bedeutung erlangt hat. Bild 4.4 zeigt eine Schrägseilbrücke mit einer Spannweite von 71,5 m und einer Gesamtlänge von 145 m.

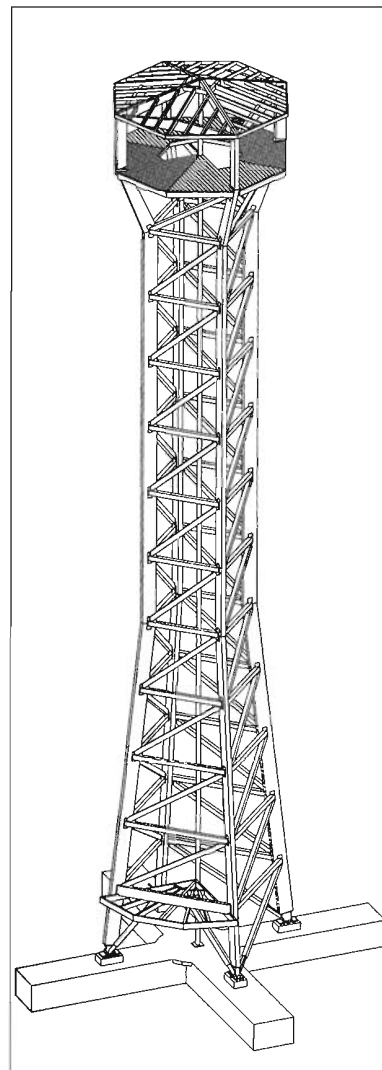


**Bild 4.5:** Aussichtsturm, Höhe 39,5 m, Ausführung: Fa. Paul Stephan, Gaildorf, 2001 (aus [4.36])

a) CAD-Zeichnung  
b) Aufsetzen der Kuppel

Aussichtstürme in Holz lassen sich in das natürliche Umfeld gut integrieren. Immer häufiger erkennen dabei waldbesitzende Gemeinden, dass sie ja über den Baustoff dazu selbst verfügen. Im Bild 4.5 hat der Turm eine Höhe von 39,50 m. Hergestellt ist er aus Lärchen-Brettschichtholz. Er ermöglicht an seinem Standort nordöstlich von Heidelberg einen weiten Ausblick in die Landschaft des Rhein-Neckartales.

An Kühnheit mangelt es den Holzbauern nicht. Im Jahre 2001 wurde die größte Achterbahn der Welt im Heidepark in Soltau ihrer Bestimmung übergeben (Bild 4.6 und 4.23)].



In Paris plant man die Errichtung eines 200 m hohen Turmes aus Holz, bestehend aus acht hölzernen Säulen, ausgesteift mit Stahlstäben. Bemerkenswert sind auch das Projekt eines 25-geschossigen Gebäudes im Zentrum von Brüssel, oder die soeben auf der Baumesse in Basel vorgestellte Studie für ein 40-geschossiges Hochhaus mit einer Tragkonstruktion aus Brettschichtholz [4.24].

Der uralte Baustoff Holz hat es immer noch in sich, und trotz aller Fortschritte in Forschung und Entwicklung, insbesondere auf dem Gebiet der Veredelung des Materials und der Verbindungstechniken, ist sein Leistungspotential bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Die weltweiten Forschungsbemühungen zur immer höheren Veredelung werden hier noch manche Innovation hervorbringen.

#### 4.2 Die Wiederentdeckung und Weiterentwicklung historischer Bauweisen

Alte Ideen wieder aufzugreifen und auf der Grundlage neuer technischer Möglichkeiten weiterzuentwickeln, kann befruchtend auf die technische Entwicklung wirken.

Ein markantes Beispiel ist hier das Zollbau-Lamellen-Dach. In Westdeutschland wurde es im Jahr 1947 bei der Halle Münsterland mit einer Spannweite von 36,36 m angewendet (s. Bild 2.53). Das Dach musste allerdings 1981 auf Grund zu starker Durchsenkungen völlig erneuert werden [4.1]. Man hatte zu dieser Zeit noch nicht erkannt, dass die von Zollinger verwendete Bolzenverbindung für die gewählte Geometrie des Daches zu biegeweich war. 1957 und 1967 überdachte man zwei Kirchen in Köln und Leverkusen nach diesem Konstruktionsprinzip [2.57]. Weitere Beispiele bis 1980, wie Dachkonstruktionen für ein Wohnhaus in Frankfurt/Main [4.15], für die Umnutzung eines

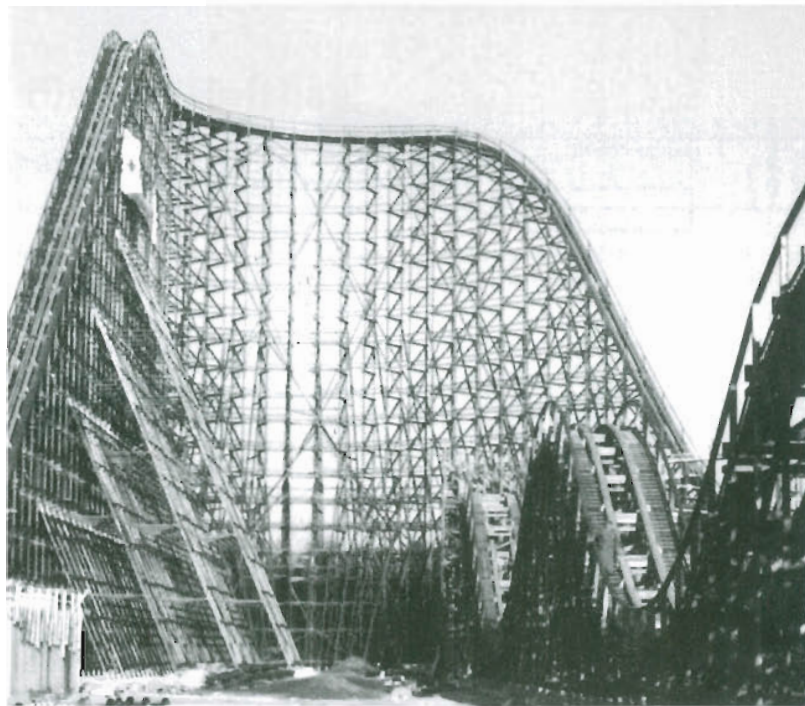


Bild 4.6: Achterbahn, Soltau, Ausführung: Fa. Ingenieurholzbau Cordes GmbH, Rotenburg/Wümme (aus [4.23])

alten Straßenbahndepots sowie für eine Turnhalle in Berlin-Charlottenburg [4.15] beweisen, dass diese Bauweise auch heute noch für manche Bauaufgabe eine durchaus interessante Lösung ist. Und sie stellen auch immer wieder einen Bezug zur Geschichte des Holzbaus her.

Auf der Suche nach optimalen, die spezifischen Eigenschaften des Holzes nutzenden Konstruktionsprinzipien, erinnerte man sich in Deutschland zu Beginn der 80er Jahre wieder an die innovativen Überlegungen von Zollinger. Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Tragverhalten [4.6] und Bemühungen zur Anwendung derartiger Konstruktionen [4.2], [4.5], [4.7], [4.4] führten zu Vorschlägen für die Berechnung und Konstruktion von Rauten-Lamellen-Konstruktionen sowie zur Verbesserung der Steifigkeit der Knotenpunkte [4.3]. Bezogen auf die zu verbessernde Biegesteifigkeit der Knotenpunkte wird festgestellt, dass

ohne biegesteifen Stoß die Lamellen-Konstruktion nur bedingt stand-sicher ist. Erst durch diese Forschungsarbeiten war eine konsequente Weiterentwicklung der historischen Bauweise möglich. In Auswertung dieser Entwicklung sind seit 1998 eine Reihe weit gespannter Hallen entstanden. Die optisch immer noch sehr ansprechende Struktur des von Zollinger ausgedachten Flächentragwerkes hat Architekten dazu angeregt, sie bei verschiedenen Ausstellungs- und Messebauten zu verwenden. Die ursprünglich aus Brettern bestehenden Zollingerrauten bestehen jetzt aus Brettschichtholz, und der Knoten wird als biegesteifer Stahlknoten mit Stabdübeln hergestellt.

Dass bei einem internationalen Wettbewerb für den Neubau des Messegeländes von Rimini der Entwurf eines deutschen Architekten den Zuschlag bekommen hat, ist letztendlich begründet in der architektonischen Wirkung dieser Konstruktion. Das in Bild 4.7 dargestell-

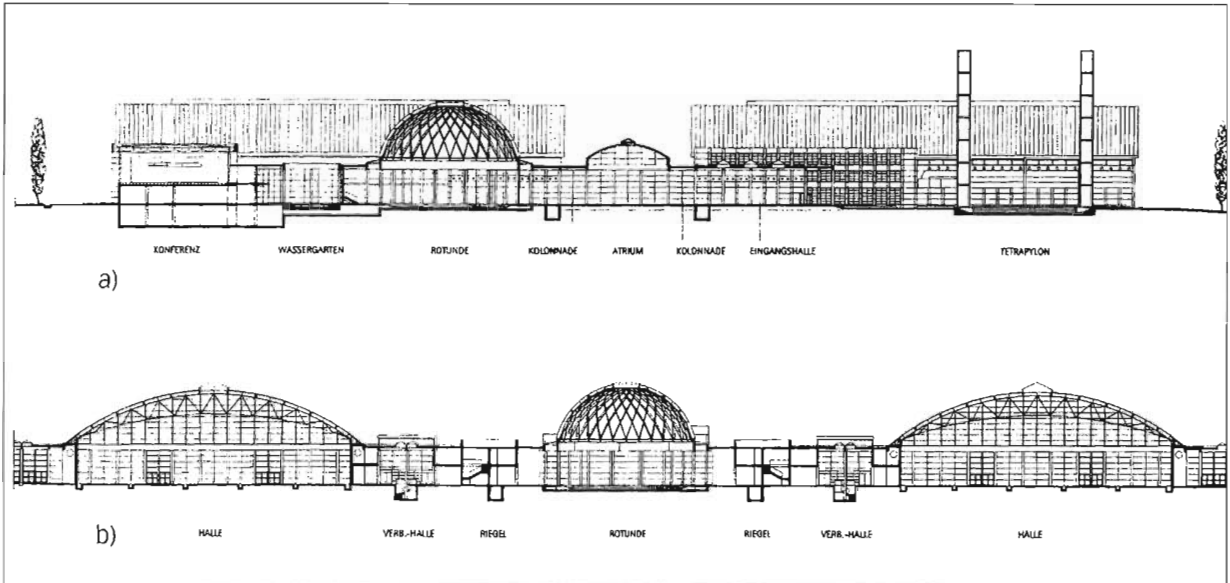


Bild 4.7: Neue Messe Rimini (aus [4.28]) a) Längs- und Querschnitt der Messe

te Bauwerk ist das zurzeit größte und vielleicht auch vollendetste Bauvorhaben. Zwölf Ausstellungshallen ergeben zusammen 80 000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche. Auch ein Kuppelbau wurde realisiert. Die Spannweite der bogenförmigen Zollingerstruktur beträgt 60 m. Die den zen-

tralen Platz der Messe überspannende Kuppel hat eine Spannweite von 30 m bei einer Höhe von 22 m.

In Anlehnung an Zollinger wurden noch weitere Messehallen gebaut, so u. a. die Messehalle in Straubing [4.27], die große Halle für die Messe in Friedrichshafen [4.31] und

die Messehalle für die Hanse-Messe in Rostock. Die Holz-Rippenschale für die Dachkonstruktion der Toscana-Therme in Bad Sulza wurde, obwohl in der Form ein umgedrehtes Netzwerk, ebenfalls nach Zollingers Prinzip der Stabanordnung konzipiert [4.33].



b) Messehalle



c) Kuppel

## Teil 2

# 100 Jahre Forschung für den Holzbau

### 5. Einleitung

„Das Holz ist einer der ältesten Baustoffe, in seinen wichtigsten Eigenschaften aber den meisten Bauleuten noch nicht bekannt“. Gustav Lang (1850–1915), der dies noch 1915 im Vorwort zu seinem Buch „Das Holz als Baustoff“ sagte, kannte sich aus mit dem Baustoff Holz [5.11]. Auch war es nicht verwunderlich, denn die letzten fünfzig Jahre des 19. Jahrhunderts standen im Zeichen des Eisens als moderner

Baustoff für die Entwicklung des Eisenbahn-Brücken- und Industriebaus (Bild 5.1).

Die noch junge Wissenschaft der Materialprüfung hatte sich mit dem bautechnischen Einsatz des Stahles entwickelt. Erst ab 1870 weckte der uralte Baustoff Holz das Interesse der Materialforschung und -prüfung. Daran beteiligt waren bis 1900 die Technische Versuchsanstalt Berlin, das Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde, das Mechanisch-Technische Labor der TH München, das

Bauingenieurlaboratorium der TH Hannover und die Materialprüfungsanstalt der TH Stuttgart. Etwa 20 Jahre später waren erste Fortschritte erkennbar. „Die junge Wissenschaft der Materialprüfung hat in den letzten Jahrzehnten die Kenntnis von den Eigenschaften der Baustoffe zum Nutzen ihrer Verwendung in ungeahnter Weise gefördert. Weniger als bei den anderen Baustoffen hat dabei die Prüfung des Holzes zu klaren Ergebnissen geführt und die ermittelten Festigkeitswerte haben kaum Beachtung der Holzverarbeitenden Kreise gefunden. Der Grund hierfür liegt darin, daß das Holz der Feststellung seiner Eigenschaften besondere Schwierigkeiten entgegenstellt.“ (Dörr in [5.1]).

Doch die Materialforschung konnte in den ersten 25 Jahren des 20. Jahrhunderts der rasanten Entwicklung des Ingenieurholzbaus nicht folgen. Um so mehr bewundern muss man die Leistungen der Holzbauer in dieser Zeit, fehlte es doch an den ingenieurmäßigen Grundlagen. Und die Pioniere des Holzbaus in dieser Zeit mussten in eigener Initiative dazu beitragen. Dr.-Ing. A. Jackson, Oberingenieur der Firma Kübler AG schrieb dazu 1921 in [2. 41]: „Hinsichtlich der Spannweite und Belastungen werden an den Ingenieur-Holzbau große Anforderungen gestellt, die nur durch Anpassung der Konstruktionsglieder an den Zellaufbau des Holzes und die damit festgelegten Beanspruchungen überwunden werden können. Um Unfälle zu vermeiden, muß deshalb bei Wahl der Verbindungsglieder auf die Eigenschaft des Holzes Rücksicht genommen werden, wobei es vor allem notwendig ist, sich mit dem anatomischen Aufbau des Holzes vertraut zu



**Gustav Lang**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 11.01.1850  
in Reutlingen

Gestorben am 09.06.1915  
in Hannover

#### Lehre / Studium

1855–1864  
Besuch des Lyzeums in Reutlingen  
Kriegsfreiwilliger im Krieg 1870/71

#### Berufliche Laufbahn

1871  
Ablegung der 1. Staatsprüfung  
und Königlicher Bauführer bei der

Württembergischen Eisenbahn-  
verwaltung

1876  
Baumeisterprüfung

1876  
Assistent am Stuttgarter Technikum

1877  
Habilitation über Erdtransport-  
kosten

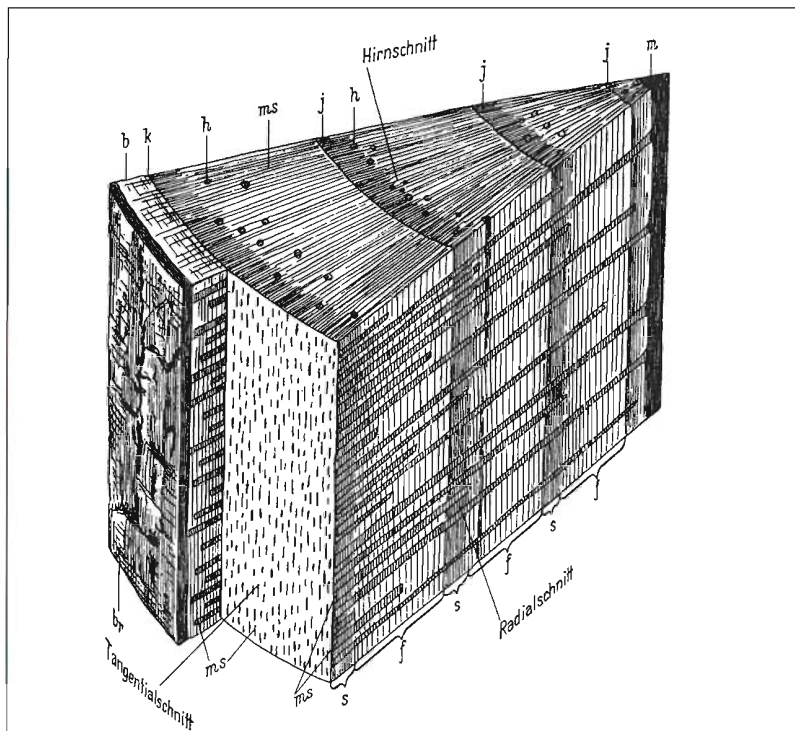
1882  
ordentlicher Professor für Brücken-  
bau, Eisenbahnbau, Strassenbau  
am Baltischen Technikum Riga

1890  
Übersiedlung nach Hannover und  
Übernahme des Lehrstuhls für  
Bauverband und Baustoffe

1905  
Gründung eines Bauingenieur-  
laboratoriums

1912  
Beginn umfangreicher Untersuch-  
ungen an Hölzern

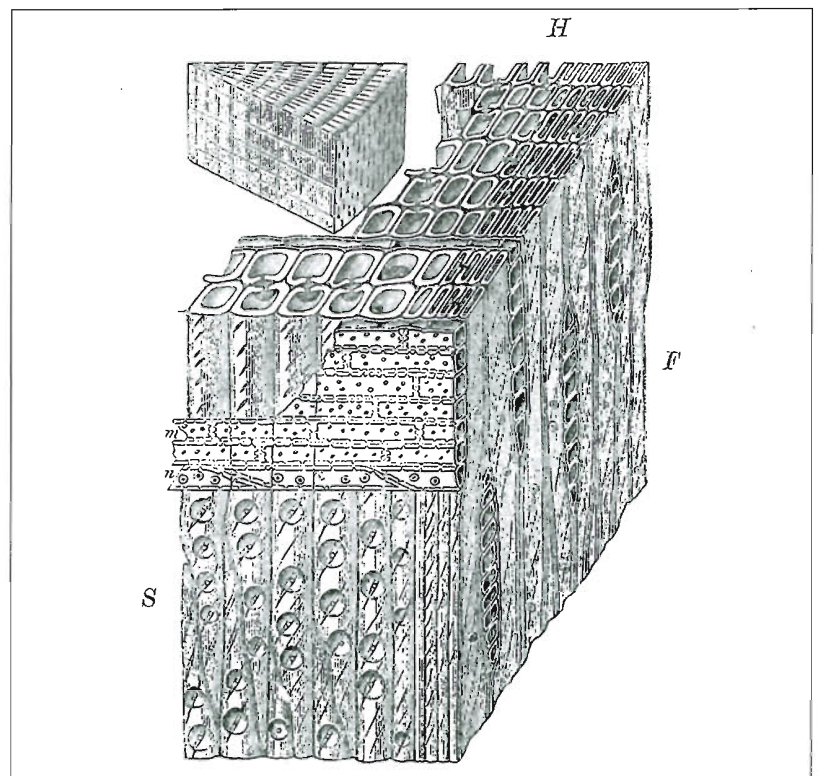
1915  
erscheint sein vielbeachtetes Werk  
„Das Holz als Baustoff“, später  
fortgeführt von Otto Graf



**Bild 5.1: Die Materialstruktur des Holzes – der Stoff aller Holzbauräume**  
a) Keilstück aus dem bekannten Buch von Franz Kollmann, Fichte (aus [5.17])

machen, um alsdann die erworbenen Erkenntnisse für Konstruktionen zu übernehmen. All die Unfälle, die wir bis heute im Ingenieur-Holzbau zu verzeichnen haben, rühren vielfach von der Unkenntnis des Zellenaufbaues des Materials und der damit zusammenhängenden Festigkeitseigenschaften her“.

Ab 1925 bemühten sich namhafte Wissenschaftler um eine intensivere Erforschung des Holzes. Nun wurden auch die Verbindungstechniken einbezogen und es begannen Prüfungen an ganzen Bauteilen. Maßgeblichen Anteil an dieser Entwicklung hatte Otto Graf (1881–1956) von der TH Stuttgart, der sich schon um die Erforschung des Stahlbetons verdient gemacht hatte und der bis 1945 zahlreiche Beiträge zum Materialverhalten, besonders aber auch zur Einführung einer Gütesortierung für Bauholz und zur Erhöhung der zulässigen Spannungen, zum Knickverhalten von ein- und mehrteiligen Stäben und zum Tragverhalten von Dübelverbindungen



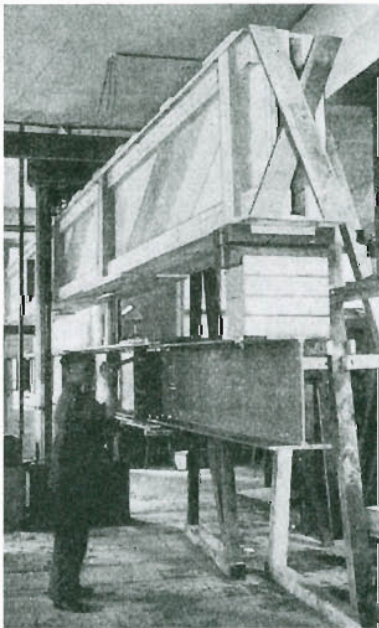
b) Zellstruktur aus dem bekannten Buch von C. Kersten, Fichte (aus [2.12])

bzw. gedübelter Balken publizierte. Ergänzt wurden diese Forschungen durch seinen Mitarbeiter Karl Egner (1906–1987), der wesentlich zur Weiterentwicklung der geklebten Bauweisen und der Klebtechnik beigetragen hat.

An der TH Karlsruhe wurde im Jahre 1921 auf Initiative von Ernst Gaber die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine gegründet. Es ist der Weitsicht von Prof. Gaber zu verdanken, dass die Einrichtung von Anfang an auf die Prüfung ganzer Bauteile ausgelegt wurde (Bild 5.2). Die späteren Direktoren Otto Steinhardt, Karl Möhler und Jürgen Ehlbeck führten diese Arbeit erfolgreich fort und machten die Versuchsanstalt zu einer international angesehenen Institution. Mit der Berufung von Karl Möhler (1912–1993) im Jahre 1958 auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Ingenieurholzbau an der Universität Karlsruhe erweiterten sich die Möglichkeiten durch Bildung einer eigenständigen Abteilung Ingenieurholz-

bau innerhalb der Versuchsanstalt. „Die Versuchsanstalt hatte in den 30er Jahren durch die Arbeiten von Gaber über die Holznagelbauweise und seit etwa 1950 durch zahlreiche Forschungsarbeiten über das Trag- und Verformungsverhalten von Holzkonstruktionen hervorragenden Anteil an der Weiterentwicklung des Ingenieurholzbaus und der einschlägigen Berechnungsvorschriften.“ [5.3].

1925 charakterisiert Schächterle die Situation des Ingenieurholzbaus nach Fertigstellung der „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke der Deutschen Reichsbahngesellschaft“ mit den folgenden Worten: „Zu den über Jahrhunderte alten auf Erfahrung und handwerklicher Überlieferung fußenden Zimmermannsbauten sind in jüngster Zeit die Ingenieurholzkonstruktionen hinzugekommen. Nach einem etwas wilden Sichvordringen in den Kriegs- und Nachkriegsjahren vollzieht sich heute die Entwicklung in ruhigeren Bahnen. Die Einführungsschwierigkeiten und Kinderkrankheiten dürfen als überwunden angesehen werden. In der wissenschaftlichen Erforschung der Bau-



**Bild 5.2:** Untersuchungen von Gaber an verbretterten Trägern mit 10 m Spannweite (aus [5.20])



**Otto Graf**  
**Prof. Dr.-Ing. E.h.**

**Geboren am 15.04.1881**  
in Vordersteinwald bei Schömberg,  
Gemeinde Loßburg, Lkr. Freuden-  
stadt

**Gestorben am 29.04.1956**  
in Stuttgart

**Lehre/Studium**

**bis Herbst 1896**  
Realschule Stuttgart  
(Mittlere Reife)

**1897–1899**  
Mechanikerlehrling bei der Firma  
C. Terrot, Stuttgart-Bad Cannstatt

**1899–1900, 1902–1903**  
Maschinenbauschule Stuttgart

**Berufliche Laufbahn**

**1900–1901**  
Maschinentechner in der  
Maschinenfabrik Augsburg-  
Nürnberg, Werk Nürnberg

**1903**  
Eintritt als Ingenieur in die Mate-  
rialprüfungsanstalt an der König-  
lichen TH Stuttgart als Mitarbeiter  
von Carl von Bach

**1914–1918**  
Unteroffizier im Ersten Weltkrieg

**1919**  
Rückkehr in die Materialprüfungs-  
anstalt (MPA) Stuttgart

**1922**

Lehrauftrag für Baustoffkunde  
und Baustoffprüfung an der  
TH Stuttgart

**1927**

Ernennung zum Privatdozenten;  
Leiter der Abteilung Bauwesen  
der MPA Stuttgart

Zusammen mit Prof. Bach und  
Prof. Mörsch entwickelt er die  
wissenschaftlichen Grundlagen  
des Stahlbetons

**1928**

außerordentlicher Professor

**1936**

ordentlicher Professor für Bau-  
stoffkunde und Materialprüfung  
des Bauwesens (neu geschaffene  
Professur); Umbenennung der  
Abteilung Bauwesen der MPA in  
Institut für Bauforschung und  
Materialprüfung des Bauwesens,  
dessen Direktor Otto Graf wird.

Seine Arbeiten auf dem Gebiet  
des Holzbaus trugen wesentlich  
zum Verständnis des Tragverhal-  
tens von Bauteilen und Verbindun-  
gen, zur Festlegung der zulässigen  
Festigkeitswerte, zur Gütesortie-  
rung und zur Einführung Holz spa-  
render Bauweisen bei

**1936–1937**

Studienreisen in die USA,  
nach Belgien und England

**1941**

Gründung der Bautechnischen  
Auskunftsstelle (heute: Informa-  
tionszentrum Raum und Bau) auf  
Graf's Initiative

**1942**

Gründung der Deutschen Ge-  
sellschaft für Holzforschung

**1950**

Dr.-Ing. E.h., TH Karlsruhe;  
Emeritierung

**1950**

Dr.-Ing. E.h. TH München  
80 Dissertationen angeregt und  
betreut  
650 Veröffentlichungen



*hölzer und der Verbindungen sind wertvolle Ergebnisse erzielt worden. Aber nicht alle Errungenschaften der letzten Jahre können als Fortschritt gewertet werden. Noch ist es nicht gelungen, den Holzbau auf in jeder Hinsicht einwandfreie wissenschaftliche Grundlage zu stellen und den Grad technischer Vollkommenheit und Zuverlässigkeit zu erreichen, der den Eisenbau vor allen anderen Bauweisen auszeichnet“ [2.34]. Unter Wilhelm Stoy (1887–1958) entwickelten sich ab 1928 zunächst die Staatsbauschule Holzminden und später auch die TH Braunschweig zu Zentren der Erforschung der Nagelbauweise.*

Gemeinsam mit Felix Fonrobert baute Stoy in Holzminden ein Ingenieurlaboratorium auf und erarbeitete dort grundlegende Erkenntnisse für die Anwendung von Nägeln als tragendem Verbindungsmittel im Holzbau. Die erste Fassung der DIN 1052 übernahm seine Ergebnisse und regelte die Nagelverbindung für die Holzbaupraxis. Seine 1933 erschienene Schrift „Holznagelbau“ wurde in fünf Sprachen übersetzt (Bild 5.3). 1954 erhielt er für seine Verdienste zur Entwicklung des Holznagelbaus die Ehrendoktorwürde der TH Hannover und die amerikanische Gesellschaft für Holzforschung (Wisconsin/USA) ernannte ihn zu ihrem Mitglied.

1929 veranstaltete der Verein der Ingenieure zusammen mit dem Deutschen Forstverein eine gemeinsame Tagung in Königsberg. Im Ergebnis dieser Tagung wurde eine Fachstelle für die Bearbeitung von Holzfragen beim Verein Deutscher Ingenieure gegründet, der sich den anstehenden technischen Fragen der zunehmenden Holzverwendung annehmen sollte. Die Vielzahl der daraufhin an die Fachstelle gerichteten Fragen führte dann zur Gründung des Fachausschusses für Holzfragen beim Verein Deutscher Ingenieure und beim Deutschen Forstverein. Der Fachausschuss erhielt die Aufgabe, alle mit der technischen Verwendung von Holz zusammenhängenden Fragen zu lösen und dazu die



**Karl Möhler**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h.

Geboren am 05.06.1912  
in Karlsruhe

Gestorben am 05.08.1993

#### Lehre/Studium

1934–1938  
Studium des Bauingenieurwesens an der damaligen TH Fridericiana Karlsruhe

#### Berufliche Laufbahn

1938  
Assistent an der TH Karlsruhe, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine unter Prof. Gaber

1942  
Dissertation „Tragkraft und Querkraft von ein- und mehrteiligen Holzdruckstäben nach Versuch und Rechnung“

ab 1942  
Beförderung zum Oberingenieur, Betriebsleiter an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

1945–1948  
selbstständiger beratender Ingenieur

1956  
Habilitationsschrift „Über das Tragverhalten von Biegeträgern und Druckstäben mit zusammengesetzten Querschnitten und nachgiebigen Verbindungsmitteln“

1958

Ernennung zum außerordentlichen Professor des an der TH Karlsruhe neu gegründeten Lehrstuhls für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen und zum stellvertretenden Direktor der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

1964

Ernennung zum Ordinarius

1969

Ernennung zum Direktor der Versuchsanstalt in kollegialer Leitung mit Professor Otto Steinhardt

42 Jahre bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1980 an der Universität Karlsruhe tätig, Förderung des Ansehens der Universität Karlsruhe in Fragen der Holzbau-forschung zu einer in aller Welt hochgeschätzten Einrichtung

Federführung bei der 1969 erschienenen DIN 1052

maßgebliche Beteiligung an der DIN 1052, Ausgabe 1988

Mitarbeit in der Arbeitsgruppe W18 – Timber Structures – des CIB und anderen internationalen Gremien

#### Ehrungen

1972  
Hermann-Eckhardt-Medaille des Bundes Deutscher Zimmermeister

1978  
DIN-Ehrennadel des Deutschen Instituts für Normung

1980  
Verleihung des akademischen Grades und der Würde eines Dr.-Ing. Ehren halber durch die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Stiftung der Karl-Möhler-Medaille für hervorragende Verdienste im Holzbau durch den Bund Deutscher Zimmermeister, erstmalig 1990 verliehen an Prof. Dr. J. Natterer S.F.D.T. Lausanne

zersplitterte Holzforschung zusammenzuführen. Es wurde eine Lehrschau über die vielseitige Verwendung des Holzes bearbeitet, die in vielen deutschen Städten gezeigt wurde, meist im Zusammenhang mit Tagungen des Fachausschusses. Als weitere Aufgabe übertrug der Deutsche Normenausschuss dem Fachausschuss die Bearbeitung von Normen. Damit war eine wichtige Stelle für die Forschungsorganisation und den Praxistransfer geschaffen. Diese Rolle hat der Fachausschuss bis 1942 in hervorragender Weise geleistet und in seinen Mitteilungen und Forschungsberichten dokumentiert (Bild 5.4).

Neben der Holzbauforschung etablierte sich in dieser Zeit außerdem die mechanisch-technologische Holzforschung, welche die naturwis-

senschaftlichen Grundlagen vom Aufbau des auch in vielen anderen Bereichen zunehmend genutzten Werkstoff Holz und seiner chemischen und physikalischen Grundlagen betrieb. „Holzforschung im eigentlichen Sinn wurde erst 1932 in Darmstadt durch Mörath und in München durch Trendelenburg begonnen. Einen besonderen Fortschritt brachte die Schaffung des Preußischen Holzforschungsinstituts in Eberswalde 1934 durch Kollmann, das 1944 zur Reichsanstalt für Holzforschung erhoben wurde.“ [1.3].

Beim Aufbau der mechanisch-technologischen Forschung hat sich Franz Kollmann (1906–1987) besondere Verdienste erworben.

Er wurde 1934 an das Preußische Holzforschungsinstitut nach Eberswalde berufen und mit der

Leitung der neu geschaffenen Mechanisch-Technologischen Abteilung betraut, die er danach zu einer der modernsten Holzforschungs- und Versuchsanstalt ausbaute. „Die Ära Kollmann ist in hohem Maße gekennzeichnet durch einen bis dahin in der Holzforschung nicht üblichen Grad der Anwendung der Mathematik sowie der Gesetze der elementaren Physik und Chemie bei der Erforschung stofflich-struktureller Eigenschaften sowie physikalischer und mechanisch-technischer/technologischer Verhaltensweisen des Holzes... Aus der Fülle der bedeutenden Forschungsleistungen seien hier aufgeführt die grundlegenden Untersuchungen zur Verformung, Elastizität und dynamischen Festigkeit von Holz und Holzwerkstoffen im Hinblick auf den Einsatz im Flugzeugbau und die

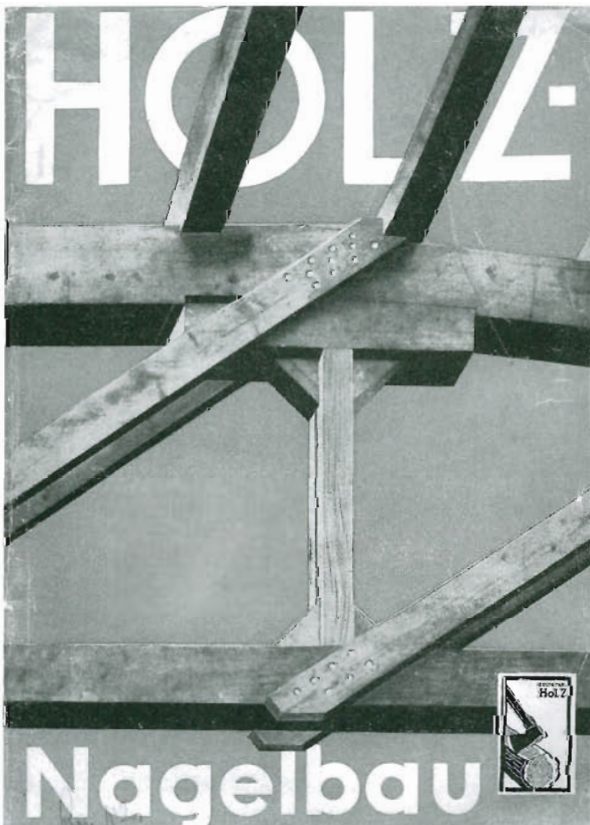


Bild 5.3: Titelbild des Heft 6 der Schriftenreihe der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz e. V., 5. Auflage, 1943 erschienen Erkenntnisse von Stoy und Fonrobert zum Holznagelbau (aus [5.21])

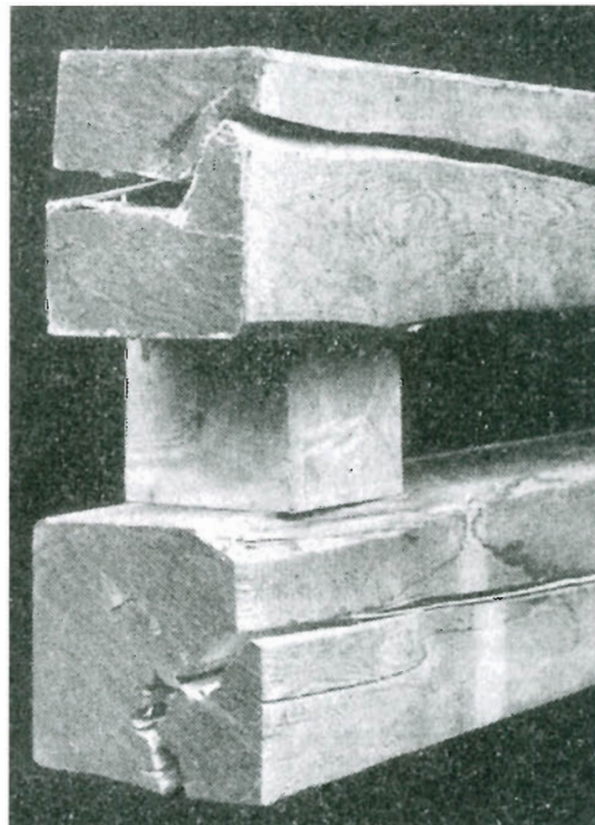


Bild 5.4: Veröffentlichung von Otto Graf im Heft 26 der Mitteilungen des FA für Holzfragen: zu Untersuchungen zur Festigkeit von Vollholzbalken mit starken Schwindrissen, Versagen der gezeigten Balken durch Schubbruch (aus [5.22])

*Forschungsarbeiten über den Holz-Temperatur-Komplex sowie über die energetisch-technische Basis der künstlichen Holz Trocknung. Darüber hinaus sind von besonderer Bedeutung die Arbeiten zur Anwendung der Röntgendiagnostik für die Ergründung des Feinbaues von Holz, die wesentlich zur physikalischen Fundierung der Mikrostruktur dieses Materials beigetragen haben.“ [5.6].*

Trotz aller Erfolge konnte die Holzforschung nicht mit den Forschungen zu den Eigenschaften und Verwertungsmöglichkeiten anderer Materialien mithalten. „Wenn man heute hört, dass es bei der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft Institute gibt, die Kohle, Eisen, Zement, Glas, Faserstoffe, Teer, Harze, Oele usw. wissenschaftlich untersuchen, so hält man das für selbstverständlich

*aber man wundert sich nicht sehr, dass es dort für Holz zurzeit noch kein Institut gibt; nur an den forstlichen Hochschulen Eberswalde und Tharandt (Dresden) gibt es ein besonderes Holzforschungsinstitut und an einigen Hochschulen werden Holzprüfungen vorgenommen, aber all das steht in keinem Vergleich zu den Forschungen über andere Stoffe. Nun könnte man vielleicht meinen,*



**Franz Kollmann**  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.

Geboren am 15.10.1906  
in München

Gestorben am 17.09.1987  
in München

#### Lehre/Studium

1925–1929  
Maschinenbaustudium an der  
TH München

#### Berufliche Laufbahn

1930–32  
Versuchingenieur bei den  
Deutschen Parkettwerken AG

1932  
Promotion zum Dr.-Ing.  
an der TH Berlin

1932–1934  
Leitung und Aufbau der Holzfor-  
schungsstelle am Mechanisch-  
Technischen Laboratorium der  
TH München

#### 1934

Ernennung zum außerordentlichen  
Professor an der Forstlichen Hoch-  
schule Eberswalde, zugleich Abtei-  
lungsleiter am Preußischen Holz-  
forschungsinstitut in Eberswalde

#### 1942

Ernennung zum Honorarprofessor  
an der TH Berlin

#### 1944

Direktor der Reichsanstalt für  
Holzforschung in Eberswalde

#### 1949

außerordentliche Professur an der  
Universität Hamburg; Direktor der  
Bundesforschungsanstalt für Forst-  
und Holzwirtschaft in Hamburg-  
Reinbek

#### 1952–1954

Dekan der Mathematisch-Natur-  
wissenschaftlichen Fakultät der  
Universität Hamburg

#### 1953

Ernennung zum ordentlichen Pro-  
fessor an der Universität Hamburg

#### 1954–1972

ordentlicher Professor für Holz-  
technologie in der Staatswirtschaft-  
lichen Fakultät der Universität  
München

#### 1954

Gründung des heutigen Instituts  
für Holzforschung (und Holztech-  
nik) der Universität München, bis  
zur Emeritierung als Direktor tätig

#### 1957–1958

Dekan der Staatswirtschaftlichen  
Fakultät der Universität München

#### 1966

Ehrendoktorwürde der TH Helsin-  
ki; maßgebliche Prägung der Holz-  
bauforschung auf den Gebieten  
Physik und Mechanik des Holzes,  
chemische und mechanische  
Technologie des Holzes und der  
industriellen Holzverarbeitung;  
mehr als 500 Veröffentlichungen,  
darunter 8 Bücher

#### 1951–1955

„Technologie des Holzes und der  
Holzwerkstoffe“ (zweibändig)

#### 1936

Begründung der Fachzeitschrift  
„Holz als Roh- und Werkstoff“

#### 1967

Begründung der Fachzeitschrift  
„Wood Science and Technology“,  
des Organs der 1966 auf seine  
Initiative ins Leben gerufenen  
„International Academy of Wood  
Science“ (IAWS)

Mitbegründer und Vizepräsident  
der Deutschen Gesellschaft für  
Holzforschung (1942–1945 und  
1962–1966)

Mitbegründer und erster Präsident  
der International Academy of  
Wood Science (1966–1969)

Präsident der Fraunhofer Gesell-  
schaft zur Förderung der ange-  
wandten Forschung (1964–1969)

Träger hoher Auszeichnungen, u.a.  
des Bayrischen Verdienstordens,  
des DIN-Ehrenringes und des  
Großen Bundesverdienstkreuzes

Holz sei ein uralter Werkstoff und deshalb in seinen technischen Eigenschaften schon hinreichend bekannt. Dem ist nicht so. Die wissenschaftliche Erforschung des Holzes in Bezug auf Druckfestigkeit, Biegung, Scher- und Drehfestigkeit, Zug, Spaltbarkeit, Härte, Abnutzbarkeit, Quellen, Schwinden, Dauerhaftigkeit, Schall- und Wärmeleitung usw. ist durchaus nicht so weit fortgeschritten, dass techni-

sche Berechnungen mit der Sicherheit durchzuführen sind wie etwa bei anderen Stoffen, z.B. Eisen oder Beton“ [5.9].

Obwohl bis 1940 die Holzbauforschung intensiviert worden war, war man doch mit dem bis dahin erreichten Stand, gerade unter dem Aspekt der Materialeinsparung unter den Bedingungen einer Kriegswirtschaft, nicht zufrieden: „Das Holz nimmt un-

ter den Baustoffen insofern einen besonderen Platz ein, weil wir es als organisch gewachsenes Naturerzeugnis in seinen technischen Eigenschaften wenig beeinflussen können. Baustahl, Beton, Mauersteine usw. lassen sich durch die Art der Herstellung, durch bestimmte Zusätze oder auf andere Weise für jeden besonderen Verwendungszweck geeignet machen. Bei Holz ist das nicht möglich; Holz müssen wir nehmen, wie es ist. Nur durch Auswahl, nicht durch innere Zurichtung können wir das Holz auf den Verwendungszweck abstimmen. Zudem ist das Holz in seinem verwickelten organischen Aufbau noch nicht restlos erforscht; der Baumeister hat nur wenig Formeln und Zahlen, mit denen er das Holz gewissermaßen ‚begreifen‘ könnte. Daraus ergeben sich Unbequemlichkeiten und Unsicherheiten in der Verwendung des Holzes als Baustoff, die man am besten dadurch zu beheben glaubte, daß man, aus reichlichem Vorrat wählend, die Güteansprüche an das Holz hoch genug stellte, um auf jeden Fall sicher zu gehen. Auf diese Weise sind wir allmählich dazu gekommen, daß unser einheimisches Holz vielfach den Ansprüchen nicht zu genügen scheint. Von diesem Zustand müssen wir zurück, wenn wir uns nicht den Vorwurf der Mißwirtschaft mit wertvollem heimischem Rohstoff aussetzen wollen. Wir müssen die Holzforschung voranbringen, wir müssen volle Klarheit darüber schaffen, welche Mindestanforderungen im Interesse der Bausicherheit an die Holzbeschaffenheit zu stellen sind. Wir müssen erkennen lernen, was wir vom deutschen Holz mit Rücksicht auf seine natürlichen Wachstumsbedingungen verlangen können und was nicht“, so Forstmeister Kräss von der Arbeitsgemeinschaft Holz, Berlin im Jahre 1938 in [5.5].

Am 25. November 1942 wurde auf Anordnung der Reichsbehörden die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung gegründet. Weil man keine neue Behörde ins Leben rufen wollte, wurde der Fachausschuss für Holzfragen unmittelbar in die Deutsche



**Wilhelm Klauditz**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 24.02.1903  
in Vechelde bei Braunschweig

Gestorben am 30.06.1963  
in Braunschweig

#### Lehre/Studium

Abitur

Studium an der TH Braunschweig

#### Berufliche Laufbahn

1928

Promotion zum Dr.-Ing.

1928–1929

Wissenschaftlicher Assistent  
an der Universität Halle

1929

Eintritt in das Zentrallaboratorium  
der Koholyt GmbH Köln

1934

Übernahme der Firma durch die  
Feldmühle AG

1936

stellvertretender Leiter des Forschungslaboratoriums der Feldmühle AG in Odermünde bei Stettin

1939

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Reichsanstalt für Holzforschung

1941

Übernahme der stellvertretenden Leitung des Chemisch-Technologischen Instituts

1942–1944

nebenamtlicher Referent im Reichsforstamt Berlin und Mitarbeiter der Technischen Zentralstelle für Forstwirtschaft in Berlin

1944

Übernahme der Leitung des chemisch-technologischen Instituts

1942–1944

Lehrstuhl für Chemie an der Forstlichen Hochschule Eberswalde

1950

Lehrauftrag für Holzforschung und Holztechnologie an der TH Braunschweig

1951

Herausgabe der Zeitschrift „Holzforschung“

1953

Bundesverdienstkreuz

1954

Mitarbeit in OEEC, FAO, ECE

1963

Tod durch Verkehrsunfall

Gesellschaft für Holzforschung umgewandelt. Damit sollte die Holzforschung weiter zusammengeschlossen und noch direkter auf die Belange der Holzwirtschaft ausgerichtet werden. „Anlässlich der 11. Holztagung in Berlin am 25. November 1942 die „Deutsche Gesellschaft für Holzforschung“ gegründet worden. Es handelt sich hierbei um ein Ereignis von großer Tragweite, denn es geht um die Konzentration der gesamten Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Wald- und Forstwirtschaft, die vom Reichsausschuss für Holz betreut und finanziell unterstützt wird. Damit ist für die Holzforschung eine Grundlage geschaffen, die es in Zukunft gestattet, die Forschung sowohl nach der Seite der Zweckforschung wie der Grundlagenforschung mit derjenigen Intensität zu betreiben, die die Mangellage auf dem Holzgebiet auch den nächsten Generationen noch abfordern wird. Die „Deutsche Gesellschaft für Holzforschung“ geht durch Umgründung hervor aus dem „Fachausschuß für Holzfragen.“ [5. 10].

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden in beiden Teilen Deutschlands unterschiedliche Holzforschungseinrichtungen aufgebaut. Dazu zählten in der Bundesrepublik das 1946 von Wilhelm Klauditz (1903–963) in Braunschweig gegründete Institut für Holzforschung (heute Wilhelm-Klauditz-Institut der Fraunhofergesellschaft), das 1954 von Franz Kollmann an der TU München gegründete Institut für Holzforschung und Holztechnik, die an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg-Reinbeck gegründeten Institute für Holzbiologie, Holzphysik und Holzchemie unter der Leitung von Rudolf Keylwerth (1911–1969) sowie die Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin. In der DDR gründeten J. Liese (1891–1952) und Kurt Göhre (1891–1959) 1946 das Institut für physikalische Holztechnologie in Eberswalde, um die langjährige Tradition der Holzforschung in Eberswalde fortzusetzen. Das Insti-



**Herbert Flemming**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 06.02.1903  
in Globenstein

Gestorben am 03.11.1966  
in Dresden

#### Lehre/Studium

Abitur in Bautzen

Studium an der TU Dresden

#### Berufliche Laufbahn

1926

Arbeit im väterlichen Betrieb

1934

Promotion an der TU Dresden

Sicherheitsingenieur in der  
Reichsunfallversicherung für die  
Holzindustrie

1939–1945

Leitender Ingenieur in den Bormann-Werken in Meißen und Tharandt

1945

Mitarbeiter der Oberbauleitung  
des Landes Sachsen

1948

Mitarbeiter in der Deutschen  
Wirtschaftskommission in Berlin

1951

Tätigkeit am Lehrstuhl für Mechanische Holztechnologie der TU Dresden

1952

Direktor am neu gegründeten  
Institut für Holztechnologie und  
Faserbaustoffe in Dresden

1954

Berufung zum ordentlichen  
Professor

1960

Übernahme des Lehrstuhls für  
Holz- und Faserwerkstofftechnik  
an der TU Dresden

bis 1961

stellvertretender Vorsitzender  
des Fachnormenausschusses  
Holz im DIN

Begründer der Fachzeitschrift  
„Holztechnologie“

tut wurde an der Humboldt-Universität Berlin angesiedelt und 1963 in das Institut für Forstwissenschaften umgewandelt. Auf Initiative von Herbert Flemming (1903–1966) wurde 1954 in Dresden das Institut für Holztechnologie gegründet. In Anerkennung seiner Leistungen berief man ihn 1960 zum Direktor des Instituts für Holz- und Faserwerkstofftechnik der TU Dresden. Damit etablierte sich auch in der DDR eine leistungsfähige holztechnologische Forschung.

Für den Holzbau in der BRD standen die etablierten Einrichtungen an der TH Karlsruhe und der TH Stutt-

gart und später auch die TH München, die TU Berlin mit Robert von Halasz, die TH Braunschweig, die TH Hannover mit Alfred Troche (1894–1965), die Ruhr-Universität Bochum mit Elmar Krabbe (1926–1987) und die Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin zur Verfügung.

In der DDR entsprach die Holzbauauforschung bis Anfang der 80er Jahre nicht den Anforderungen eines modernen Holzbaues. Es gab zwar eine leistungsfähige Forschungseinrichtung innerhalb des Kombines Baelemente und Faserbaustoffe Leipzig. Die dort betriebene Forschung war primär anwendungsorien-



**Elmar Krabbe**  
Prof. Dr.- Ing.

Geboren am 16.04.1925  
in Recklinghausen

Gestorben am 05.01.1987

#### Lehre/Studium

1931–1943 Schulbesuch,  
Zuerkennung der Hochschulreife  
1943–1945

Arbeits- und Wehrdienst,  
Kriegsgefangenschaft

1946 Gesellenprüfung im  
Maurerhandwerk

1946–1947

Abitur-Übergangskursus,  
Reifeprüfung

1947–1950

Studium des Tiefbaues an der  
Staatsbauschule  
Münster/Westfalen

#### Berufliche Laufbahn

1950

Tätigkeit in der Hauptabteilung  
der Bergwerksgesellschaft  
Hibernia in Herne, Tragwerks-  
planung vorwiegend im Hochbau

1950–1955

Studium des Bauingenieurwesens  
an der Technischen Hochschule  
Hannover, Tragwerksplanung zur  
Finanzierung des Studiums

1955–1960

Wissenschaftlicher Assistent am  
Lehrstuhl für Bautechnik und  
Holzbau an der Technischen

Hochschule Hannover,  
Lehrbeauftragter für Tragwerks-  
planung und Vorprüfung stati-  
scher Berechnungen

1960

Promotion: Messungen von  
Gleit- und Dehnungszahlen an  
Holzstäben mit rechtwinkligem  
Querschnitt

1960–1964

Baurat an der Staatlichen  
Ingenieurschule für Bauwesen in  
Münster/Westfalen

1964–1971

Oberbaurat und Baudirektor an  
der neu gegründeten Staatlichen  
Ingenieurschule für Bauwesen in  
Recklinghausen,  
Abteilungsleiter der Bauingenieur-  
abteilung

1970–1971

Lehrbeauftragter für Bautechnik  
und Holzbau am Institut für  
Konstruktiven Ingenieurbau an  
der Ruhr-Universität Bochum

1971–1980

Wissenschaftlicher Rat und Pro-  
fessor für Bautechnik und Holz-  
bau am Institut für Konstruktiven  
Ingenieurbau an der Ruhr-Univer-  
sität Bochum

1979 und 1980

Ruf als Ordinarius an die Gesamt-  
hochschule Essen, ferner an die  
Universität Hannover und an die  
Rheinisch-Westfälische Techni-  
sche Hochschule Aachen,  
Verfahren zur Rufabwendung an  
der Ruhr-Universität Bochum ein-  
geleitet

1980

Ordinarius für „Konstruktive  
Gestaltung in Lehre und  
Forschung“ an der Rheinisch-  
Westfälischen Technischen

Hochschule Aachen

Oktober 1980

Emeritierung aus gesundheitlichen  
Gründen

1966

öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Holzbau in  
Münster/Westfalen

1978

Prüfingenieur für Baustatik,  
Fachrichtung Holzbau

Forschungsvorhaben und zahlrei-  
che wissenschaftliche Veröffent-  
lichungen, Vorträge und Gutachten  
auf dem Gebiete des Ingenieur-  
holzbaues, insbesondere des Holz-  
leimbaues.

Obmann des Fachausschusses  
„Holz im Bauwesen“ in der  
Deutschen Gesellschaft für  
Holzbau, München

Gutachter für den  
Sonderforschungsbereich  
„Zuverlässigkeit der Bauwerke“  
an der Technischen Universität  
München.

Mitglied in nationalen und inter-  
nationalen Normenausschüssen.

Mitglied der Betreuungsgruppe  
Forschungsvorhaben „Internati-  
onale Zusammenarbeit zur  
Harmonisierung der Holzbaube-  
stimmungen“, Institut für Bau-  
technik, Berlin

Umfangreiche Tragwerksplanungen  
und Prüfungen statischer Berech-  
nungen

### Alfred Bernhard Troche Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 06.10.1894  
in Berlin

Gestorben am 15.07.1965

Lehre/Studium  
1922  
Diplomprüfung, TH Berlin

Berufliche Laufbahn  
tätig bei Baufirmen in Berlin  
und Stuttgart

1.10.1922  
Assistent am Lehrstuhl  
für Brückenbau Eisen-  
beton- und Holzbau der  
TH Darmstadt

1923  
Dr.-Ing. an der TH Darmstadt  
1926  
Habilitation

1932  
nichtbeamteter a.o. Professor  
seither auch tätig als Gutachter  
und Prüferingenieur

1938  
Lehrstuhl für Stahlbeton-, Stein-  
und Holzbau an der Staatl. Hoch-  
schule für angewandte Technik  
in Köthen

1939  
apl. Professor

1941  
Professor

1941  
ordentlicher Professor für  
Bautechnik und Holzbau an  
der TH Hannover

1957  
emeritiert

Bücher:  
1951  
Grundlagen für den Ingenieur-  
holzbau, Schrödel-Verlag,  
Hannover

1954  
Holzbau-Bemessungstabellen,  
Schrödel-Verlag, Hannover



### Keylwerth, Rudolf Prof. Dr.-Ing. habil.

Geboren am 26.10.1911  
in Brüx (Böhmen)

Gestorben am 19. Mai 1969  
in Wien

Lehre/Studium  
Besuch des Oberrealgymnasium  
in Brüx

Ab 1930  
Studium des Bergwesens an der  
Montanistischen Hochschule in  
Przibitz bei Prag

1932-1938  
Studium des Luftfahrzeugbaus

und Maschinenbaus an der  
TH Charlottenburg Berlin

1938-1943  
Assistent bei Prof. Kollmann an  
der Reichsanstalt für Holzfor-  
schung in Eberswalde

#### Berufliche Laufbahn

1941-1943  
Wehrdienst

1943-1945  
Oberingenieur an der Reichsanstalt  
für Holzforschung in Eberswalde

ab 1940  
Lehrbeauftragter an der Forstli-  
chen Hochschule Eberswalde für  
Mechanische Technologie des  
Holzes und Technische Mechanik

1943  
Promotion an der TH Berlin zum  
Thema „Das Schwinden und seine  
Beziehung zur Rohwichte und Auf-  
bau des Holzes“

1945  
Leiter des statischen Büros der  
Bayrischen Holzbauwerke in  
Unterföhring

1946  
Beginn einer Tätigkeit als Leiter  
der holztechnologischen Abteilung  
an der Bundesforschungsanstalt  
für Forst- und Holzwirtschaft in  
Hamburg/Reinbeck

1949  
Habilitation an der  
Universität Hamburg

1955  
außerplanmäßiger Professor  
an der Universität Hamburg

1956  
Direktor des an der Bundesfor-  
schungsanstalt für Forst- und  
Holzwirtschaft neu gegründeten  
Instituts für Holzphysik und me-  
chanische Technologie des Holzes  
und Aufbau des Instituts zu einer  
anerkannten Forschungsstelle

1964  
Direktor für Forschung und Ent-  
wicklung in der schweizerischen  
Firma Bauwerk AG in St. Magareten  
Über 100 Veröffentlichungen zur  
Elastomechanik, Dimmensionssta-  
bilität und Trocknung des Holzes

tiert. Im Mittelpunkt standen Fragen der technologischen und konstruktiven Weiterentwicklung der produzierten Holz-Bauelemente. Die grundlegende Forschung an den Hochschulen entwickelte sich jedoch erst ab 1970, hier vor allem auf Initiative von Prof. K. Zimmer an der TU Dresden und der TH Wismar unter Prof. Laduch. Als weitere Forschungseinrichtung kam auf Initiative von Prof. J. Eichstädt die Bauakademie der DDR in Berlin hinzu.

Nach der Vereinigung beider deutscher Staaten veränderte sich die Hochschullandschaft in den neuen Ländern und man nutzte die Chance zur Gründung von Holzbaulehrstühlen, so zum Beispiel den Lehrstuhl für konstruktive Bauwerkserhaltung und Holzbau, einer bisher einmaligen Kombination, unter Eberhard Kothe (1942–2002).

Der Zwang zur massiven Materialeinsparung im Holzbau der Nachkriegszeit führte in der Bundesrepublik zu der Erkenntnis, dass die Forschung forciert werden müsse. Der 1948 wiedergegründeten Deutschen Gesellschaft für Holzforschung sollte hierbei nach Ansicht des stellvertretenden Obmanns des Fachausschusses für Holzfragen, Dr. Erich Seidel, eine wesentliche Rolle zufallen. Auf der ersten Tagung der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung forderte er daher [3.3]: „Wenn die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung die materiellen Grundlagen erhält, um durch Zusammenfassung, Abstimmung und finanzielle Unterstützung eine dezentrale weitere Holzforschung in größerem Umfang zu ermöglichen und wenn sie die Mittel erhält, um die schon vorhandenen Ergebnisse unserer vielen hervorragenden Holzforschungsinstitute in entsprechender Form der Praxis bekannt zu machen, könnte der Allgemeinheit bald große Holz- und Kostenersparnis zugute kommen. Aber nicht nur alle Bauplaner und alle Bauausführenden müssten aufgeklärt werden. Schon die Besucher unserer Fach- und Hochschulen müssten viel mehr als bisher



**Eberhard Kothe**  
Prof. Dr.-Ing. habil

Geboren am 02.11.1942  
in Chemnitz

Gestorben am 13.03.2002  
in Dresden

#### Lehre/Studium

1961  
Abitur und Berufsausbildung  
als Maschinenschlosser

1961–1963  
Lehre als Maurer

1963–1969  
Studium und Diplom TU Dresden,  
Fachrichtung Ingenieurbau

#### Berufliche Laufbahn

1969–1974  
Wissenschaftlicher Assistent am  
Lehrstuhl für Baustoffe an der  
TU Dresden

*über Holz und Holzkonstruktionen unterrichtet werden. Es ist nicht mehr zu vertreten, dass an den meisten Hochschulen keine Lehrstühle für Holzbau bestehen. Dieser schon 1932 von der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz und dem Zimmererhandwerk bemängelte Zustand ist bis heute nicht geändert. Das Ergebnis: Die meisten Architekten und Bauingenieure haben überhaupt nicht mehr das Rüstzeug, um in Holz denken zu können, trotz der großen wirtschaftlichen Bedeutung des Holzes als Hilfs- und Baustoff gerade im Wohnungsbau“.*

Um die Förderung der Holzbau- forschung in Westdeutschland hat

#### 1974–1978

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
am Institut für Stahlbeton, Ar-  
beitsgebiet Berechnungsgrund-  
lagen des Stahl- und Spannbetons,  
in Dresden

#### 1975

Promotion zum Dr.-Ing. „Beanspruchungsverhalten glasfaser-  
verstärkter Kunststoffe“ an der  
TU Dresden

#### 1978–1992

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an  
der Dozentur Holz- und Plastbau  
an der TU Dresden, Grundlagen  
Instandsetzung von Holztragwerken

#### 1988

Promotion mit einer Arbeit zur  
wissenschaftlichen „Theorie der  
Flächenverbunde Plast/Beton“

Habilitation „Ingenieurholzbau“

#### 1992

Berufung an die HTWS Zittau/  
Görlitz; Dekan des Fachbereichs  
Bauwesen

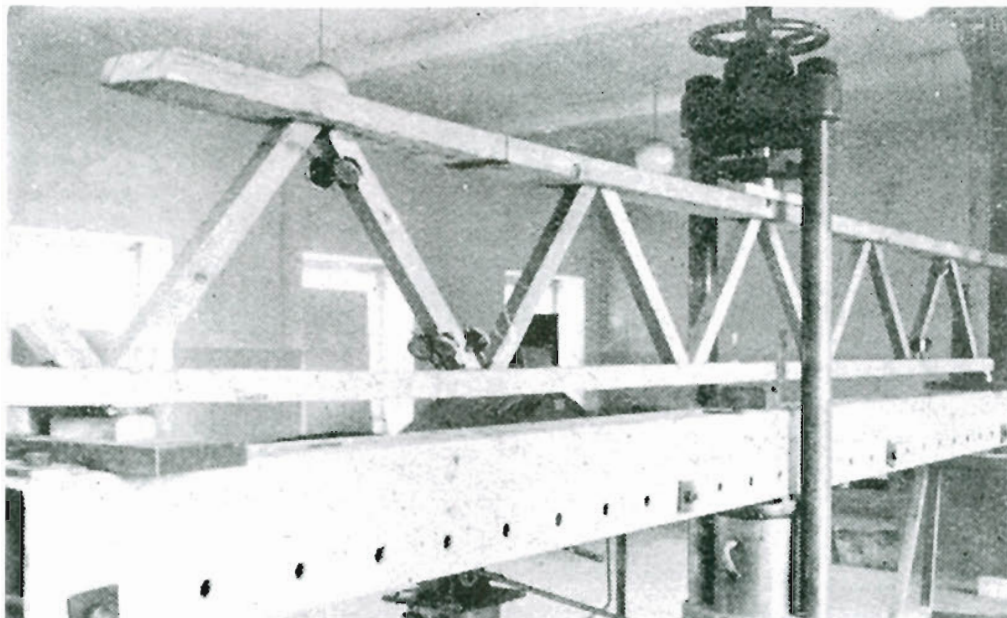
#### Ab 1996

BTU Cottbus, Leiter des Lehrstuhls  
„Konstruktive Bauwerkserhaltung  
und Holzbau“, Aufbau des Lehr-  
stuhls und zahlreiche Arbeiten zu  
Fragen der Erhaltung historischer  
Holzkonstruktionen und zur Wei-  
terentwicklung des Holzbaus

sich ganz besonders Ministerialrat Prof. Wedler (geb. 1895–1975) verdient gemacht, der sich als Leiter der Unterabteilung Baurecht im Bundesministerium für Wohnungsbau für die Bereitstellung der nötigen Mittel einsetzte. Bis zu seinem Tod erschienen die wichtigsten Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe „Berichte aus der Bauforschung“.

Durch diese Unterstützung konnten die Holzbau forschung, die schon kurz nach dem Krieg wieder aufgenommen worden war, weiter ausgebaut und die ingenieurtheoretischen Grundlagen des Holzbaus weiter verbessert werden. Die zur Ablösung





**Bild 5.5: Untersuchungen an der TH Karlsruhe an Fachwerkträgern mit geklebten Knotenverbindungen 1953/1954 (nach [8.1])**

der noch aus den 40er-Jahren stammenden DIN 1052 im Jahre 1969 herausgegebene und grundlegend überarbeitete Norm dokumentierte den neuen Entwicklungsstand. Dies war auch ein Verdienst von Karl Möhler, der seit Beginn seiner Tätigkeit an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe und besonders seit der Gründung des Lehrstuhls für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen im Jahre 1958 die Forschung auf dem Gebiet des Holzbaus intensiviert hatte (Bild 5.5). Bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1981 lieferte er zahlreiche Beiträge zur Weiterentwicklung des Holzbaus in Deutschland. „Dabei wurden nicht nur grundsätzliche Fragen über das mechanische Verhalten von Holz und Holzwerkstoffen sowie neu entwickelte Bauformen des Holzbaus in systematische Untersuchungen einbezogen, sondern es wurden auch Beiträge zur Weiterentwicklung des Holzbaues durch eine Vielzahl von Versuchen über das Tragfähigkeits- und Verformungsverhalten neuartiger Verbindungsmittel geleistet, deren Ergebnisse in neu erteilten oder erweiterten allgemeinen bauaufsicht-

lichen Zulassungen ihren Niederschlag gefunden haben... Durch seinen unermüdlichen Fleiß hat er der Abteilung Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe zu großem Ansehen, auch weit über Deutschlands Grenzen hinaus, verholfen. Durch seine rege Tätigkeit in nationalen und internationalen Gremien gelang es ihm, den Arbeiten seines Instituts, die oft erst nach mühevoller Kleinarbeit seiner Mitarbeiter zu einem abgerundeten und für die praktische Nutzanwendung aufbereiteten Ganzen wurden, die entsprechende Geltung zu verschaffen.“ [5.13]. „Karl Möhler gehörte auch zu einem der ersten, die sich weltweit um die Zusammenarbeit der Wissenschaftler auf dem Holzbausektor bemühten. In der Arbeitsgruppe W18-Timber Structures des CIB (Conseil International du Batiment) wurden Entwürfe für internationale Holzbaunormen geschaffen, in die in wesentlichen Punkten auch die deutschen Erkenntnisse durch Karl Möhlers Mitarbeit eingebracht werden konnten.“ [5.16]. Die Kontinuität in der Holzbauforschung

wurde auch durch seine Nachfolger aufrechterhalten. Das gilt nicht nur für den nationalen Rahmen, sondern auch für den Ausbau der internationalen Zusammenarbeit im Zusammenhang mit der Erarbeitung international vereinheitlichter Standards, sei es nun innerhalb der International Organization for Standardization (ISO), des International Council for Building Research Studies and Documentation (CIB), der International Union of Testing and Research Laboratories for Research and Testing (IUFRO) oder dem Comité Européen de Normalisation (CEN).

Gerade die Einführung der Eurocodes in die Baupraxis verlangte weitere Forschungsanstrengungen, um bei den anstehenden Fragen der Vereinheitlichung der Berechnungs- und Konstruktionsnormen mitreden zu können.

Am 18. Mai 1971 wurde von der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung die Entwicklungsgemeinschaft Holzbau gegründet. Mit Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft Holz und des Bundes Deutscher Zimmermeister sollte damit ein anwendungstechnisches Entwicklungszentrum



**Bernhard Wedler**  
Prof. Dr.-Ing. E. h.

Geboren am 23.03.1895  
in Wesseling bei Köln

Gestorben am 15.08.1975  
in Berlin

**Lehre/Studium**

1914  
Diplom an der TH Berlin

1923  
Staatsprüfung für das Wasser- und  
Straßenbaufach

**Berufliche Laufbahn**

1934  
Oberregierungsrat und Leiter der  
Prüfstelle für statische Berechnungen  
bei der Preußischen Bau- und  
Finanzdirektion

1938–1945  
Referent für Bauingenieurfragen  
der Baupolizei und Hochbauverwaltung  
im Preußischen Innenministerium

**1946**

Vorsitzender des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Obmann des Ausschusses für Einheitlich Technische Baubestimmungen, Obmann des Ausschusses für Holz im Bauwesen der DGfH

**1947**

Stellvertretender Vorsitzender des Fachnormenausschusses Bau

**1950**

Berufung in das Bundesministerium für Wohnungswesen zur Neugestaltung des Baurechts, Leiter der Unterabteilung Bautechnik im BMBau

**1954**

DIN-Ehrenring des Deutschen Normenausschusses

**1957**

Eintragung in das Goldene Buch der Stadt Berlin

**1949–1965**

Honorarprofessor an der TU Berlin

**1952**

Emil-Mörsch-Denkmünze

**1952**

Dr.-Ing. E. h. der TU München

**1960**

Großes Verdienstkreuz der BRD mit Stern

**1961–1970**

Vorsitzender des Fachnormenausschuß Bau (jetzt Normenausschuß Bau)

ner Forschungseinrichtungen zu den Fragen historischer Gründungen, Mauerwerk-, Stahl- bzw. Gusskonstruktionen sowie Holzkonstruktionen und -verbindungen neue Erkenntnisse gewonnen wurden [3.65]. Zum Fachwerkbau wurden seit 1990 Forschungen unter Leitung des Deutschen Zentrums für Handwerk und Denkmalpflege Fulda durchgeführt. Im Rahmen eines deutsch-deutschen Forschungsprojektes erfolgte zwischen 1990 und 1993 eine umfassende Untersuchung zur Erhaltung und Sanierung von Holzkonstruktionen in historischen Wohnbauten der neuen Bundesländer [5.30–5.33]

trum gegründet werden. Im Mittelpunkt der Aufgaben stand vor allem der Transfer von Forschungsergebnissen aus der grundlegenden Holzbauforschung in die Praxis.

Ab Mitte der 80er-Jahre reagierte die Forschung auf die zunehmenden Anforderungen aus dem Bemühen der Gesellschaft um die Erhaltung ihres Bauerbes. Sowohl in der DDR als auch in der BRD richtete die Holzbauforschung ihre Aufmerksamkeit auf spezielle Fragen, wie das Tragverhalten von historischen Konstruktionen und Verbindungen,

die Festigkeit von Altholz und seine zerstörungsfreie Bestimmung sowie die Konstruktion von Verstärkungsmaßnahmen an historischen Bauteilen, die substanzschonende Erhaltung von Fachwerken und rationellen Instandsetzungsmethoden.

1985 wurde an der Universität Karlsruhe der Sonderforschungsbereich 315 „Erhaltung historisch bedeutsamer Bauwerke – Bauegefüge, Konstruktionen, Werkstoffe“ gegründet, an dem über zehn Jahre in interdisziplinärer Arbeit verschiede-

## 6. Die gründliche Erforschung des Baustoffs

Der ingenieurmäßige Einsatz des Baustoffs Holz wurde zunächst behindert durch die unzureichende Kenntnis der Materialeigenschaften. Zwar existierten seit Navier (1785–1836) zulässige Festigkeiten für Holz (Bild 6.1) und durch die Baupolizeibehörden verfügte zulässige Festigkeitswerte, aber insgesamt entsprach der Kenntnisstand bis etwa 1925 nicht den Anforderungen eines ingenieurmäßigen Holzbaus. Vor allem war die Fundierung der zulässigen Tragfähigkeiten nur unzureichend durch Versuche belegt. Bild 6.2 zeigt die Spannungs-Verformungskurve, ermittelt an Kiefernholz, im Jahre 1898. Deshalb wurden die Sicherheitsfaktoren entsprechend groß gewählt. Sie lagen, je nach Beanspruchung, z. B. für Biegung, Druck, Zug und Scherung bei Werten von 6,5, 5,5 und 7,5.

„Bis zum Jahr 1887, in dem erstmals Angaben über zulässige Span-

nungen bei Zug, Druck, Biegung und Scherung im Zusammenhang mit hölzernen Balkenbrücken vorgelegt wurden, waren statische Berechnungen und Zahlenmaterial über die Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Holzarten nahezu nicht vorhanden. Handwerkliche Fertigkeiten und Regeln der Zimmermannskunst bestimmten den Holzbau.“, so Vogeler in [1.4].

Erste Behördliche Festlegungen zu den zulässigen Baustofffestigkeiten trafen die Vorschriften der Länder Preußen, Sachsen und Bayern in ihren Erlassen aus dem Jahre 1911 und 1919. Diese bezogen neuere Erkenntnisse aus der Materialforschung ein, und besonders in den preußischen Vorschriften werden die zulässigen Festigkeiten differenziert für einzelne Nadelhölzer (Bild 6.1) und Laubhölzer angegeben. Dies war zwar ein Fortschritt, da Baukonstruktionen zunehmend ingenieurmäßig entworfen wurden. Aber das Fehlen von Vorgaben für die zulässigen Spannungen für eine Beanspruchung des Holzes auf Druck senkrecht zur

Faser in den Baupolizeibestimmungen Sachsens, Bayerns und Preußens führte beispielsweise zu schwer wiegenden Einstürzen bei großen Gerüstkonstruktionen. Hinzu kam noch, dass die bis 1903 durchgeführten Versuche nicht vergleichbar waren, da die jeweiligen Versuchsbedingungen sich wesentlich unterschieden. Darauf verwies Stamer in [2.12]: „In der Holzliteratur und im Verkehr mit der Holzverbrauchenden Industrie begegnet man häufig Klagen darüber, daß die für die Festigkeitseigenschaften der einzelnen und zum Teil der gebräuchlichsten Holzarten sich findenden Angaben so wenig Übereinstimmung aufweisen; die verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Beobachtungsstellen gewonnenen Werte schwankten in derartig weiten Grenzen, daß ihre Verwendung ziemlich illusorisch sei. Die Berechtigung solcher Klagen läßt sich leider nicht von der Hand weisen. Denn einerseits wurden auch in neueren technischen Sammelwerken häufig Prüfungsergebnisse mitangeführt aus einer Zeit, in der man bei der Prüfung den

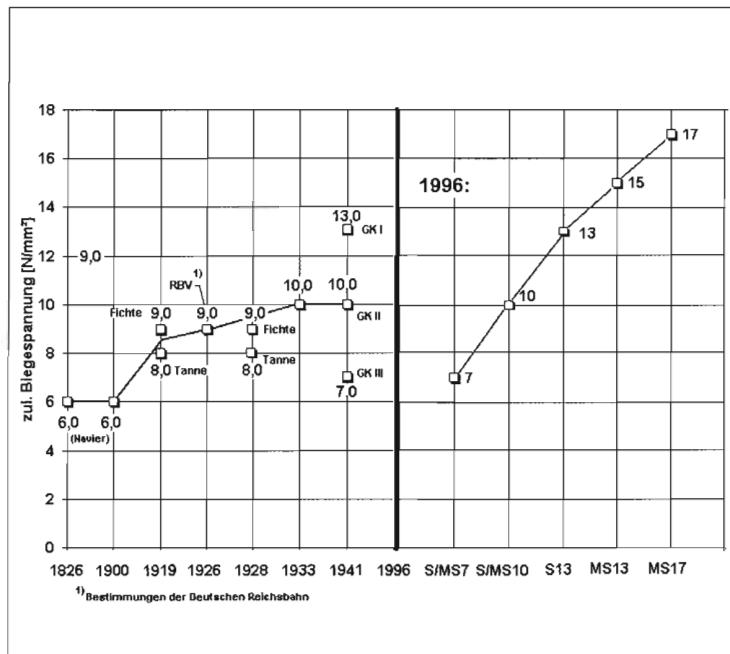


Bild 6.1: Zeitliche Entwicklung der zulässigen Biegespannung für Nadelholz

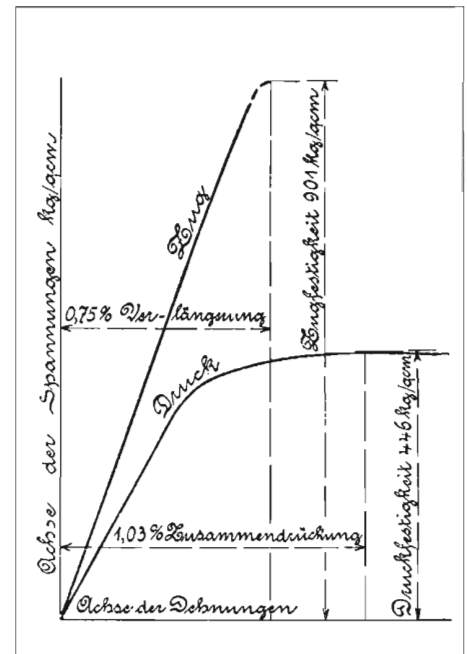


Bild 6.2: Spannungs-Dehnungs-Kurve für Kiefernholz nach Versuchen von Bach (aus [5.18])

*besonderen Eigentümlichkeiten des Baustoffes Holz nicht gerecht zu werden verstand, oder die Kraftmessung aus Mangel an verlässlichen Materialprüfungsmaschinen noch im Argen lag, andererseits scheinen die zahlreichen neueren Veröffentlichungen berufener Stellen nicht die wünschenswerte Verbreitung gefunden zu haben.“*

Rudeloff vom Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde entwickelte daher Anfang des 20. Jahrhunderts einheitliche Prüfungsmethoden für Holz, die 1906 auf dem Brüsseler Kongress des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik als verbindliche Grundlage angenommen wurden und die bis heute in ihren Grundlagen gelten. Welch großer Fortschritt das war, zeigt die Ausführung von Stamer, ein Mitarbeiter von Rudeloff, an vorgenannter Stelle: *„Daß bei den mannigfachen Eigenarten der Materie die Entwicklung langsam fortschreitet, ist nicht verwunderlich. Nach den Erfolgen, die bisher zu verzeichnen sind, und der intensiven systematischen Arbeit, die an einigen Stellen geleistet wird, darf man hoffen, daß die Erkenntnis bald weitere erhebliche Fortschritte wird aufweisen können. Dann wird auch der Holzbauindustrie durch Aufstellung verlässlicher Festigkeitsdaten die Möglichkeit noch besser als bisher gegeben werden können, sichere Grundlagen für den Entwurf und die Berechnung ihrer Bauwerke zu erhalten.“*

Doch die Anwendung der vereinheitlichten Prüfbestimmungen erfolgte nur schleppend. Lang verwies noch 1915 in seinem Buch [5.10] darauf, dass die einheitlichen Vorschläge über Holzprüfung *„... aber zu kurz erst bestehen, um bei den sehr zeitraubenden Versuchen schon endgültige Zahlen liefern zu können...“*, weshalb er auch der Erläuterung der Vorschriften noch großen Raum widmete. Erst im Jahre 1928 erscheinen die ersten Prüfnormen zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften, des Feuchtegehaltes und der Roh-

dichte an fehlerfreien Proben. Der schnellen Entwicklung des Ingenieurholzbaus in den ersten 25 Jahren des 20. Jahrhunderts war dies nicht förderlich und behinderte auch die zügige Erarbeitung einer Berechnungsnorm. Mehrfach hatte sich der Arbeitsausschuss für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen des 1917 gegründeten NDI (Normenausschuss der Deutschen Industrie) dem späteren DIN (Deutsches Institut für Normung) seit 1920 mit der Festlegung der zulässigen Inanspruchnahme für Bauholz beschäftigt, allerdings war er wegen der ungenügenden Ergebnisse aus vorhandenen Materialprüfungen zu keinem Ergebnis gekommen. *„Die starken Schwankungen in den Festigkeitszahlen, die sich in der technischen Literatur finden, erschweren die Festsetzung der zulässigen Beanspruchungen“* [6.10].

Nachteilig war, dass über die Wirkung wesentlicher Einflussfaktoren auf die Festigkeitseigenschaften, wie zum Beispiel die Ästigkeit, Schrägfaserigkeit, Feuchtigkeit, Lastdauer, Art der Beanspruchung oder Rohdichte, nur sehr wenig bekannt war. Ein Punkt, der die Konkurrenzfähigkeit des Ingenieurholzbaus gegenüber der aufstrebenden Stahl- und Stahlbetonbauweise wesentlich beeinflusste. *„Der Grad der Wettbewerbsfähigkeit hängt im besonderen Maße davon ab, welche Gestalt die neuen Holzbaubestimmungen annehmen werden. Die alten Vorschriften vom Jahre 1919 sind, soweit es sich um den Baustoff Holz handelt, als durchaus unzureichend anzusprechen; es fehlen z. B. jegliche Angaben über Spannungen senkrecht zur und schräg zur Faserrichtung. Die Festlegung bestimmter zulässiger Spannungen stößt aber beim Holz insofern auf große Schwierigkeiten, als es sich hier um einen Baustoff handelt, der anders und vorsichtiger zu bewerten ist, als z. B. der in sich gleichartige Baustoff Stahl. So erklärt es sich auch, dass das Normblatt E DIN 1052 vom 15. August 1921, das die zulässigen Holzspannungen*

*zum Gegenstand hat, immer noch nicht verabschiedet werden konnte“* [2.168].

Noch im Jahre 1925 bemerkte Dr.-Ing. Hugo Seitz (1892–1953), Oberingenieur der bekannten Firma Kübler AG, Stuttgart, dass die vorliegenden Kenntnisse über die Festigkeitseigenschaften nur unzureichend sind:

*„Für die Beurteilung der bautechnischen Verwendbarkeit eines Holzes sind in erster Linie seine Festigkeitseigenschaften maßgebend. Sucht man sich über diese in Lehr- und Handbüchern zu unterrichten, so stößt man meist auf in weiten Grenzen schwankende Werte, und die präzise klingenden Angaben stellen sich bei genauerer Prüfung als besonders fragwürdig heraus. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß viele Holzkonstruktoren sich um die Festigkeit des Baustoffes wenig kümmern, sondern sich auf die Einhaltung der baupolizeilich zugelassenen Beanspruchungen beschränken. Daß dieser Zustand wenig befriedigend ist bedarf keiner weiteren Erörterung, führt er doch oft genug zur Selbsttäuschung und in deren Folge zu unliebsamen Überraschungen.“* [2.38]. Das war auch der Grund, warum er in seinem Buch [2.38] die vorliegenden Kenntnisse zu den Festigkeitseigenschaften ausführlich zusammenstellte und ausdrücklich auf die Gefahr einer nicht sorgfältigen ingenieurmäßigen Planung und konstruktiven Durchbildung hinwies: *„Wenn auf der einen Seite auf weitgehendste Ausnutzung des Holzes hinzuwirken ist, so müssen auf der anderen Seite erhöhte Anforderungen an die Gründlichkeit und Zuverlässigkeit der Berechnung sowie des Entwurfs der Einzelheiten gestellt werden, da manche Nachlässigkeiten, die bei den wenig ausgenutzten Zimmerkonstruktionen ohne Schaden in Kauf genommen werden können, bei den ohnehin hoch beanspruchten Ingenieurholzkonstruktionen nachteilige Folgen herbeiführen.“* [2.38].

Dies ist insofern bemerkenswert, als vor und im Verlauf des Ersten

Weltkrieges zahlreiche weit gespannte Holzbauten mit Spannweiten bis 80 m entstanden und Funktürme bis 190 m Höhe gebaut wurden.

Nach dem Ersten Weltkrieg begannen nun ernsthafte Bemühungen, diesen Missstand zu beseitigen. Mehrere interessierte Kreise förderten intensive Versuche zum Material- und Bauteilverhalten. Hierzu zählte neben bekannten Holzbaufirmen, wie zum Beispiel die Firmen Kübler AG und die Christoph & Unmack AG, vor allem die Deutsche Reichsbahn, hier besonders die Reichsbahndirektion Stuttgart unter Leitung des Reichsbahnoberrates Dr.-Ing. Schächterle. Gerade von holzbauerfahrenen Fachleuten der bekannten Holzbaufirmen wird ab 1920 die Anhebung der zulässigen Spannungen und eine Revision der Knickberechnung gefordert, die in den preußischen Vorschriften von 1919 trotz der von Tetmajer (s. Bild 6.3) zwischen 1880 und 1900 durchgeführten Versuche ausschließlich nach der Eulerformel unter Zu-

### Hugo Seitz Dr.-Ing.

Geboren am 23.04.1892  
in Erlwang

Gestorben in 06.10.1953  
im Doon Hospital  
Dehra Dun, Indien

Lehre/Studium  
unbekannt

#### Berufliche Laufbahn

Regierungsbaumeister

Oberingenieur der Firma  
Karl Kübler AG

Zahlreiche Veröffentlichungen  
zu ingenieurtheoretischen und  
baupraktischen Problemen  
des Holzbaus

#### Bücher

Grundlagen des Ingenieur-  
holzbau, Springer Verlag,  
Berlin 1925

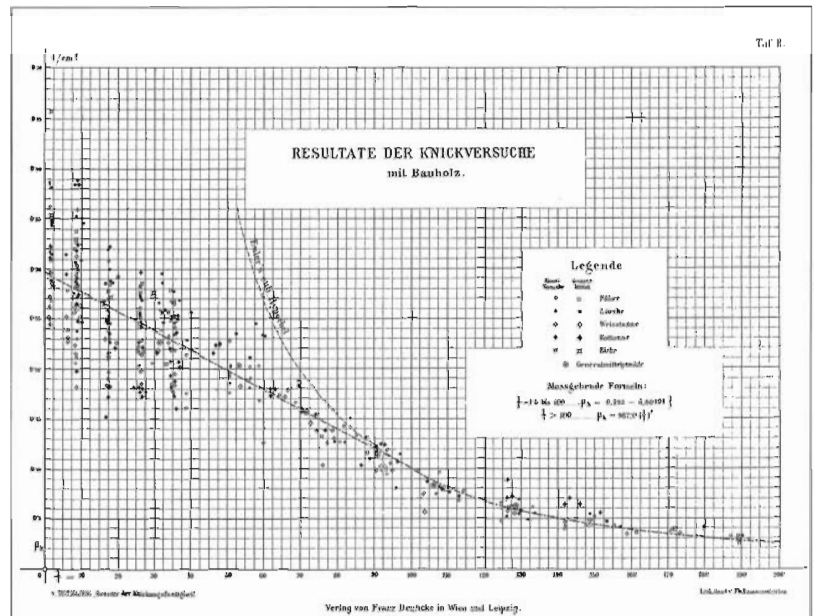


Bild 6.3: Ergebnisse der Knickversuche von Tetmajer (aus [5.19])

grundelegung einer sieben- bis zehnfachen Sicherheit vorschreibt. „Meines Erachtens dürften auf Grund der nachstehenden Forderungen die zulässigen Beanspruchungen im Ingenieur-Holzbau höher angenommen werden, ..., es wäre zu begrüßen, wenn durch diese Vereinfachung der Formeln ein Weg geschaffen wäre, der willkürlichen Verwendung der Eulerformel, die mitunter recht fragwürdige Sicherheitswerte ergibt, vorzubeugen“ [2.41].

Diese Forderungen griff der Arbeitsausschuss für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen auf: „Der Arbeitsausschuß für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen des Normenausschusses der deutschen Industrie hat sich bisher in mehreren Sitzungen auch mit der Festlegung der zulässigen Inanspruchnahme von Bauholz beschäftigt. Aus den Unterlagen zu den Sitzungen und den diesbezüglichen Beschlüssen geht hervor, dass die bisher üblichen Spannungsgrenzen für das Bauholz in der Mehrzahl der Fälle eine Erhöhung erfahren sollen.“ [6.10].

1921 wurde vom Reichsverkehrsminister ein Fachausschuss für Holzbau gegründet, der den Auftrag

erhielt, besondere Vorschriften für Holzbauten der Reichsbahn auszuarbeiten. „Auf Grund der Vorarbeiten des Fachausschusses hat dann die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft ‚Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke‘ durch Verfügung vom 12. Dezember 1926 eingeführt.“ [2.34].

Dies war ein ganz wichtiger Schritt zur Schaffung einer Holzbau-norm. Die Reichsbahn-Bestimmungen berücksichtigten neuere Holzbausergebnisse, und sie führten für die Knickberechnung das auch heute noch gültige  $\Omega$ -Verfahren ein, welches die Bemessung nach der Euler- bzw. Tetmajerformel festlegte.

„Die bisher für die Aufstellung von Festigkeitsnachweisen zu Holztragwerken ergangenen Vorschriften hatten den großen Nachteil, dass sie auf die Beschaffenheit und den Bau des Holzes nur wenig, meistens überhaupt nicht eingingen. Die Herausgabe der vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH) durch die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft war deshalb sehr zu begrüßen. Diese Bestimmungen enthalten in ihrem ersten Teil (A. Allgemeine Bedingungen für Lieferung, Abnahme und Auf-

stellung von Holztragwerken) Regeln, die es dem auch mit dem Baustoff Holz weniger Vertrauten ermöglichen, eine Prüfung der Ware vorzunehmen, und in ihrem zweiten Teil, (B. Technische Vorschriften für das Entwerfen und Berechnen von Holztragwerken) Angaben über zulässige Spannungen, Einzelheiten der Ausführung usw., mittels deren auch Nichtspezialisten eine einwandfreie Berechnung von Holztragwerken aufzustellen in der Lage sind." [6.7].

Alle bis dahin verwertbaren Materialprüfungen aus dem deutschsprachigen Raumes wurden in Vorbereitung auf die Reichsbahnvorschrift ausgewertet und eigene Prüfungen durchgeführt. Bis zur dritten Fassung der Reichsbahnvorschrift wurden im Auftrag der Deutschen Reichsbahngesellschaft durch die Reichsbahndirektion Stuttgart weitere Versuche zu den Festigkeitseigenschaften an Hölzern in Bauholzabmessungen in Auftrag gegeben, deren Realisierung in den bewährten Händen von Otto Graf von der TH Stuttgart lagen. Bemerkenswert ist, dass es zumeist Versuche an Holz in Bauholzabmessungen waren. „Über das Verhalten von Holzkörpern in den Abmessungen, wie sie auf den Baustellen vorkommen fehlte es bisher an zuverlässigen Unterlagen. Es wurden daher an Stelle von Modellkörpern große Körper untersucht und Festigkeitswerte erhalten, die auf praktische Verhältnisse zuverlässig übertragen werden können." [2.34].

Neben den Festigkeitseigenschaften wurde auch der Einfluss der Holzfeuchte auf die Bauholzeigenschaften untersucht, und es wurde für feuchtebeanspruchte Konstruktionen eine Abminderung der zulässigen Spannungswerte um ein Drittel festgelegt.

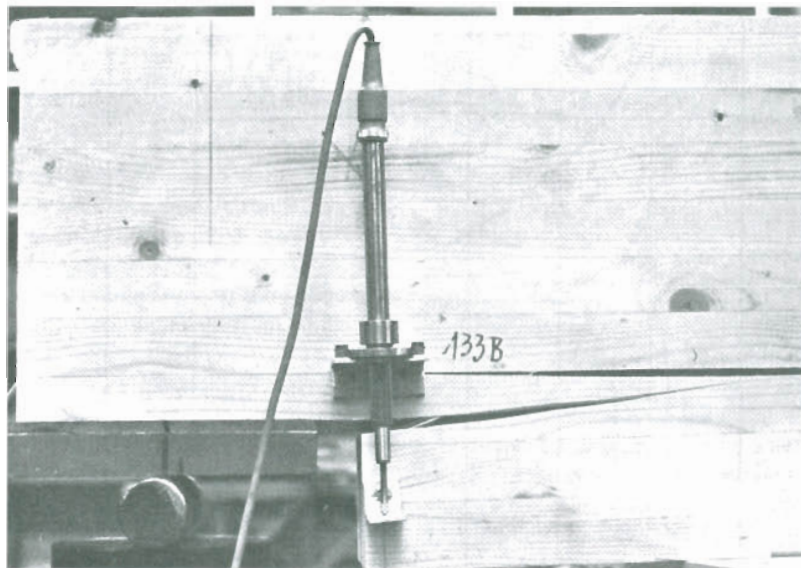
Damit erlangte die Holzbauforschung eine völlig neue Qualität. Es ging nun nicht mehr nur um die Erforschung im Auftrag einer Firma, die zum Beispiel eine neue Verbindungslösung bzw. Bauart entwickelt hatte oder ein bestimmtes

Materialverhalten untersucht haben wollte. Jetzt konzentrierte sich die Forschung auf öffentlich-rechtliche Belange der Sicherheit von Baukonstruktionen in Holz, deren konstruktive Durchbildung und ingenieurmäßige Berechnung sowie die hierfür in einer Berechnungsnorm zu verankernden Regeln.

Wegen der wuchsbedingten Eigenschaften des Holzes ließen sich viele Fragen nur über experimentelle Untersuchungen klären. Das war auch der Grund, warum vor allem Universitäten mit entsprechenden Versuchsanstalten an der Spitze der Holzbauforschung standen, wie zum Beispiel die TH Stuttgart unter Otto Graf und Fritz Egner oder die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe unter Ernst Gaber und Karl Möhler. „Die Entwicklung des neuzeitlichen Holzbaues – des Ingenieur-Holzbaues im Gegensatz zur Zimmermannsbauweise – wurde in erster Linie ermöglicht durch die meist versuchsmäßig gewonnenen Kenntnisse über das Festigkeits- und Formänderungsverhalten des Baustoffes Holz bei Einwirkung äußerer Kräfte, die in verschiedener Richtung zur Faser auftreten. Auch der Einfluß der oft in

weiten Grenzen schwankenden Feuchtigkeit des Holzes, seiner unvermeidlichen Wuchsfehler und äußeren Beschaffenheit auf die Festigkeit wurde in großem Maße durch Versuche geklärt. Aufgrund dieser Arbeiten konnten die Gütebedingungen für Bauholz (DIN 4074) aufgestellt werden, die eine weitgehende Ausnützung auch des bis zu einem gewissen Grade mit Fehlern behafteten Holzes ermöglichen und damit wesentlich zur wirtschaftlichen Anwendung von Holzkonstruktionen beitragen können." [8.1.]. Dazu hat dann auch die Erweiterung der Sortierkriterien der DIN 4074 auf Bretter, Bohlen und Rundhölzer im Jahre 1958 beigetragen. Die Untersuchungen zur Tragfähigkeit von Rundholz ergaben in der 1969 erlassenen Norm DIN 1052 eine zwanzigprozentige Erhöhung der zulässigen Knick- und Biegespannungen. Da auch die Knickzahlen neueren Erkenntnissen angepasst wurden, waren damit für Rundholz um bis zu 36 Prozent höhere Knickspannungswerte für Rundholz möglich [6.5].

Umfangreiche Untersuchungen wurden in den 50er-Jahren zur Klärung des Trag- und Verformungsverhaltens zusammengesetzter Druck-



**Bild 6.4:** Untersuchungen an der TH Karlsruhe zum Lastabtrag bei am Endauflager ausgeklinkten Trägern (aus [5.23])

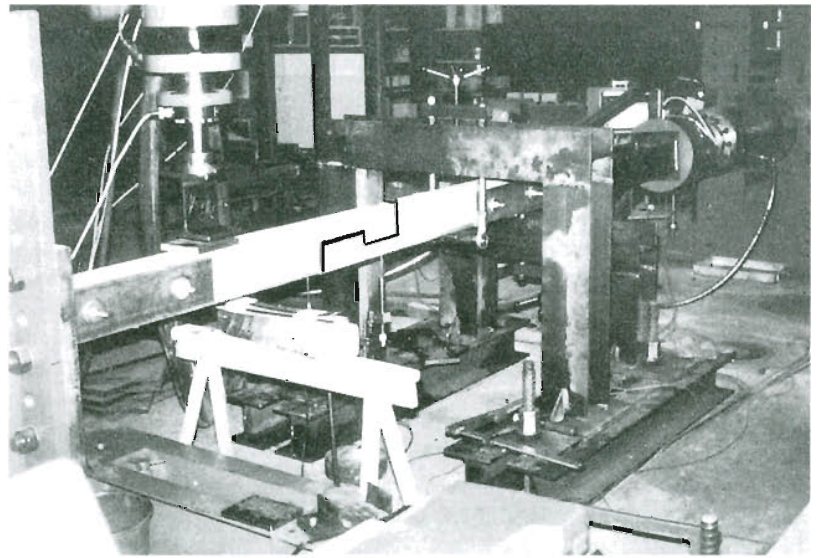
und Biegestäbe durchgeführt. In dieser Zeit wurden zwar schon vereinzelt größere Holzquerschnitte in Brettschichtholz ausgeführt, aber i. Allg. nutzte der Zimmerer die Möglichkeit, statisch erforderliche große Querschnitte aus mehreren einzelnen Vollholzquerschnitten herzustellen, in dem er diese untereinander mittels nachgiebiger Verbindungsmittel verband. Die Regelungen zur Berechnung derartiger Querschnitte in der Ausgabe der DIN 1052 aus dem Jahre 1947 war unbefriedigend. „Die vor allem bei nachgiebigen Verbindungsmitteln vorliegenden Verhältnisse des Tragverhaltens werden in den bisherigen Vorschriften aber nur sehr unvollkommen erfasst, da die besonderen Gesetzmäßigkeiten des nachgiebigen Verbundes nicht berücksichtigt wurden.“ [6.5].

In den sechziger Jahren bildeten Fragen des Dauerstandsverhaltens von Holzbauteilen einen Schwerpunkt der Forschung. Studiert wurde das Verhalten der Holzwerkstoffe unter Dauerlast unter Berücksichtigung der beim Holz auftretenden Kriechphänomene beim Nachweis der Ge-



**Bild 6.5 Untersuchungen der Bauakademie der DDR und am Forschungsinstitut des Kombines Bauelemente und Faserbaustoffe Leipzig zum Einfluss der Trägerhöhe auf die Biegefestigkeit von Brettschichtholz**

(s. auch [5. 24 und 9.48])



**Bild 6.6: Untersuchungen zum Tragverhalten von Hakenblattverbindungen (aus bauen mit holz (1989) H. 7, S. 495)**

brauchstauglichkeit. Mit der zunehmenden Einführung des Brettschichtholzes und der Erschließung neuer Anwendungsgebiete traten zahlreiche neue Probleme zutage. Neben der Festlegung zulässiger Festigkeitswerte für Brettschichtholz waren zahlreiche Fragen aus der Anwendung zu klären. Jetzt war es möglich, Hallenbinder in Satteldachform mit geradem oder gekrümmtem Untergurt herzustellen, und es bestand das Problem der rechnerischen Erfassung von örtlichen Längs- und Querkzugbeanspruchungen. Die Möglichkeit, sehr schlanke, hohe Träger zu fertigen, erforderte eine Lösung für die Stabilisierung derartiger Träger. Ausklinkungen an den Auflagern von Brettschichtholzträgern waren jetzt einfach herstellbar, barge aber die Gefahr des Versagens infolge Überschreitung der Querkzugfestigkeit des Holzes (Bild 6.4). Fragen der Brettschichtholzfestigkeit bei Herstellung aus festigkeits-sortierten Brettlagen, der Einfluss der Bauteilhöhe auf die Biegefestigkeit (Bild 6.5), das Verhalten unter Dauerlast, der Einfluss der Keilzinkenfestigkeit auf die Biegefestigkeit standen ebenso im Mittelpunkt der Forschung der letzten Jahre, wie die ge-

nerelle Bewertung streuender Einflussgrößen auf die Festigkeitseigenschaften von Brettschichtholz.

So lässt sich an der Entwicklung der Brettschichtholzbauweise erkennen, wie eine technologische Entwicklung der Forschung ständig neue Aufgaben stellt.

Der substanzschonende Erhalt historischer Holzkonstruktionen und ihrer Verbindungen stand ab Mitte der 80er-Jahre zunehmend auf der Tagesordnung. Die Forschung der letzten zehn Jahre konzentrierte sich vor allem auf die Feststellung der technischen Eigenschaften von Altholz und von verdeckten Bauschäden mittels zerstörungsfreier Diagnosemethoden, eine möglichst realistische Modellbildung für die Untersuchungen des Tragverhaltens von historischen Konstruktionen, auf denkmalgerechte Instandsetzungsmethoden, die fachgerechte Sanierung von Fachwerkbauten und das Tragverhalten historischer Holzverbindungen (Bild 6.6). „Die Tragsicherheit der Knotenpunkte und Verbindungsmittel alter Holzkonstruktionen (im folgenden kurz historische Knotenpunkte genannt) kann bisher nur äußerst schwierig zuverlässig beurteilt werden. Die einschlägigen techni-

schen Baubestimmungen sind auf moderne Ingenieurholzbauwerke ausgerichtet und können für die Beurteilung nur unter Vorbehalt herangezogen werden.“ [5.14]. Die Arbeiten im Sonderforschungsbereich 315 der Universität Karlsruhe und innerhalb des Projektes „Denkmalpflegeforschung“ des Bundesministeriums für Forschung und Technologie sowie einzelne Forschungsvorhaben haben wesentlich zur Klärung bestimmter Sachverhalte beigetragen (s. auch [3.65], [3.66], [2.101], [5.14 bis 5.15], [5.26 bis 5.28], [5.30-5.33], [6.16-6.22] und [9.46]). Weitere Ergebnisse sind hier noch zu erwarten.

**7. Mehr aus Holz machen – Die Innovationen für neue Holzwerkstoffe**

Die Verarbeitung des Rohholzes nach der Entrindung führt zu den unterschiedlichsten Werkstoffen (Bild 7.1). Zunächst entsteht in der ersten Veredelungsstufe das Rundholz.

Ziel jeder weiteren Veredelung des Holzes ist es, die nachteiligen Eigenschaften des Holzes, wie der Einfluss natürlicher Fehlstellen auf technische Eigenschaften, ein ausgeprägtes Schwind- und Quellverhalten oder auch eine Minderung der Dauerbeständigkeit unter bestimmten Einflüssen, gezielt zu vermindern oder gänzlich auszuschalten. Ohne tätige Mitwirkung der Holzforschung wäre der heutige Entwicklungsstand nicht erreichbar gewesen (s. auch dazu das Standardwerk von Prof. Kollmann [5.17]).

Die Herstellung von Sperrholz führt zu einem Plattenmaterial, welches mindestens aus drei Lagen Holz oder Furnierschichten besteht, deren Faserrichtung jeweils um 90 Grad gedreht angeordnet ist. Schon in den altägyptischen Reichen verarbeitete man einzelne Holzblätter zu Furnieren und klebte diese auf Holzmöbel. Die Anfänge der industriellen Sperrholzproduktion gehen

auf die 30er-Jahre des 19. Jahrhunderts zurück, als man in den USA und ab 1843 auch in Deutschland versuchte, Sperrholz maschinell herzustellen. Nachdem mit der Entwicklung einer entsprechenden Maschinenteknik 1890 in Europa die Sperrholzproduktion in nennenswerter Größenordnung begann, setzte eine kontinuierliche Produktionssteigerung ein.

Die Anwendung von Sperrholz im Hausbau begann in den USA in den 40er-Jahren des 20. Jahrhunderts. Dagegen kann man von einem nennenswerten Absatz im europäischen Holzbau erst seit Beginn der 70er-Jahre des 20. Jahrhunderts sprechen. Anfänglich wollte man daraus geklebte Material sparende I- oder Kastenträger mit Stegen aus Sperrholz für Spannweiten bis 30 m entwickeln (Bild 7.2). Dieser Weg

wurde aber wieder verlassen. Weiterhin wurde seit den 30er-Jahren der Einsatz von Sperrholz als Knotenplatte bei Fachwerken oder hochbeanspruchten Knoten untersucht (Bild 7.3). Nach Span- oder OSB-Platte trifft man Sperrholz heute im Hausbau an.

**Furniersperrholz** besteht ausschließlich aus Furnierlagen, die jeweils längs und quer zueinander verlegt werden, in Dicken zwischen 0,1 und 6 mm. Stabsperrholz hat eine Mittellage aus Holzstäben mit beidseitigen Furnierdecklagen. **Furnierschichtholz** ist ein Baustoff, der in den 1980er-Jahren aus Nordamerika und Skandinavien auf den deutschen Markt kam. Es besteht aus 3 mm dicken Furnierlagen (Klebstoff: Phenolharz), deren Fasern alle in Längsrichtung ausgerichtet werden. Gleichzeitig findet eine Festigkeits-

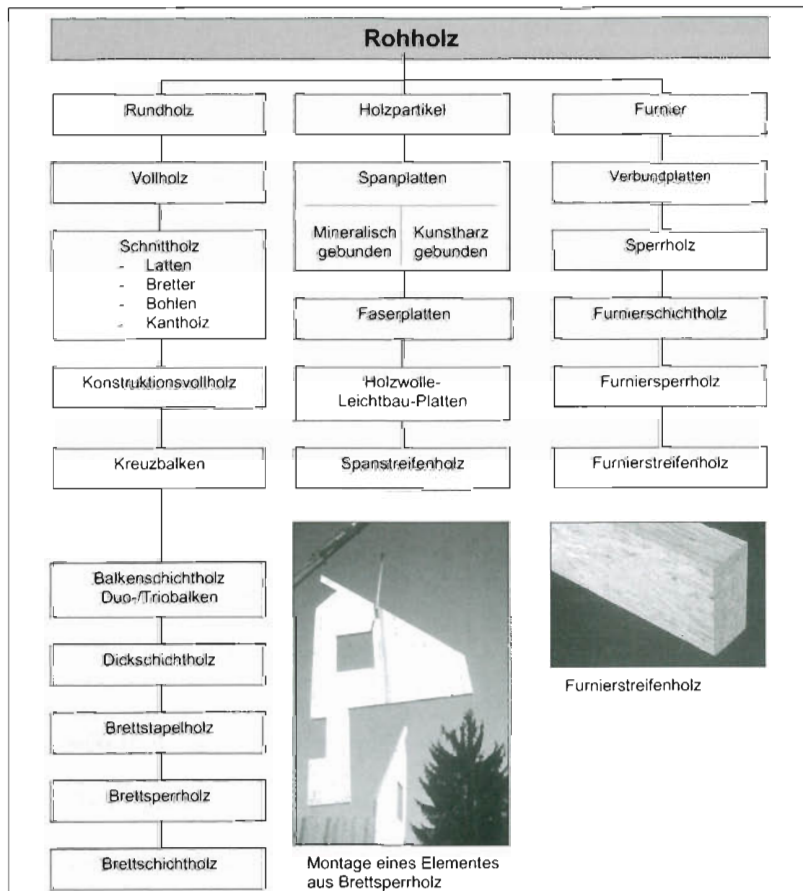


Bild 7.1: Veredelung des Rohstoffes Holz zu Holzwerkstoffen



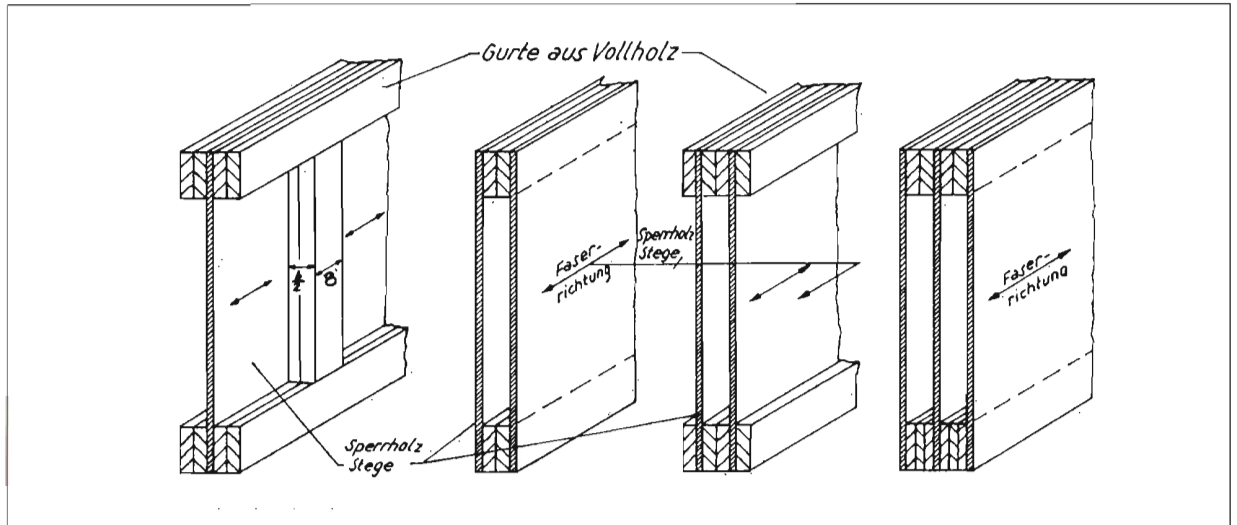


Bild 7.2: Trägerquerschnitte mit Sperrholzstegen nach Möhler (aus [7.3])

sortierung statt, Fehlstellen werden ausgekappt. Es entstehen 2,5 m x 20,0 m große Platten, aus denen Balken und Platten geschnitten werden können.

**Furnierstreifenholz** besteht aus festigkeitsortierten Furnierstreifen (2600 mm lang, 13 mm breit und 3 mm dick), aus denen mittels Phenolharz geklebte Balken mit stark homogenisierten Eigenschaften hergestellt werden. Die ersten Entwicklungen zu dieser neuen technischen Veredelung des Holzes geht auf Arbeiten gegen Ende der 1960er Jahre in Kanada zurück. Die Produktion begann 1988. Die geklebten Rohlinge verlassen in Abmessungen von 285 mm x 480 mm mit Längen bis 20 m die Presse. Die hohe Vergütung des Holzes ergibt einen sehr homogenen Werkstoff mit doppelt so hohen zulässigen Festigkeitswerten wie normales Nadelholz, was sich auch in viel geringeren Materialstreuungen ausdrückt.

**Furnierlangspanholz** ist im Aufbau dem Furnierstreifenholz ähnlich. Die Furnierspäne sind kürzer (300 mm lang), dafür aber breiter (25 mm breit) und dünner (0,9 mm dick). Aus ihnen wird unter Zuhilfenahme von Polyurethanharzklebstoff ein Plattenwerkstoff in der Größe von etwa 2,0 m x 10 m. Dem Zerkleinern des Rohholzes zu

Holzpartikeln lag die Idee zugrunde, Flächenelemente aus Holz herzustellen. Dazu bedurfte es aber ebenfalls eines dauerhaften Bindemittels.

Eine der ersten Holzwerkstoff-Entwicklungen war die Herstellung von **Holzwolle-Leichtbauplatten**, bei der hauptsächlich Magnesit, Gips oder Zement als Bindemittel verwendet wurde. Die Holzwolle entsteht durch das Abhobeln von Rundholz. Es entstehen Fäden von maximal 500 mm Länge, 0,05 bis 0,3 mm Dicke und 1 bis 5 mm Breite, die bei einer Holzfeuchte von 20 Prozent mit Wasserglas, Kalkmilch oder Chlorkaliumlösungen imprägniert werden – eine Vorbehandlung, um die Bindung des Holzes mit dem Zement herzustellen. Damit war es möglich, Dämmplatten aus Holz herzustellen, die hauptsächlich im Hausbau eingesetzt wurden. In Deutschland sind derartige Platten auch unter ihrem Produktnamen als Heraklithplatten bekannt. Die Holzwolle-Leichtbauplatte wurde bis in die 50er-Jahre häufig als Putzträger und Dämmstoffplatte im Holzhausbau eingesetzt. Die Firma Heraklith produzierte auch selbst Häuser. Sie wurde später von den Spanplatten abgelöst.

Die Entwicklung von Faserplatten und **Spanplatten** eröffnete neue

Möglichkeiten. Möbel konnten industriell gefertigt werden, im Bauwesen konnten die Ausbauprozesse rationalisiert und Holzhäusern mit flächigen Elementen rationell hergestellt werden.

Die Herstellung der **Holzfaserplatten** geht auf umfangreiche Entwicklungsarbeiten zurück, die allein zwischen 1858 und 1928 über 200

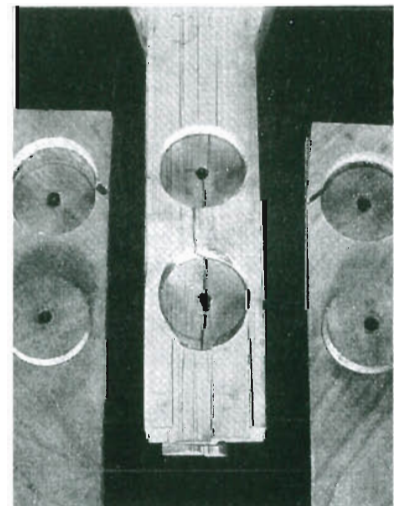


Bild 7.3: Untersuchungen zum Tragverhalten von Knotenplatten aus Sperrholz, Mittelholz aus Vollholz, Seitenlaschen aus Sperrholz mit Dübelverbindungen der Firma Kübler AG, Otto Graf und Karl Egner, 1939 (aus [5.29])

Patentanmeldungen erzeugten. Ab 1910 begann in den USA die Produktion von Faserplatten. Weltweit begann ab 1922 eine stetig steigende Anwendung derartiger Platten, wobei in Deutschland erst ab 1934 nennenswerte Produktionszahlen die Entwicklung kennzeichneten.

Die Grundtechnologie für die Faserplatten lehnt sich an die Verfahren zur Papierherstellung an. Der Zellverband des Rohholzes wird aufgelöst, die Fasern werden mit dem herausgelösten Lignin wieder verfilzt, getrocknet und unter Zusatz bekannter Bindemittel gepresst. Die herstellbaren Rohwichten variieren zwischen 180 und 850 kg/m<sup>3</sup>, so dass leichte Dämmplatten oder auch halbharte bis harte Faserplatten herstellbar sind. Neben dem Einsatz im Waggon- und Möbelbau wurden die Platten im Haus- und Barackenbau als dämmende oder raumschließende Verkleidung eingesetzt.

Die ersten Patente zur Entwicklung von Spanplatten entstanden zwischen 1905 und 1936. In Deutschland begann die Produktion 1941

und seit 1946 wurde sie stetig erweitert (Bild 7.4). Die Anwendung im Holzhausbau setzte Ende der 50er-Jahre ein. Heute wird die klassische Spanplatte zunehmend durch die preiswertere **OSB-Platte** ersetzt. Bei der OSB-Platte handelt es sich um eine Spanplatte aus groben Spänen, so genannten Strands. Die Späne sind 0,6 mm dick und ca. 60–75 mm lang. Sie werden mit Kunstharzklebstoff in drei Schichten, bei unterschiedlicher Ausrichtung der Späne (Deckschicht: Spanrichtung längs; Mittelschicht: Spanrichtung quer) zu Platten mit Dicken zwischen 6 und 25 mm verklebt.

Mit der Entwicklung des Holzhausbaus war eine Weiterentwicklung der vor dem Zweiten Weltkrieg praktizierten Holzhausbauweisen verbunden. Die Verwendung großflächiger Plattenmaterialien gestattete bei entsprechender Festigkeit die Platten zur Stabilisierung der Wand- und Deckenelemente heranzuziehen. „Holzspanplatten bieten aufgrund verschiedener Materialeigenschaften erhebliche Vorzüge bei ei-

ner Verarbeitung im Fertighausbau. Besonders zu nennen sind Großflächigkeit, Homogenität und Formbeständigkeit. Die Platten werden in Dicken von 4–40 mm hergestellt, so dass praktisch für jeden Verwendungszweck eine geeignete Plattentypen lieferbar ist.“ [3.1]. Dazu war es erforderlich, die Festigkeitseigenschaften der für den Hausbau in Frage kommenden Plattenmaterialien zu erforschen. Die in dieser Hinsicht Ende der 1950er-Jahre durchgeführten Arbeiten führten 1963 zur Herausgabe einer „Holzhausrichtlinie“, die die bauaufsichtlichen Fragen der Ausführung und der Berechnung von Holzhäusern in Holztafelbauart regelte. „Die Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften von Furnier-, Span- und Faserplatten, die noch lange nicht abgeschlossen sind, haben bereits 1963 in den „Holzhausrichtlinien“ Angaben über zulässige Spannungen und Elastizitätsmodulen ermöglicht, wobei die Anwendung aber vorläufig noch auf tragende und aussteifende Teile von Holzhäusern in Tafelbauart beschränkt war. In den

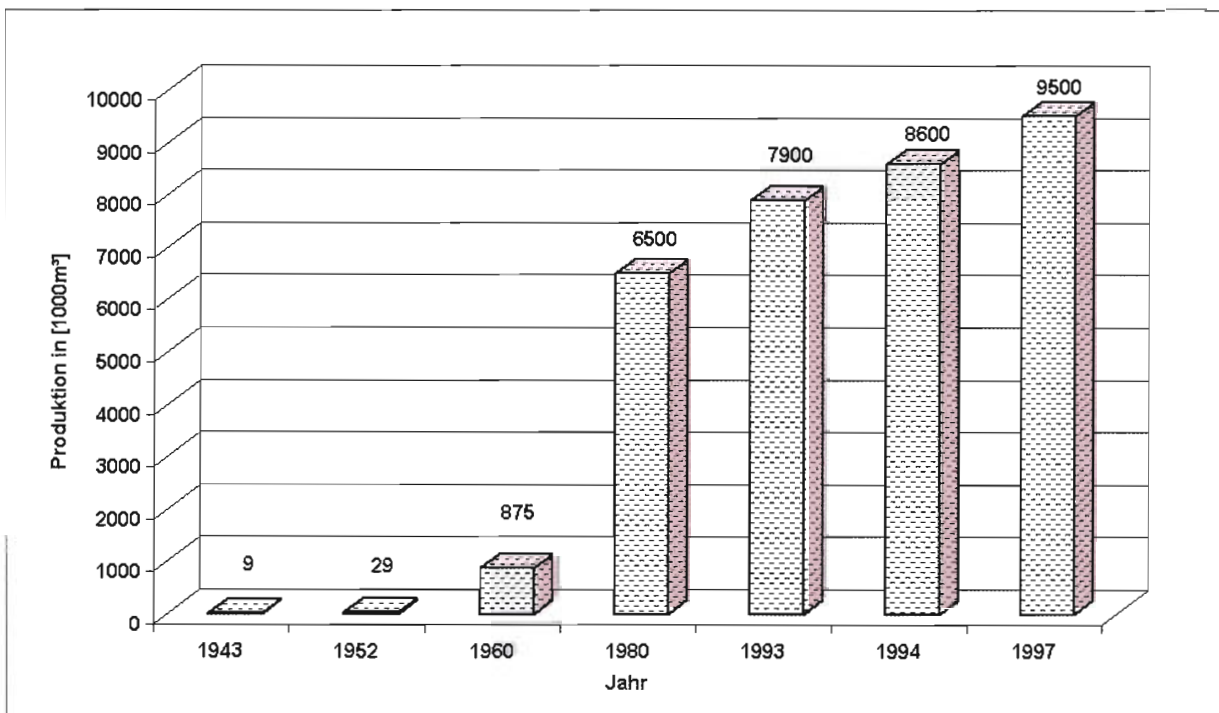


Bild 7.4: Entwicklung der Produktion von Spanplatten in Deutschland

1967 erschienenen „Vorläufigen Richtlinien für Dachschalungen aus Holzspanplatten oder Bau-Furnierplatten“ ist die Anwendung der Holzwerkstoffplatten als Dachschalung geregelt.“ [6.15]. Beide Richtlinien wurden durch die im Jahre 1969 herausgegebene Norm DIN 1052 ergänzt. Neu war, dass als erster Holzwerkstoff das Sperrholz generell für tragenden Zwecke zugelassen war und im Blatt 1 hierzu die zulässigen Festigkeitswerte und Regeln enthalten waren. Damit war es auch möglich, holzsparende und hoch belastbare I- oder Kastenträger aus Gurten in Voll- oder Brettschichtholz mit Stegen aus Sperrholz herzustellen.

Die Spanplatte war dagegen wegen der noch nicht abgeschlossenen Forschung und des technischen Standes in der Herstellung noch nicht generell für tragende Zwecke, außer im Holztafelbau, zugelassen. Anfang der 70er Jahre war die Forschung zur baulichen Verwendung der Holzspanplatten schon weit fortgeschritten [6.15], aber die Herstellung von speziellen Platten für bautechnische Zwecke machte noch Schwierigkeiten. „Von systematischer Entwicklung technischer Holzwerkstoffe kann indessen heute noch nicht gesprochen werden. Der Bedarf an Platten für „allgemeine Zwecke“, auch im Bauwesen, ist augenblicklich noch so groß, dass die überlastete Industrie zu wenig Kapazität für neue Entwicklungen freimachen kann.“ [7.2]. Die endgültige Regelung der Anwendung von Spanplatten für tragende Konstruktionen blieb der folgenden Normfassung vorbehalten. In der Fassung der DIN 1052 aus dem Jahre 1988 waren die Bestimmungen der Holzhausrichtlinie in die Norm aufgenommen bzw. eingearbeitet worden. Die Holzhausrichtlinie wurde Teil 3 der überarbeiteten Norm, und die Regeln zu den Dachschalungen erhielten im Teil 1 der Norm ihren Platz.

Die OSB-Platten besitzen ähnliche Eigenschaften wie die Spanplatte. Ihre Verwendung für bauliche Zwecke ist zur Zeit nur in bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

## 8. Neue Verbindungen/ Verbindungsmittel im ingenieurmäßigen Holzbau

Holz als stabförmiges Material benötigt bei seiner konstruktiven Verwendung tragfähige und dauerhafte Verbindungen. Die bis Ende des 19. Jahrhunderts vom Zimmermann praktizierten althergebrachten Verbindungen können nur Druck- und Scherkräfte übertragen und waren daher für weitgespannte Fachwerke, wie sie der Stahlbau in zahlreichen Formen und Verwendungen schon in seiner frühen Entwicklung hervorbrachte, nicht geeignet. Diese Erkenntnisse veranlassten innovative Holzbauunternehmer und Ingenieure zur Entwicklung neuer Ver-

bindungsmittel, wie zum Beispiel von Scheiben- und Krallendübeln (Bild 8.1) und später von Nagelverbindungen sowie von leistungsfähigen Klebetechniken. Die bekannten Holzbaupraktiker und Buchautoren Gattner/Trysna sprachen im Jahre 1960 rückblickend von einer bahnbrechenden Entwicklung: „Bahnbrechend für den ingenieurmäßigen Holzbau war jedoch die Entwicklung der verschiedenen neuartigen Verbindungsmittel, welche es gestatteten, mit verhältnismäßig wenig Aufwand an Baustoffen und Arbeit, unter Zuhilfenahme einfacher Bohr- und Fräsmaschinen, die einzelnen Hölzer so miteinander zu verbinden, dass sie in gewissen Grenzen beliebige Zug- und Druckkräfte bzw. Biegemomente in statisch einwandfreier

### Anton Gattner Prof. Dipl.-Ing.

Geboren 1900  
in Brünn

Gestorben am 19.07.1968

Lehre/Studium

Bis 1919  
Studium an der TH München  
und der TH Graz

Berufliche Laufbahn

1919  
Eintritt in die Siemens-Bauunion  
Leiter der Abteilung Schalung,  
Rüstung und Gleitschalung in der  
Siemens-Bauunion

Entwurf zahlreicher kühner Gerüst-  
und Holzkonstruktionen

1932  
190 m hoher Funkturm, München

1950  
Funkturm Feldberg im Taunus

1951  
Lehrgerüst Stahlbetonbogenbrücke  
Roßhaupten, 80 m  
Spannweite

1952

Messehalle 17 in Frankfurt/Main

Gleitschalung Europabrücke  
Brennerautobahn

Weiterentwicklung der  
Schaltechnik

Mitarbeit im Architekturbüro  
Behnisch & Partner, München,  
zur Planung der Olympiabauten

1959

Dozent für die Grundvorlesungen  
Holzbau an der TH München

Honorarprofessor an der  
TH München

Mitglied des DGfH- Ausschusses  
für Forschungsvorhaben

Mitglied des Arbeitsausschusses  
zur Neubearbeitung der DIN 1052

1966

Ruhestand

Bücher

Gattner/Trysna: Hölzerne Dach-  
und Hallenbauten, Ernst & Sohn,  
Berlin 1952 und 1961

Weise aufnehmen und weiterleiten konnten." [2.170].

Doch damit allein war es nicht getan. Wenn man mit dem Stahlbau mithalten wollte, musste der Holzbau auf eine ingenieurmäßig fundierte Grundlage gestellt werden. Dies gelang in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts nur durch den Aufbau einer Holzbauauforschung für die immer zahlreicher werdenden neuen Holzbauentwicklungen und deren theoretische Fundierung.

Bis 1925 kann daher eine zunehmende Forschung auf dem Gebiet der Materialprüfung und Materialforschung beobachtet werden.

Doch erst mit der behördlichen Einführung spezieller Berechnungsvorschriften ab 1920 setzte die ingenieurmäßige Durchdringung des Holzbaus ein. Ohne eine engere Verbindung von Forschung und Praxis war dies nicht zu bewältigen. Diese neue Qualität der Holzbauauforschung wurde etwa 1928/1930 erreicht.

„Wohl auf keinem anderen Gebiet der Bautechnik hat die Wechselwirkung zwischen Forschung und praktischer Anwendung in so kurzer Zeit zur Entwicklung eines neuen Zweiges der Bautechnik, nämlich des Ingenieurholzbauwes, geführt wie in der Zeit von 1930 bis 1940, die Begründung des Nagel-, Dübel- und Leimbaues durch wissenschaftliche Untersuchungen und ihre auf dem Fuß folgende Anwendung im Brücken-, Binder- und Hallenbau.“ [1.4]. Erst damit war die Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Stahl- und Stahlbetonbauweise hergestellt und eine ingenieurmäßige Planung der Bauten möglich. 1938 bemerkt C. Kersten zum erreichten Stand auf diesem Gebiet: „Die Bauten müssen jedoch den Forderungen der neuzeitlichen Baustatik Rechnung tragen; mit Faustformeln und mehr oder weniger veralteten Zimmermannsregeln – so gut manche von Ihnen auch gewesen sein mögen – kann bei Rahmen- und Bogenformen bis zu 70 m Spannweite nicht mehr gearbeitet werden. Das entscheidende Wort bei

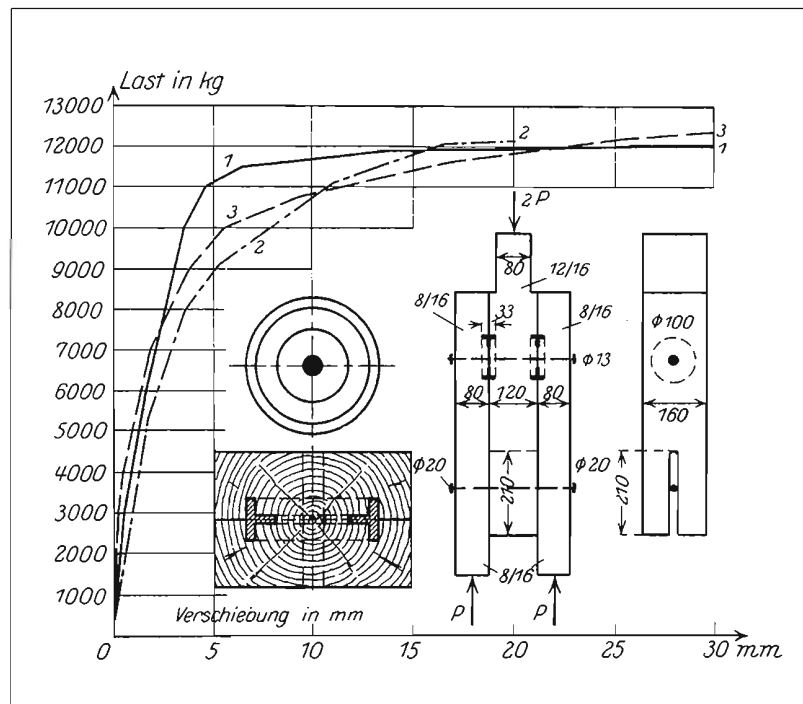


Bild 8.1: Last-Verformungskurve des Ringdübels der Firma Christoph & Unmack AG (aus [2.39])

der Planung hat heute der statisch geschulte Ingenieur zu sprechen. Die Berechnung der Holzquerschnitte allein genügt nicht; wichtig ist vor allem die sachgemäße Verbindung der einzelnen Fachwerkstäbe und die richtige Verbindung dünnwandiger Einzelstäbe zum Vollwandbinder.“ [2.185].

Getrieben von dem Willen, gegenüber dem Stahl- und Stahlbetonbau mithalten zu können, haben die Holzbauer immer wieder versucht, neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Die immer größer werdenden Spannweiten waren stets auch eine Herausforderung für die Leistungsfähigkeit der Verbindungstechniken. Dabei hat man vor dem Zweiten Weltkrieg schon Beachtliches geleistet, wenn man an die Erforschung der Nagel-, Dübel- und Klebeverbindungen denkt. Rückblickend fasst Karl Möhler das Erreichte 1954 wie folgt zusammen: „Hierbei (bei der Erforschung der Verbindungsmittel – Anmerkung des Verf.) war es nutzbringend, auch schon bei der alther-

gebrachten Zimmermannsbauweise verwendete Verbindungsmittel, wie den Bolzen und den Nagel, einer eingehenden versuchsmäßigen und theoretischen Untersuchung zu unterziehen. Bei diesen Arbeiten hat man sich in der Hauptsache zuerst einmal bemüht, die Festigkeit und das Verhalten bei statischer Belastung der einzelnen Verbindungsarten mit genügender Sicherheit gegen Bruch und gegen allzu große Formänderung festzulegen. Dadurch wurde der grundsätzliche Verlauf der Last-Verformungslinie der verschiedenen Verbindungsmittel festgestellt und hiernach das Steifigkeitsverhalten der einzelnen Verbindungsarten miteinander vergleichbar, woraus u. a. auch Rückschlüsse auf das Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel gezogen werden konnte.“ [8.1].

Deshalb wurde die Erforschung neuer Techniken zur Verbindung des Holzes auch immer wieder notwendig. Karl Möhler bemerkt dazu 1954 weiter: „Der Ingenieurholzbau benö-

tigt aber neben dem Baustoff Holz hochwertige Verbindungsmittel, die es ihm gestatten, die einzelnen Bauelemente zu gemeinsam tragenden Konstruktionen zusammenzufassen, wobei Schub-, Zug- und Druckkräfte in gleicher Weise zuverlässig übertragen werden müssen. Bretter, Bohlen und Kanthölzer müssen zum tragfesten Vollwand- oder Fachwerkträger, zur Stütze oder zum Rahmentragwerk verbunden werden. Die Entwicklung neuzeitlicher Holzverbindungsmittel und ihre Erprobung im Versuch hat daher mit den wachsenden Aufgaben des oft mit den anderen Bauweisen im Wettbewerb stehenden Holzbaues eine besondere

Bedeutung erlangt." [8.1]. Und diese Bedeutung hat sie bis heute für den Holzbau nicht eingebüßt (Bild 8.2).

Bis Mitte der sechziger Jahre beschäftigte man sich vor allem mit der Verbesserung des Kenntnisstandes über die bautechnischen Eigenschaften der Klebe- und Nagelverbindungen und widmete sich damit den noch ungeklärten Fragen aus der Forschung vor dem Zweiten Weltkrieg. Darüber hinaus erweiterte man den Forschungsgegenstand auf neue Felder: „Die Frage der Holzeinsparung und der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit unserer Holzbauwerke hat auch bei den nachgiebigen Verbindungsmiteln zu Untersuchungen

geführt, die Anwendbarkeit derselben durch die Einbeziehung anderer Holzarten und Baustoffe auszuweiten oder durch neue Formen und Kombinationen höhere Werte an Tragfähigkeit und Steifigkeit zu erzielen." [8.1].

Nicht vollständig geklärt war der Einfluss der Nachgiebigkeit von Verbindungsmitteln auf das Tragverhalten von zusammengesetzten Biegeträgern und Druckstäben, der bis zum Erscheinen der DIN 1052 im Jahre 1969 durch umfangreiche Forschungsarbeiten unter Leitung von Karl Möhler behandelt wurde. „Die Ergebnisse aus Forschung und Materialprüfung fließen in die Normung ein bzw. kommen den Herstellern zugute." [5.15]. Die Vielfalt nutzbarer Verbindungstechniken ist ohne eine intensive Forschung nicht denkbar. Beispielgebendes wurde geleistet auf dem Gebiet Holz-, Stahl-, und Holzwerkstoffanschlüsse, der Verbindungstechniken für hohe Beanspruchungen, eingeklebte Stahlstäbe, Queranschlüsse an Brett-schichtholz, der Berechnung und Konstruktion von Stabdübelverbindungen und der Tragfähigkeit historischer Verbindungen.

### 8.1 Leime/Klebstoffe/Brett-schichtholz

Seit der ingenieurmäßigen Durchdringung des Holzbaus gab es immer wieder Versuche, durch die Anwendung von Leimverbindungen die Leistungsfähigkeit von Holzkonstruktionen zu verbessern. So versuchte Carl Friedrich Wiebeking (1762–1842) bei seinen Brückenbauten zu Anfang des 19. Jahrhunderts, gebogene Brückenträger aus geleimten Bohlen herzustellen. Beim Bau des Kristallpalastes in London 1851 wurden geleimte Bogenträger eingesetzt. Es war jedoch das Verdienst des Weimarer Zimmermeisters Otto Hetzer (1846–1911), mit Pioniergeist und in langjährigen Ver-

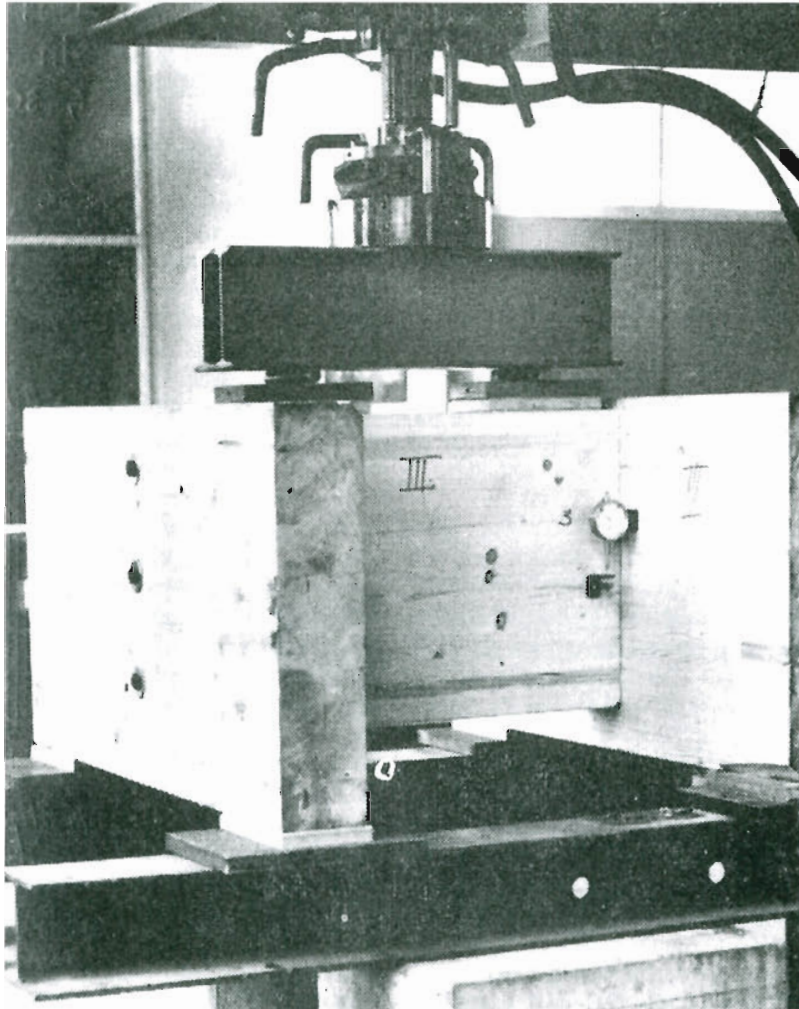
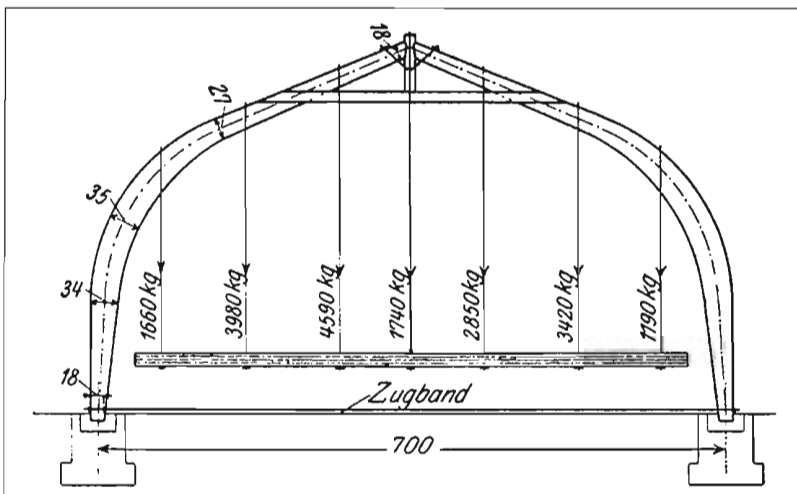


Bild 8.2: Versuche an der Universität Karlsruhe über das Tragverhalten von Ringkeil-Dübelverbindungen im Hirnholz von Brett-schichtholz (aus [8.4])



**Bild 8.3:** Versuch zum Tragverhalten einer Hetzerkonstruktion, durchgeführt im Zusammenhang mit dem Bau eines Lockschuppens für die Schweizer Bundesbahnen in Bern im Jahre 1912 [aus [2.39]]

suchen mit Kaseinleim zwischen 1890 und 1910 die Brettschichtbauweise in vielfältiger Anwendung (siehe auch Abschnitt 2.2) zur industriellen Verbreitung gebracht zu haben.

Schon zwanzig Jahre vor der Erteilung seines Patentes zum Brettschichtholz hatte Otto Hetzer durch intensive Versuche und Erprobungen Erfahrungen gesammelt. Ihn interessierte vor allem die Frage der Dauerhaftigkeit des Verbindungsmittels in der Verbindungsfuge. Erprobt wurden die Konstruktionen einerseits durch Auslagerung unter extremen Witterungsbedingungen im Freien und andererseits bei verschiedenen Bauten. So wurden 1890 Verbundbalken mit 10 m Länge für mehrere Säle des Reichstagsgebäudes, für einen provisorischen Bahnhof in Dresden oder bei verschiedenen Kasernenbauten eingesetzt.

In amtlichen Materialprüfanstalten in Berlin und Dresden und im Zusammenhang mit dem Bau einer Lokomotivhalle in der Schweiz wurden 1903, 1904, 1908 und 1913 eingehende Untersuchungen zur Dauerbeständigkeit und zur Tragfähigkeit der Verbundbalken durchgeführt (Bild 8.3). Die Versuche bewiesen eine ausreichende Festigkeit der Verbindung selbst nach monatelanger La-

gerung im Freien und Beanspruchungen unter extremen Witterungsverhalten.

Die Festigkeit der Balken war höher als die vergleichbarer Vollholz-

balken, weshalb der Vorschlag unterbreitet wurde, die zulässigen Spannungen für Bauteile aus Fichte von 60 bis 70 N/mm<sup>2</sup> auf 80 N/mm<sup>2</sup> und provisorische Bauten auf 100 bis 120 N/mm<sup>2</sup> (bezogen auf die Biegebeanspruchung) zu erhöhen. Aus alten statischen Berechnungen erkennt man, dass bei einzelnen Bauten noch höhere zulässige Spannungen festgelegt wurden.

Mit der Entwicklung von Kunstharzklebstoffen in Deutschland ab den 1930er Jahren, zunächst primär für den Flugzeugbau, war eine wesentliche Voraussetzung für die Weiterentwicklung der Hetzerbauweise gegeben, waren doch damit geleimte Bauteile mit gegenüber Feuchteinwirkungen dauerhafterer Klebfuge möglich. Außerdem waren mit diesen Verbindungen höhere Festigkeiten erreichbar.

Vorausgegangen waren der Entwicklung der Kunstharzklebstoffe (Tabelle 8.1) die Entdeckung des

**Tabelle 8.1: Entwicklung der Kunstharzleime und Leimtechnik**

	Entdeckung des Knochenleims durch Papin (1647–1714)
Mitte 19. Jahrhundert	Entdeckung von Harnstoff durch Louis Proust (1755–1826) und William Prout (1786–1850)
1828	Harnstoffsynthese durch Friedrich Wöhler (1800–1882)
1859 bis 1867	Darstellung des Formaldehyds durch Butlerov (1828–1886) und Hoffmann (1818–1892)
1907 bis 1916	Erfindung der Chemoplaste/Bakelite durch Baekeland (1863–1944)
1910	Industrielle Fertigung von Sperrholz für Flugzeuge
1925	Der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik gründet einen Fachausschuss für Leimprüfungen
1928	Erste Prüfvorschriften für Leime bzw. für verleimte Hölzer werden durch die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt erlassen
1930	erstmalig Tecofilme (Phenol-Formaldehydleim) bei der Sperrholzherstellung in Deutschland angewendet
1929	Patent zur Herstellung säurehärtender Harnstoffharze (Kauritleim – Deutsches Reichspatent Nr. 550 647)

Harnstoffes Mitte des 19. Jahrhunderts, die Harnstoffsynthese 1828, die Darstellung des Formaldehyds im Jahre 1867 und die Erfindung der Chemoplaste in der Zeit von 1907 bis 1915. Mit der Produktion des 1928 patentierten Kauritleims [2.17] stand ein kalthärtender Kunstharzleim zur Verfügung, der absolut wasser- und schimmelfest war. Parallel zur Entwicklung der Klebstoffe begann auch eine intensive Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zur Verbesserung der technologischen Eigenschaften.

Im Jahre 1940 wurde in Deutschland unter dem Zwang, noch sparsamer mit dem Holz umzugehen, ein „Ausschuss für Grobholzleimung“ im Reichsforstamt gegründet, der sich noch intensiver der Weiterentwicklung und Anwendungserweiterung des Holzleimbaus widmen sollte. Die dadurch angeregten Forschungen führten zu zahlreichen Ergebnissen, wie z.B. den Vorschlägen zum Einsatz von geleimten Deckenbalken im Wohnungsbau, der Herstellung von Spurlatten aus Brettschichtholz im Bergbau, Herstellung von Brettschichtholz mit Lagen unterschiedlicher Güte, der Verbesserung der Leimtechnik oder der Anwendung neuer Klebstoffe (s. auch [2.18]).

Neben einer intensiven Weiterentwicklung der Leimtechnik befasste sich vor allem Fritz Egner im Zeitraum von 1936 bis 1942 mit der Entwicklung effektiver Stoßausbildungen der Brettstöße innerhalb von Brettschichtholzquerschnitten.

Hetzer vermied in hoch beanspruchten Gurten konsequent eine Stoßausbildung. In den statisch nicht so hoch beanspruchten Lamellen der Stege seiner I-Querschnitte verwendete er dagegen vor allem Stumpfstoße, wobei die Stöße der einzelnen Lamellen untereinander weit versetzt wurden. Eine derartige Praxis setzte jedoch relativ lange Brettlagen voraus. Von der Firma Christoph & Unmack wurden daher ab 1935 geleimte Schäftverbindungen eingesetzt (Bild 8.4).

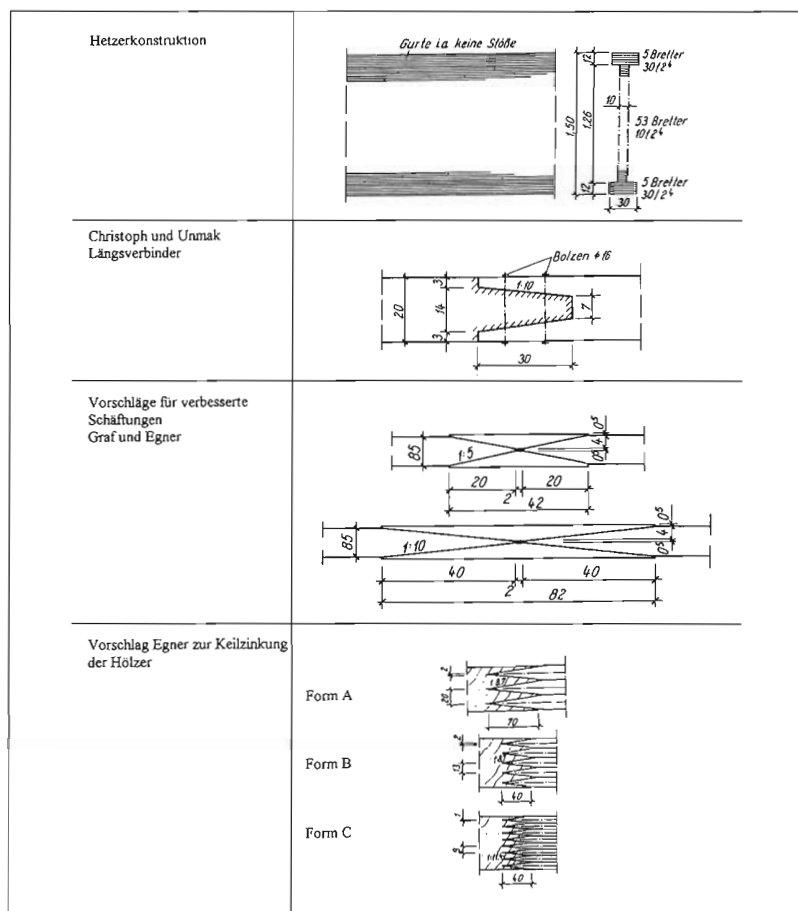


Bild 8.4: Entwicklung der Stoßausbildung im Holzleimbau (aus [2.2])

Otto Graf (1881–1956) begann 1933 mit systematischen Untersuchungen an geleimten Laschenverbindungen. Graf und Egner setzten dann diese Untersuchungen mit dem Hinweis auf die große praktische Bedeutung der Leimverbindungen für allerlei Holzbauten fort und veröffentlichten 1938 erstmals konstruktive Vorschläge für verbesserte Lagenverbindungen, wobei bei Anwendung einer doppelten Schäftung eine bedeutende Steigerung der Tragfähigkeit erreicht wurde.

In Verfolgung dieser Erkenntnisse entwickelte Egner die Schiftzinkung für Bretter, die er aber auch für größere Querschnitte empfahl, und erregte die Entwicklung entsprechender Holzbearbeitungsmaschinen an. Mit der Form C (Bild 8.4) fand er dann ein Zinkenprofil, das die besten

Festigkeitskennwerte auf Grund einer hohen Summe der zur Verklebung kommenden Flankenflächen aufweist. Damit konnten Brettlamellen praktisch endlos verbunden werden. Gleichzeitig konnte Holz geringer Güte aus bestimmten Abschnitten herausgeschnitten und die einzelnen Abschnitte wieder mittels Keilzinkenverbindung zusammengefügt werden. „Umfangreiche Arbeiten wurden bei den Holzverbindungsmitteln durchgeführt. Hier hat die Leimverbindung als tragende Verbindung dem Ingenieurholzbau ein großes Anwendungsgebiet im Holzleimbau erschlossen. Die Voraussetzungen wurden durch die Entwicklung und Verbesserung der Kunstharzkleber geschaffen, die konstruktive Voraussetzung für die Verbreitung vieler Leimbauweisen bildete aber sicherlich die Keil-

zinkenverbindung, die aufgrund der Arbeiten von Egner (1942) bereits 1960 genormt werden konnte.“ (Karl Möhler 1968 in [6.15])

Mit der DIN 68140 wurden die grundlegenden Erkenntnisse von Egner in einer speziellen Norm für Keilzinkenverbindungen für die Holzbaupraxis geregelt. Die Norm erschien erstmals im Jahre 1958.

Während es für den Nagel keine Vorschriften gab, enthielten die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“ der Deutschen Reichsbahngesellschaft eine Regelung für Klebstoffe: „Leim muß gegen den Einfluß von Feuchtigkeit und Dämpfen widerstandsfähig sein. Die Festigkeit der Leimfuge muß mindestens gleich der Schubfestigkeit des Holzes sein.“ [2.63].

Die erste Fassung der DIN 1052, im Jahre 1933 erlassen, enthielt ebenfalls einen gesonderten Abschnitt zu Leimverbindungen, der allgemeine Grundsätze für die Herstellung und Anwendung von Kaseinleimen bei

Holzbauteilen formulierte. Wilhelm Stoy, der umfangreiche Versuche an Nagelverbindungen durchführte, hatte 1933 jedoch offensichtlich wenig Vertrauen in die dauerhafte Tragfähigkeit von Leimverbindungen. Aus einzelnen Versuchen mit geleimten und genagelten Verbindungen verwies er darauf, dass es angebracht sei, bei geleimten Verbindungen so viele Nägel zu verwenden, dass diese nach der etwaigen Zerstörung der Leimfuge die Last mit geeigneter Sicherheit aufnehmen können. Diese Auffassung vertrat er 1942 nicht mehr, als er in [8.5] feststellte: „In den letzten 25 Jahren hat der Holzbau in Deutschland, dem klassischen Land des Ingenieurholzbaues, einen gewaltigen Aufschwung erlebt. Die Eigenschaften des Holzes, vor allem seine Festigkeitswerte unter Berücksichtigung der Ästigkeit, des Faserverlaufes usw. sind eingehend erforscht worden; weiterhin sind auf dem sehr wichtigen Gebiet der Holzverbindungsmit-

tel erhebliche Fortschritte in theoretischer und praktischer Hinsicht gemacht worden. Dabei sind gerade in den letzten 10 Jahren zwei alte Verbindungsmittel – Leim und Nägel (Drahtstifte) – wieder zu Ehren gekommen, nachdem man sich wissenschaftlich eingehend mit Ihnen befasst hat. Sie dienen in erster Linie zur Verbindung von Holzbauteilen von geringem Querschnitt.“ [8.5].

Die von Egner, Graf und auch Gaber durchgeführten Untersuchungen an geklebten Laschenverbindungen, Sparbalken für Holzbalkendecken (Bild 8.5), an geklebten Rahmenecken aus Voll- und Sperrholz (Bild 8.6) haben zur grundlegenden Weiterentwicklung der geklebten Holzbauteile beigetragen.

Sehr viel weitgehender waren auf Grund des neuesten Forschungsstandes die Festlegungen der Normfassungen von 1941 und 1944 zu den Leimverbindungen. Mit dem Entwurf und der Ausführung geleimter Bauteile durften nur Betriebe be-

**Tabelle 8.2: Verzeichnis des Reichsarbeitsministers vom 01.01.1943 von Firmen, die zur Ausführung von Leimverbindungen berechtigt sind**

Liste A	Liste B
Für die Ausführung aller geleimten Holzbauteile sind bisher zugelassen:	Für die Ausführung einfacher geleimter Holzbauteile, z. B. für die Herstellung von verleimten einfachen Balken und Trägern bis 12 m Stützweite, sind bisher zugelassen:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ammoniak-Werke Merseburg, Leuna-Werke</li> <li>2. Christoph &amp; Unmak AG, Niesky/OL.</li> <li>3. Gebr. Döscher &amp; Co., Velten (Mark) nur für Bauteile, die gegen Feuchtigkeit geschützt sind (DIN 1052, As. 92),</li> <li>4. Karl Kübler AG, Stuttgart</li> <li>5. Gabriel A. Gerster, Holzbau Mainz Eltviller Str. 1/7. 9.1942)</li> <li>6. J.W. Diehl, Holzbau Groß-Gerau (nur für Kaseinleim) ( 7.9.1942)</li> <li>7. B. u. J. Loehner, Zimmerei und Sägewerk, München 23, Germaniastr. 15 (22.2.1943)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Josef Anzenhuber, Frankfurt a. M.</li> <li>2. Gebr. Döscher &amp; Co., Velten (Mark, auch für Verwendung von Kunstharzleim)</li> <li>3. Wenzl, Hartl., Holzkonstruktionsbau-Ges., Wien 117</li> <li>4. Holzbauwerke F. Schaffer, Linz</li> <li>5. Georg Schneider, Holzbau, Lindau a.D.</li> <li>6. Peter Büscher u. Sohn, Hoch- und Tiefbau, Münster, /Westf. (7.9.1942)</li> <li>7. Korn &amp; Weber, Frankfurt a. M., Hanauer Landstr. 433 (7.9.1942)</li> <li>8. Höntsches-Werke AG für Holz-, Eisen- und Glasbau, Niedersedlitz/Dresden, Reicker Str. 39/45 (22.2.1943)</li> <li>9. Friedrich Losberger, Fabrik für Zeltebau, Heilbronn a. N., Allerheiligenstr. 13/15 (22.2.1943)</li> <li>10. Moritz Rauner, Holzhausbau, Klingenthal/Sa. (22.2.1943)</li> </ol>



traut werden, die eine spezielle Zulassung des Reichsarbeitsministers besaßen. Diese Liste (Tabelle 8.2) untergliederte sich in eine A-Liste (Zulassung für die Ausführung aller geleimten Bauteile) und eine B-Liste (Zulassung für die Ausführung einfacher geleimter Holzbauteile bis 12 m Spannweite). Weiterhin enthielten die Normen Festlegungen zur Anwendung von Kasein- und Karbamidleimen bzw. zur Herstellung von Leimbauteilen. Die Verwendung von Sperrhölzern in Leimbauteilen war auf kunstharzverleimte Sperrhölzer beschränkt. Mit der Entwicklung von Kunstharzklebstoffen in Deutschland ab den 30er Jahren, zunächst primär für den Flugzeugbau, war eine wesentliche Voraussetzung für die Weiterentwicklung der Hetzerbauweise gegeben, waren doch damit geleimte Bauteile mit gegenüber Feuchteeinwirkungen dauerhafterer Leimfuge möglich. Außerdem waren mit diesen Verbindungen höhere Festigkeiten erreichbar.

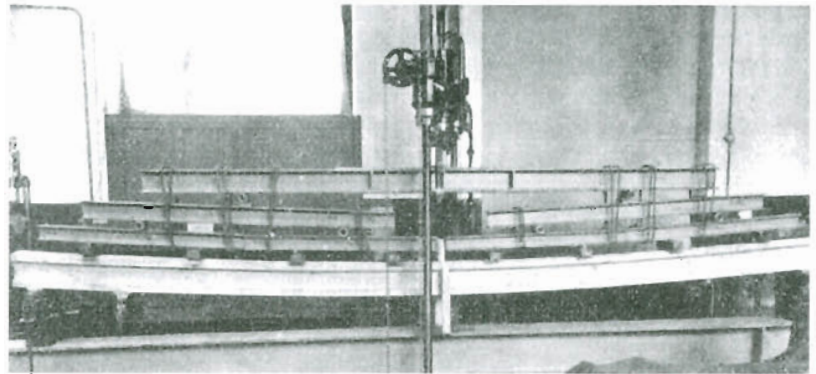


Bild 8.5: Untersuchungen an der TH Stuttgart über das Tragverhalten von Holz sparen-den Balken aus geklebten Einzelquerschnitten im Jahre 1941 (aus [8.10])

Egner, der sich schon in den 40er Jahren um die intensive Erforschung der Klebeverbindungen im Holzbau verdient gemacht hatte, setzte diese Forschung auch nach dem Zweiten Weltkrieg fort. Seine Arbeiten haben wesentlich zur Entwicklung der Brett-schichtbauweise nach dem Krieg beigetragen. Die von ihm betriebene Entwicklung der Keilzinkenverbindung gestattete das Stoßen und Verkleben

der Brettlagen in technologisch einfacher Weise. Heute werden Keilzinkenverbindungen aber auch als Längsverbindung für Kanthölzer oder als Verbindung in der Ecke von Rahmen aus Brettschichtholz verwendet. Neben den Forschungsarbeiten oblag Egner auch die Überwachung und Zertifizierung der Brettschichtholzhersteller. In der DIN 1052 des Jahres 1969 wurden von ihm die Regeln für

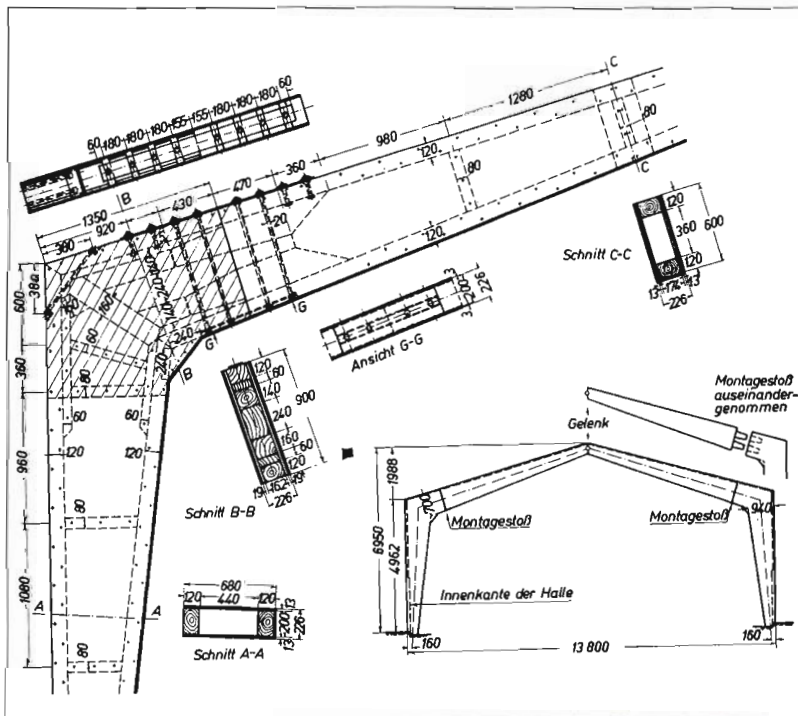
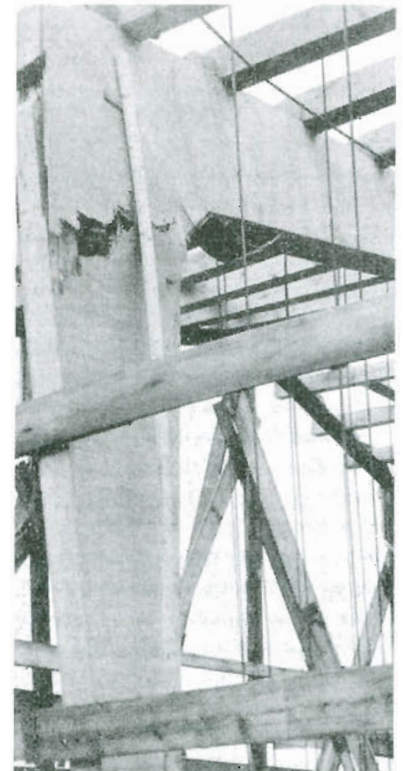
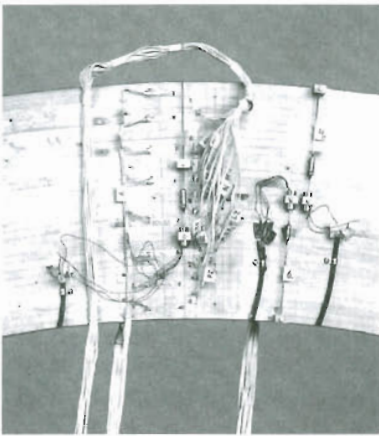


Bild 8.6: Untersuchungen an der TH Stuttgart über das Tragverhalten von Rahmen-ecken in Bauteilabmessungen aus Voll- und Sperrholz im Jahre 1943 (aus [8.11])  
a) Bauteilabmessungen



b) Nach Belastungsversuch



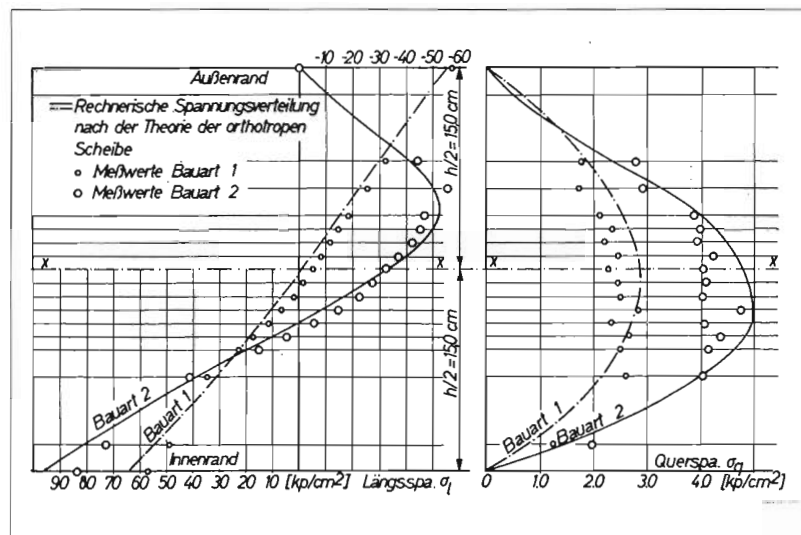
**Bild 8.7: Experimentelle Untersuchungen an der Universität Karlsruhe über Längs- und Querspannungen in gekrümmten Trägern (aus [5.12])**  
a) Messeinrichtung

den §16 der Norm neu gefasst und dem fortgeschrittenen Stand angepasst. „Mit dem Entwurf und der Ausführung geleimter Bauteile dürfen nur solche Unternehmer betraut werden, die über geeignete Fachleute, erfahrene Handwerker und zweckmäßige Werkeinrichtungen verfügen; sie müssen im Besitz einer amtlichen Zulassung sein.“ Welchen Bedingungen sich die Betriebe unterwerfen mussten, wurde in der Norm neu geregelt. Die Bestimmungen sind auch heute noch gültig und werden auch im Ausland als vorbildliche Regelungen anerkannt. Mit dieser Norm wurde auch die Nagel-Press-Klebung eingeführt, die unter bestimmten geometrischen Voraussetzungen die Herstellung von geklebten Verbindungen mittels Presswirkung aus Nägeln gestattete.

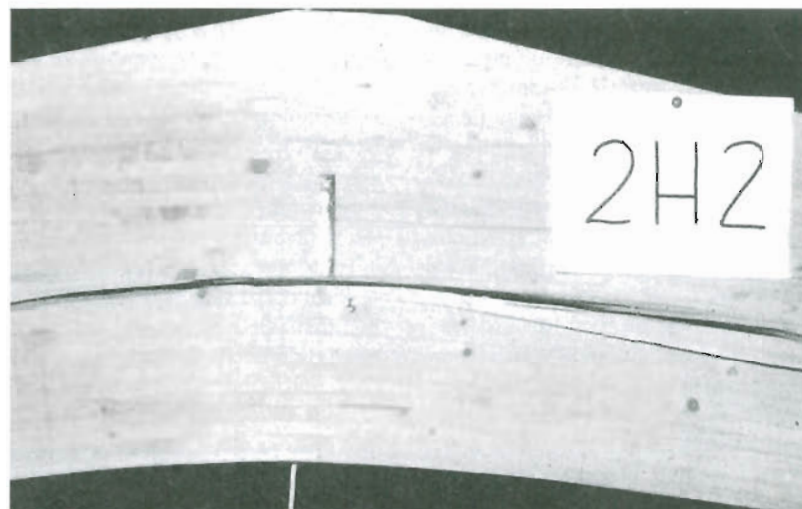
Neu waren die zulässigen Festigkeiten für Brett-schichtholz, die entsprechend der Gütesortierung nach Güteklassen (Güteklasse II und I) angegeben waren. Brett-schichtholz der Güteklasse I hatte danach bei Biegespannung eine 1,4fach höhere zulässige Festigkeit als Vollholz der Güteklasse II. Da durch das Verkleben von Brettern, bei denen große Äste vorher entfernt wurden, eine Vergütung des Schichtholzquer-

schnittes auftrat, lagen die zulässigen Spannungen für Brett-schichtholz höher als für Vollholz. Als im Jahre 1996 die maschinelle Festigkeits-sortierung eingeführt wurde, kamen weitere Brett-schichtholzklassen hinzu. Mit der maschinellen Sortierung kann das Holz zuverlässiger nach der Festigkeit sortiert werden, wodurch weitere Anhebungen der zulässigen Festigkeiten möglich waren. Die Brett-schichtholzklasse MS 18 hat heute eine 1,8fach höhere Biege-festigkeit als ein Vollholzbalken in der Sortierklasse S 10. Für Brett-schichtholzkonstruktionen mussten

in den letzten dreißig Jahren zahlreiche Fragen geklärt werden, wie zum Beispiel die rechnerischen Nachweise bzw. die Erhöhung der Quers-zugfestigkeit im gefährdeten Bereich bei Satteldach- und Voutenträgern oder Ausklinkungen an den Trägerranden (Bild 8.7 und 8.8), die Berechnung von Keilzinkenverbindungen in hoch beanspruchten Bereichen von Rahmenecken oder der Einfluss der festigkeitsrelevanten Eigenschaften der Brett-lamellen auf die Festigkeit des gesamten Trägers. Otto Hetzer hat im Jahr der Patentierung seiner grundlegenden Idee mit einer derarti-



b) Spannungsverlauf, rechnerisch und experimentell



c) Überschreitung Querszugfestigkeit im Sattel

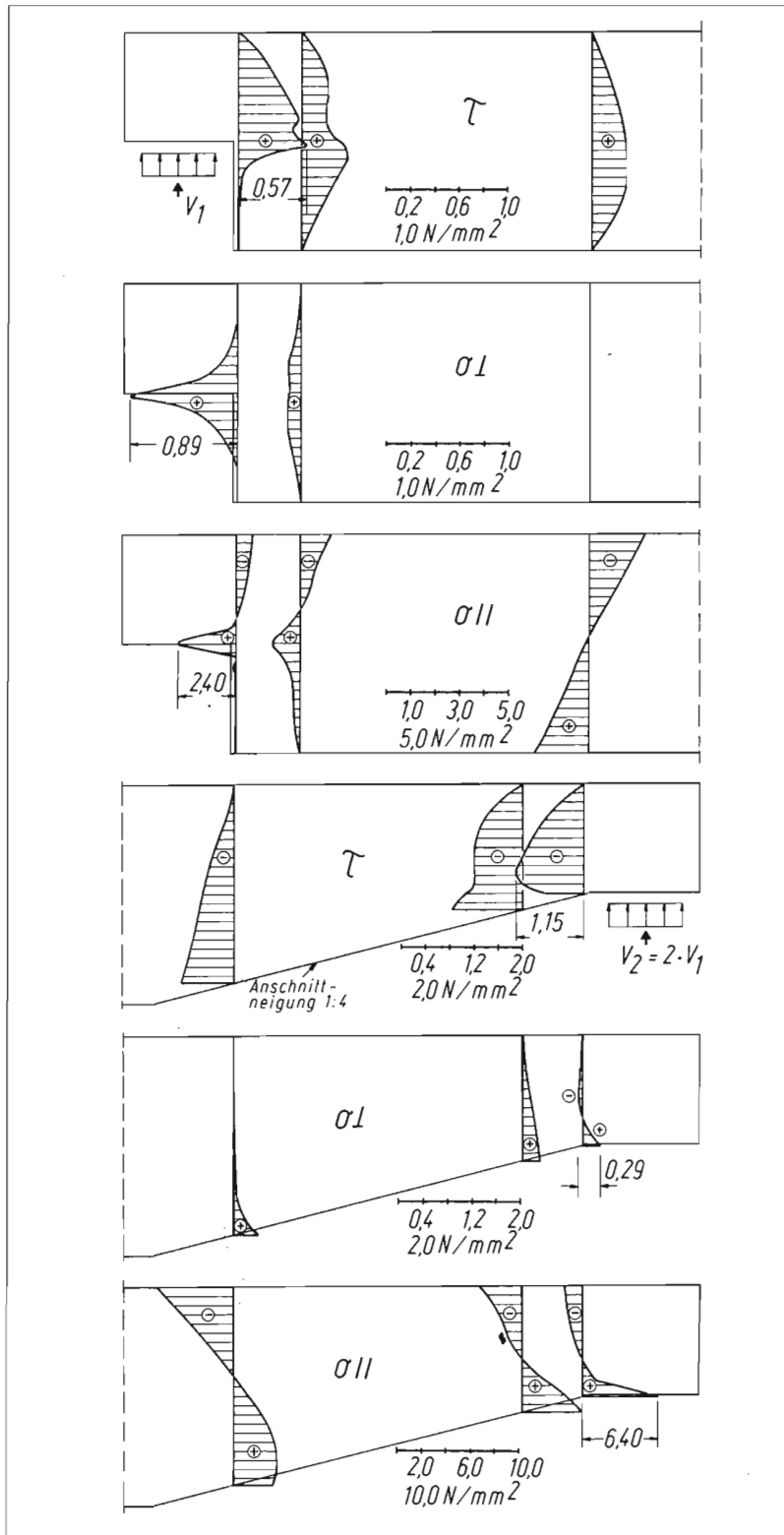


Bild 8.8: Theoretische Spannungsverteilungen bei Trägern mit Ausklinkungen und Vouten (aus [5.13])

gen Entwicklung wohl nicht gerechnet. Dass die Brettschichtbauweise bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts häufig als „Hetzerbauweise“ bezeichnet wurde, war durchaus als traditionsbewusste Referenz zu verstehen.

## 8.2 Nagelverbindungen in Material sparenden Holzbau teilen

Obwohl eines der ältesten Verbindungsmittel des Zimmermanns, galt der Nagel bis in die 20er Jahre des 20. Jahrhunderts als Verbindungsmittel mit untergeordneter Bedeutung. Kersten fasst 1926 in [2.39] den Erkenntnisstand wie folgt zusammen: „Nägeln kommen als Verbindungsmittel nur für ganz untergeordnete Teile in Frage, allenfalls noch Brettbinder ... Die Nägel zerstören ... gewaltsam das Gefüge der Holzfasern, erzeugen Risse und Aufspaltungen. Sie bestehen zumeist aus weichem Eisen, haben also keine Biegefestigkeit und veranlassen große Verschiebungen. Beim Schwinden des Holzes hört jede Haftfestigkeit der Nägel auf und damit auch ihre Wirksamkeit. Sie werden dann mit der Zeit locker.“ – Eine völlig falsche Bewertung, wie die folgende Entwicklung zeigte.

Auch die „Vorläufigen Bestimmungen für Holzbauwerke“ der Deutschen Reichsbahn verboten den Nagel. „Das Nageln ist bei wichtigen Baugliedern verboten.“ [2.13].

Das änderte sich, als Wilhelm Stoy und Erich Seidel die bautechnischen Möglichkeiten des Nagels erkannten, gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Holz für seine Anerkennung warben und darauf drangen, dass die von Wilhelm Stoy wissenschaftlich begründeten Ergebnisse aus einer Vielzahl von Versuchen in die erste Fassung der DIN 1052 aufgenommen wurden.

Zunächst wurden wegen der geringen praktischen Erfahrungen relativ niedrige Anschlusswerte festge-

legt. Stoy's experimentelle Untersuchungen zeigten das Gegenteil der von Kersten getroffenen Feststellungen, es tritt keine Zerstörung der Holzfaser ein. Nägel verursachen keine Schädigung des Holzes. Die Tragfähigkeit des Nagels wächst proportional zur Anzahl der Nägel, sie ist nicht abhängig von der Richtung der Beanspruchung zur Holzfaser. Nagelverbindungen sind flächenhaft tragende Verbindungen. Immer entfalten sie auf wirtschaftliche Weise ihre Tragfähigkeit (Bild 8.9). Je nach Nageldicke ist eine Mindestholzdicke erforderlich. Im Hinblick auf die gleichmäßige Auslastung des Nagels (Lochleibung des Holzes, Biegung des Nagels) ist zu jedem Nageldurchmesser die passende Holzdicke zu wählen. „Das Nagelmaterial ist... von außerordentlich hoher Güte.“ (so Stoy 1933 in [2.154], – gemeint ist die hohe Zugfestigkeit gegenüber dem üblichen Stahl der Bolzen – Bemerkung des Verf.) Durch weitere sehr umfangreiche Forschungen wurden die Grundlagen vertieft und die Berechnungsvorschriften weiter verbessert. Die ersten Versuche waren von Stoy mit Holzstärken bis 40 mm durchgeführt worden. Für dickere Bohlen ergaben sich nach den daraus abgeleiteten Regeln der ersten Fassung der DIN 1052 zu dicke Nägel bei relativ kleinen Anschlusskräften. Da aber auch zunehmend Kantholzbinden aus der Praxis nachgefragt wurden, wurden weitere Untersuchungen angeregt. Diese führten dann zur Novellierung der Regeln in der zweiten Fassung der DIN 1052.

Die große Unterstützung der Grundlagenforschung ergab sich nicht nur aus der Leistungsfähigkeit der Nagelverbindung, sondern auch aus dem Umstand, dass ihre Verwendung im Gegensatz zu den bis dahin etablierten Dübeln besonderer Bauart nicht einem Patentschutz unterlag, ein großer Vorteil, als der Bedarf an Material sparenden Holzkonstruktionen besonders in Kriegzeiten sprunghaft stieg.

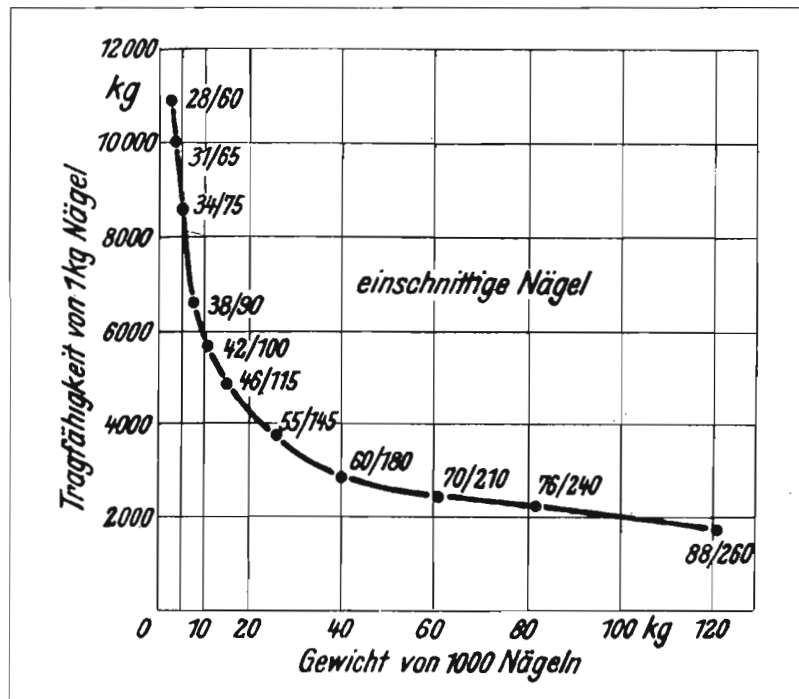


Bild 8.9: Viele dünne Nägel sind wirtschaftlicher als wenig dicke Nägel bezogen auf 1 kg Nägel (aus [8.12])

Dazu bemerkt Erich Seidel 1943: „Ehe man Nägel verwenden durfte, gab es, abgesehen von Leimverbindungen, Hartholzdübeln und Bolzen, keine einheitlichen Verbindungsmittel im Holzbau. Fast jede Unternehmung hatte ihre eigene Verbindungsmittel, die sie meist noch gesetzlich schützen ließ. Erst der Nagel ist im Holzbau zu einem allgemein verwendeten Verbindungsmittel geworden, wie es im Stahlbau die Niete schon immer waren. Die einfache Form und Anwendung des Nagels hat ihm seine vorherrschende Stellung im Holzbau besonders auch deswegen verschafft, weil von keiner Stelle versucht worden ist, auf die Nagelverbindung patentrechtlichen Schutz zu erlangen.“

Dass die Nagelverbindungen in der Praxis so schnell angenommen wurden, ist wohl auch auf eine neue Qualität der Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung zurückzuführen. Dröge meinte dazu in seinem Resümee über 25 Jahre Nagelbauentwicklung im Jahre 1955: „Bei der schnellen Verbreitung der Nagel-

bauart machte sich in der Praxis sehr bald das Fehlen von Bestimmungen über die Mindestabstände von Nägeln bemerkbar. Im Auftrage des Fachausschusses für Holzfragen führte Stoy auch in dieser Hinsicht Versuche durch, deren Ergebnisse 1935 veröffentlicht wurden. Gerade diesen Versuchen ist es zu verdanken, dass Fehlschläge im Holznagelbau nicht eingetreten sind.“ [2.160]. Ab 1935 forschte Stoy nicht mehr alleine, sondern Grabbe, Marten, Gaber und Egner verstärkten mit ihren Arbeiten die Forschungsbemühungen. „Der Nagel hatte sich inzwischen weite Anwendungsbereiche erobert. Stoy konnte 1935 bereits die ersten genagelten Vollwandträger (Hohlträger) vorführen, die für den Behelfsbrückenbau als Ersatz für Stahlträger gedacht waren. Aufgrund dieser Vorführung wurde Gaber vom Heereswaffenamt noch im gleichen Jahr beauftragt, genagelte Vollwandträger auf ihre Brauchbarkeit für den Kriegsbrückenbau zu untersuchen.“ [2.160]. Gaber untersuchte die Möglichkei-

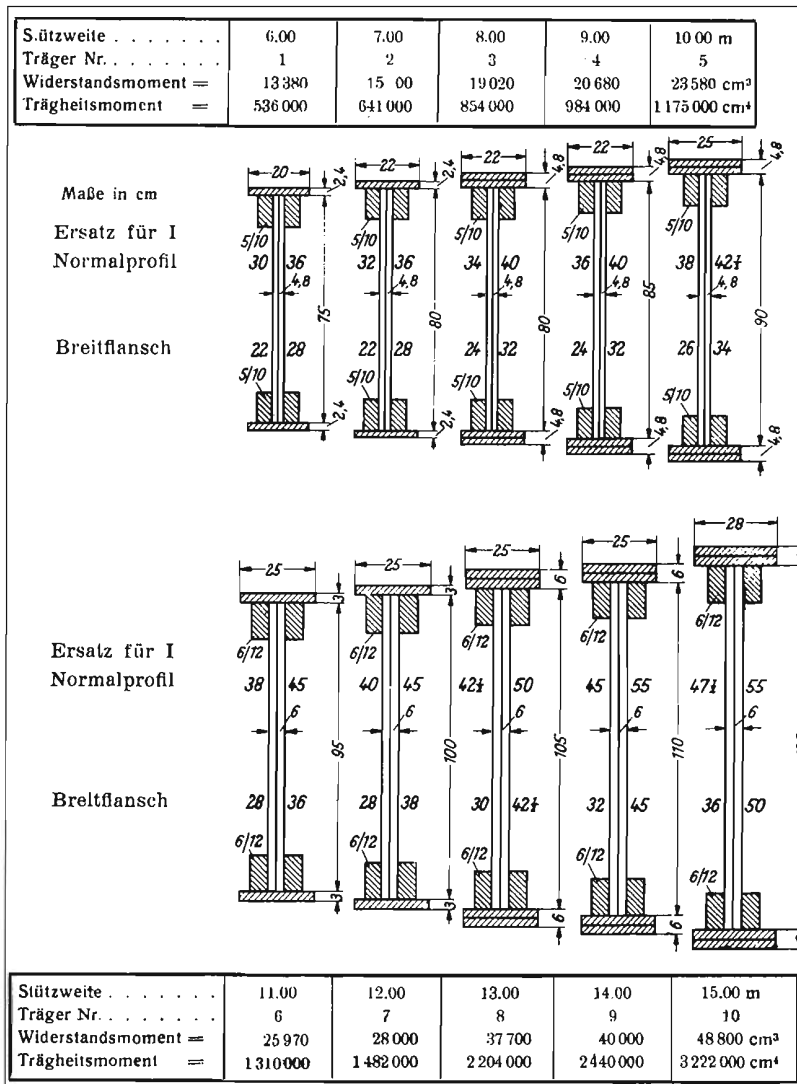


Bild 8.10 Holzträger als Ersatz für Stahlträger für Spannweiten von 6–15 m nach Gaber in [5.20] (die neben den Stahlprofilbezeichnungen stehenden Zahlen sind die Stahlprofile gleicher Tragfähigkeit, linke Zahl, und gleicher Steifigkeit, rechte Zahl)

ten des Ersatzes von Stahl durch genagelte Holzträger (Bild 8.10) im Hoch- und Brückenbau, auch für hohe Verkehrslasten, wie zum Beispiel bei Brücken mit 60 Tonnen Tragfähigkeit. Das hauptsächlich Verbindungsmittel für derartige Konstruktionen war der Nagel. „Gaber hat in Karlsruhe vorwiegend die Nagelverbindung bei statischer und schwelender Belastung untersucht und genagelte Vollwandträger sowie ganze Brückenbauten solchen Belastungsversuchen unterworfen, so dass das tat-

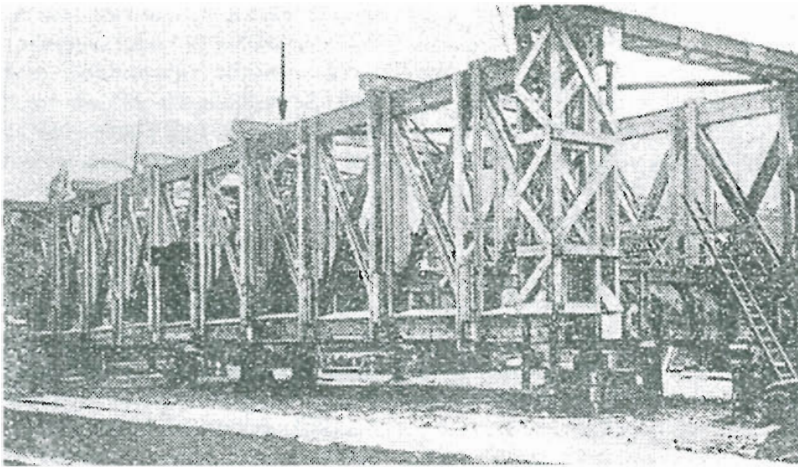
sächliche Steifigkeitsverhalten sowie die wirkliche Tragfähigkeit von Großausführungen festgestellt werden konnten.“ [2.162].

Besonders die von Gaber angestellten Überlegungen zum Ersatz von Stahlträgern durch mehrteilige genagelte Holzträger mit T- oder Kastenquerschnitt führten unter dem Aspekt der Entwicklung von Holzbauteilen mit minimalem Holzverbrauch zu zahlreichen weiteren Forschungen. Gaber selbst erprobte seine Träger nicht nur im Labor, son-

dern auch in der Praxis bei Straßenbrücken. Schischka und Fonrobert führten ebenfalls Tragfähigkeitsprüfungen an genagelten Vollwandträgern durch, Graf und Egner wurden dadurch angeregt, derartige Träger mit geklebten Verbindungen zu entwickeln und zu erproben.

Wesentliche Bedeutung hatten die Versuche von Gaber zur Entwicklung weitgespannter Brückenkonstruktionen. Seine Versuche zur Erforschung des Tragverhaltens an Brückenbauteilen in Bauteilabmessungen (Bild 8.11) und die Erprobung seiner Erkenntnisse an verschiedenen Straßen- und Eisenbahnbrücken brachten neue Konstruktionsprinzipien für hoch belastete Holzbrücken. „Zahlreiche Versuche wurden an wirklichkeitsgetreuen Trägern von 8 bis 20 m Länge ausgeführt, wobei Holzbeschaffenheit und Ausführung der Nagelung ganz den Verhältnissen der Praxis angepasst waren.“ [8.1]. Die dabei gefundenen Ergebnisse lieferten die Erkenntnis, dass die Nachgiebigkeit der Holzbau-Verbindungen bei zusammengesetzten Druck- und Biegestäben wesentlich ist für das Tragverhalten unter Last und insbesondere unter dynamischer Beanspruchung, wie sie bei Brücken und Kranbahnen auftritt. „Die Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel spielt bei zusammengesetzten Druckstäben und Biegeträgern eine ausschlaggebende Rolle. Die rechnerischen Unterlagen können auch hierbei nur durch Versuche gewonnen werden. Da die Leimverbindung wenigstens noch zur Zeit für viele Baukonstruktionen nicht allgemein angewendet werden kann, kommt den Versuchen zur Verbesserung der nachgiebigen Verbindungen eine erhöhte Bedeutung zu.“ [8.1].

Der Fortführung dieser Arbeiten widmete sich der Schüler Gabers, Karl Möhler, seit 1943 und gewann zur Berechnung mehrteiliger Druck- und Biegestäbe, verbunden mit nachgiebigen Verbindungsmitteln, durch entsprechende Forschungen neue Erkenntnisse. Er entwickelte ein ausreichend genaues und für den Ingenieur



**Bild 8.11: Prüfung von Fachwerkbrückenträgern in Bauteilabmessungen, Bruchlast 2 260 KN (aus [8.1])**

verständliches Berechnungsverfahren bzw. untermauerte es durch entsprechende Versuche. Es spricht für seine Leistung, wenn das Verfahren heute auch im Eurocode 5 als Berechnungsgrundlage enthalten ist.

Unter den nachgiebigen Verbindungen behielt die Nagelverbindung auch in der Nachkriegszeit ihre Bedeutung und deshalb verwundert es nicht, dass man die Forschungen zum Tragverhalten derartiger Verbindungen weiter betrieb. „Die Fragen der Holzeinsparung und der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit unserer Holzbauwerke hat auch bei den nachgiebigen Verbindungsmitteln zu Untersuchungen geführt, die Anwendbarkeit derselben durch die Einbeziehung anderer Holzarten und Baustoffe auszuweiten oder durch neue Formen und Kombinationen höhere Werte an Tragkraft und Steifigkeit zu erzielen.“ [8.1].

Die zwischen 1945 und 1965 durchgeführten Forschungen führten dann zur Ergänzung der Norm DIN 1052 im Hinblick auf Tragfähigkeitserhöhungen bei vorgebohrten Nagelverbindungen, bei Laubholzverbindungen, bei Stahlblech-Holz-nagelverbindungen und bei Holz-Sperrholz-Verbindungen. „Auch die Verwendung des Nagels im Zusammenhang mit Stahlblechen, die auf oder zwischen die Hölzer gelegt wer-

den, ergibt hohe Steifigkeit und Tragfähigkeit.“ [8.1].

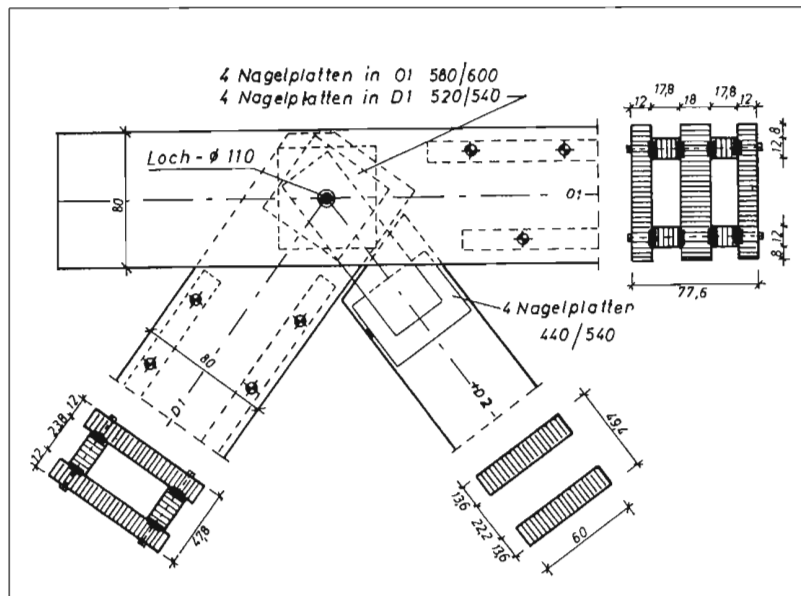
Während nach Stoy und Mlynek höhere Festigkeiten des für Nägel verwendeten Stahles keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit einer Nagelverbindung haben, konnte auf Grund der Versuche von Möhler in der Fassung der DIN 1052 des Jahres 1969 die zulässige Tragfähigkeit von Laubholz-Nagelverbindungen aus den einheimischen Laubholzarten Eiche und Buche um 50 Prozent

erhöht werden. Für Stahl- Holz- Verbindungen wurde durch Versuche eine 25prozentige Erhöhung nachgewiesen. Diese Regelung wurde auch in die Fassung der DIN 1052 des Jahres 1969 aufgenommen. Welche hohen Beanspruchungen genagelte Blechanschlüsse übertragen können, wurde im Zusammenhang mit dem Bau eines Eislaufstadions mit Fachwerkbindern von 60 m nachgewiesen (Bild 8.12).

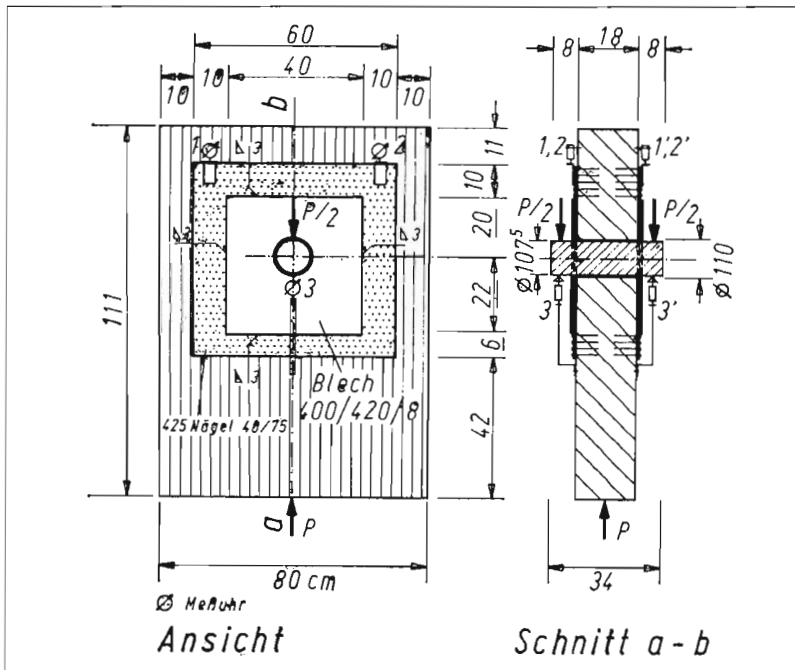
Auch für genagelte Anschlüsse aus Buchenfurnier-Sperrholz mit einer bestimmten Anzahl an Furnierlagen an Vollholz ergaben Versuche eine höhere Tragfähigkeit. Dieser Umstand veranlasste Forscher, das Tragverhalten von Fachwerkträgern mit Sperrholzknotenplatten zu untersuchen. Mit solchen Tragwerken hatte man schon in den 30er Jahren einige Erfahrungen gesammelt.

Die in Fortführung der Forschungen zum Tragverhalten von Nagelverbindungen mit Holzwerkstoffplatten gewonnenen Erkenntnisse fanden dann Eingang in die Normfassung der DIN 1052 des Jahres 1988.

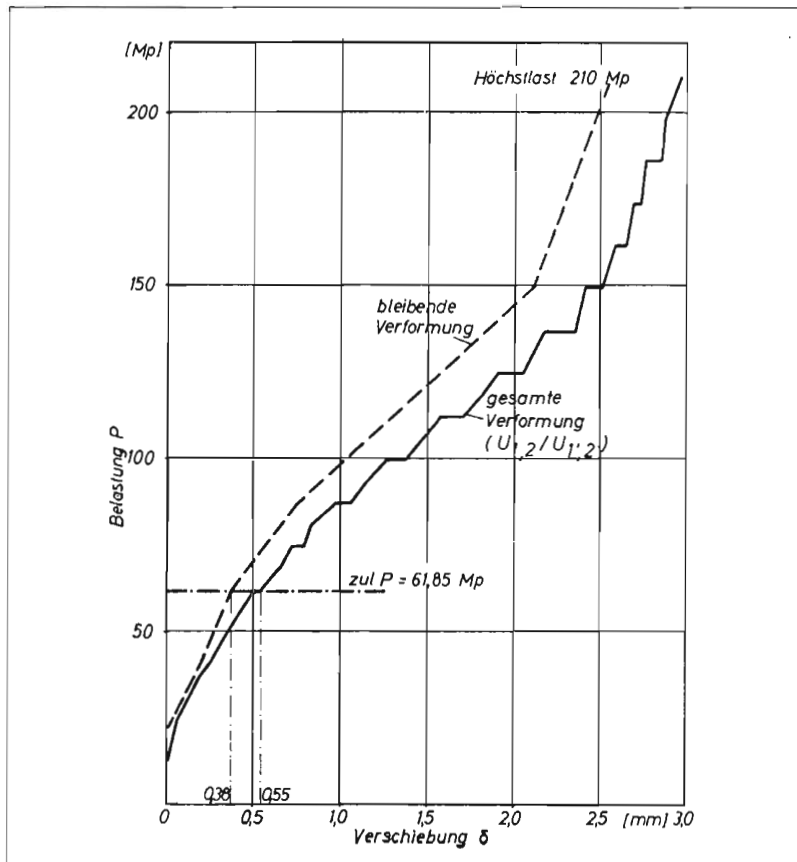
Auch in der DDR wurden ab Anfang der 80er Jahre umfangreiche



**Bild 8.12: Traglastuntersuchung für den Fachwerkknoten eines Fachwerkträgers mit 60 m Spannweite (aus [5.13]) a) Binderknoten**



b) Versuchskörper



c) Last-Verformungskurve aus dem Versuch

experimentelle Untersuchungen an Nagelverbindungen durchgeführt, welche als Grundlage zur Einführung des Bemessungskonzeptes nach EC 5 in der TGL 33135 diente [2.228 bis 2.229 und 8.13–8.18].

Nägels mit profiliertem Schaft, sogenannte Sondernägels, weisen höhere Tragfähigkeiten auf, da sie wesentlich höhere Auszieh widerstände unter Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen entwickeln. Glattschaftige Nägels waren für eine Beanspruchung auf Herausziehen bei dauernd wirkenden Lasten nicht zugelassen. Systematische Untersuchungen zum Auszieh widerstand von profilierten Nägels zeigten, dass dauernd wirkende Beanspruchungen mit ausreichender Sicherheit aufgenommen werden können.

### 8.3 Dübel besonderer Bauart

Dübel sind Verbindungsmittel, die entweder in die zu verbindenden Teile eingelassen oder eingepresst werden. Sie werden bei der Kraftübertragung auf Druck oder Abscheren beansprucht, und die Verbindungskräfte werden hauptsächlich durch Lochleibungs- und Scherkräfte übertragen. Zu den althergebrachten Dübeln zählt der Rechteck-Zimmermannsdübel aus Hartholz.

Über den Austausch des Hartholzes durch Stahlprofile wurde zu Beginn der Entwicklung des Ingenieurholzbau intensiver nachgedacht. Wesentlicher für die Entwicklung des Ingenieurholzbau in den ersten 25 Jahren war jedoch die Neuentwicklung von Scheibendübeln, die in geometrisch konforme Ausfräsungen im Holz eingelassen wurden. Bild 8.13 zeigt die Wirkung eines Krallendübel (System Greim) im Vergleich mit einer reinen Bolzenverbindung. Durch die Vergrößerung der Lastübertragungsfläche steigt die Lastaufnahme auf das 2,4fache. Um das Fräsen einzusparen, wurden dann noch Einpressdübel entwi-

ckelt. Das waren i. Allg. kreisförmige oder quadratische Dübel mit Zähnen, die sich in die Holzfasern beim Zusammenbau einpressten.

Seit 1907 ließen sich die einzelnen Holzbaufirmen eigene Dübelkreationen patentieren und sorgten für deren bautechnische Verwendbarkeitsnachweise über entsprechende Versuche von Materialprüfanstalten. Die allgemeine Anerkennung der auf dem Markt befindlichen Dübel war damit zunächst auf die jeweilige Holzbaufirma beschränkt.

Noch 1926 war zum Beispiel die Verwendung von Einpressdübeln in den „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“ der Deutschen Reichsbahn verboten, falls nicht ihre Eignung durch Versuche einer Materialprüfanstalt nachgewiesen wurde. „Verbindungsmittel, die ohne Bohr-, Nut- und Fräswerkzeuge eingebaut werden und eine Zerstörung der Holzfasern beim Einschlagen bedingen, dürfen nicht verwendet werden... Werden vom Unternehmer neue, eigenartige Verbindungsmittel für die Ausführung eines Tragwerkes vorgeschlagen, so hat er mit dem Angebot Versuchsergebnisse einer staatlichen Prüfungsanstalt vorzulegen. Die Eisenbahnverwaltung ist berechtigt, weitere Versuche in dem ihr notwendig erscheinenden Umfang

vorzunehmen zu lassen, wozu der Unternehmer die Baustoffe kostenfrei zu liefern hat.“ [2.36].

Die erste Fassung der DIN 1074 im Jahre 1930 (Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für Brücken) verbot die Anwendung von Einpressdübeln generell.

Im Jahre 1937 übernahm die Oberste Bauaufsichtsbehörde die Regelung der Deutschen Reichsbahn und erließ eine Verordnung, dass Dübelverbindungen für ihre Anwendung eine baupolizeiliche Zulassung haben müssen. Gemäß der „Verordnung über die allgemeine baupolizeiliche Zulassung neuer Baustoffe und Bauarten“ vom 8. November 1937 war hierfür der Reichsarbeitsminister zuständig.

1939 wurden dann von der Obersten Bauaufsichtsbehörde einheitliche Richtlinien für die Durchführung von Versuchen an Dübelverbindungen erlassen. Ab 1939 setzten umfangreiche Forschungen zum Tragverhalten von Dübelverbindungen ein, insbesondere von Otto Graf an der TH Stuttgart. Die Arbeiten von Otto Graf im Jahre 1944 zur vergleichenden Bewertung der in der Praxis üblichen Dübelarten bildeten die Grundlage für eine erstmalige bauaufsichtliche Regelung der Dübel besonderer Bauart in der 4. Fassung

der Norm DIN 1052, per Verfügung des Reichsarbeitsministers vom 31. Dezember 1943.

Die zulässigen Belastungen der Dübel wurden in Tabellenform zusammen mit den geometrischen Mindestanforderungen als Anhang 2 zur Norm geregelt. Damit wurden erstmals Einlass- und Einpressdübel (Bild 8.14) bezüglich ihrer Tragfähigkeit und konstruktiven Verwendung bekannt gemacht und allgemein für die Holzbaupraxis geregelt.

Für spätere Normfassungen behielt man diese Praxis bis zur Fassung aus dem Jahre 1988 bei. „Die Ausführungen über die Dübelverbindungen dürften im wesentlichen unverändert bleiben. Die Liste der zugelassenen Dübel wird man auf den neuesten Stand bringen, wobei vielleicht auch ein Hinweis darüber angebracht erscheint, welche Dübelbauarten heute noch patentrechtlich geschützt sind.“ [6.2]. Mit der Verdrängung der hauptsächlich mit Dübeln besonderer Bauart hergestellten weitgespannten Fachwerkträger durch die aufkommende Brettschichtholzbaupraxis ging ihre Bedeutung für den Holzbau schrittweise zurück. 1973 wurde festgestellt: „Den Dübelverbindungen für tragende Holzbauteile kommt nicht mehr die gleiche Bedeutung zu wie

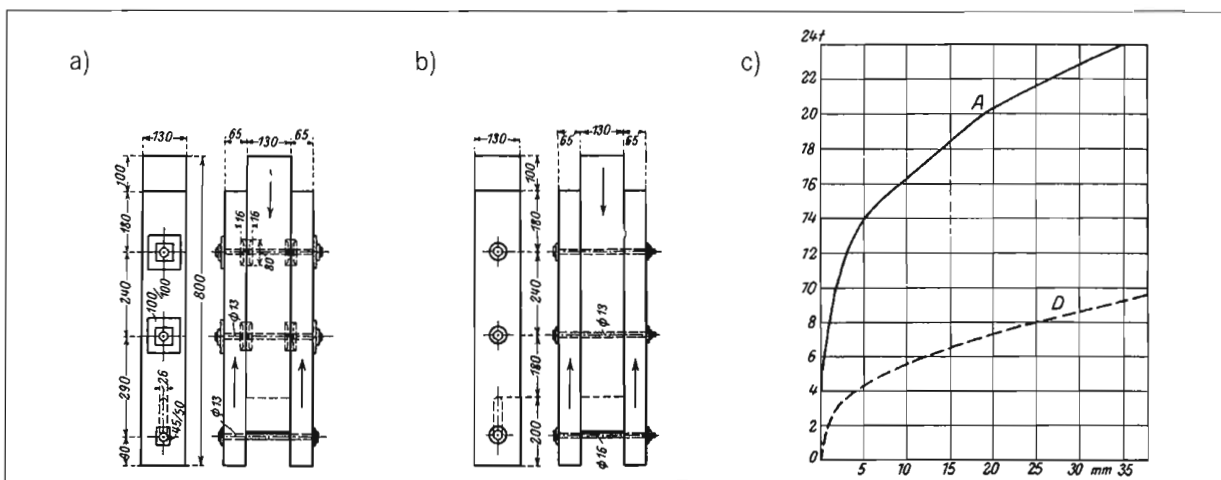


Bild 8.13: Last-Verformungskurve von Untersuchungen an Krallenplatten, Patent Greim, durchgeführt 1923 vom Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem (aus [2.39])

a) Prüfkörper zur Kurve A, b) Prüfkörper zur Kurve D, c) Last-Verformungskurve aus dem Versuch



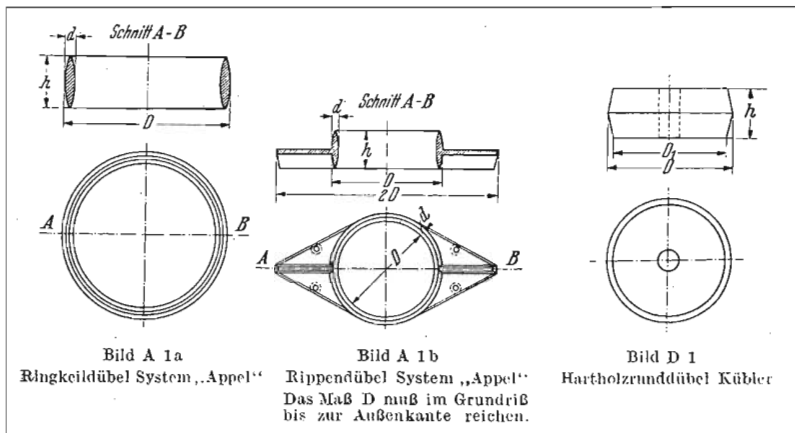
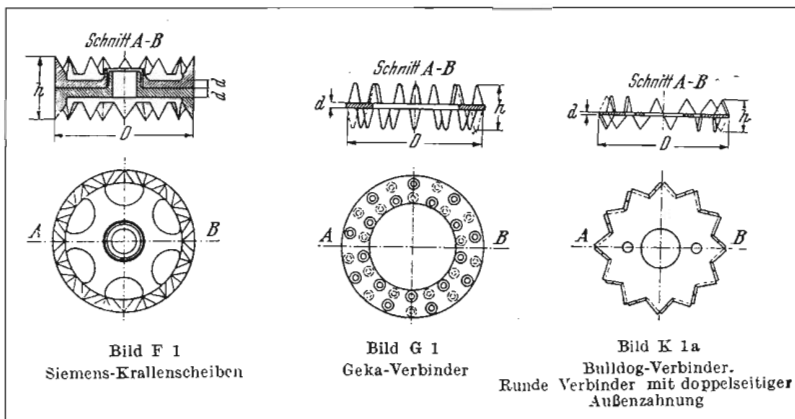


Bild 8.14: Genormte Dübel, nach DIN 1052, Fassung 1943, Anlage 2, (nach [2.166])

a) Einlassdübel



b) Einpressdübel

in früheren Jahren. Vor allem bei großen und hoch beanspruchten Konstruktionen macht sich der Holzleimbau bemerkbar.“ [6.3].

Die Brettschichtholzentwicklung brachte allerdings auch eine neue Anwendung für Dübelverbindungen. Häufiger als bei Vollholzträgern werden Brettschichtträger senkrecht zueinander gestoßen. Die Verbindungen sollen bei sichtbarer Holzkonstruktion möglichst unsichtbar bleiben. Anschlüsse mit Dübeln im Hirnholz des anzuschließenden Trägers sind dann unter Umständen eine denkbare Möglichkeit. Aufgrund der Forderungen der Holzbaupraxis wurden hierzu Untersuchungen durchgeführt und Regelungen für Anschlüsse mit Ringkeildübeln und Einpressdübeln entwickelt. Erstmals

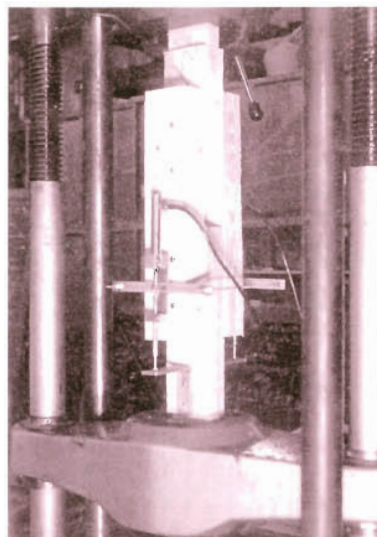
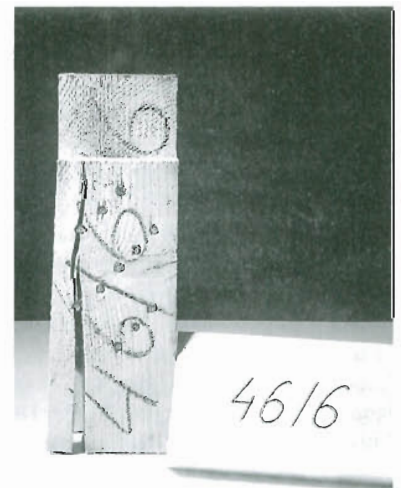


Bild 8.15: Untersuchungen zur charakteristischen Tragfähigkeit von Nagelverbindungen (aus [9.36]) (Foto: Dr. Lißner)

a) Zugversuch



b) Probe nach dem Bruch

enthält die DIN 1052 in der Fassung des Jahres 1988 zu solchen Verbindungen Regelungen und Festlegungen.

8.4 Die Verbindungsmittelforschung heute

Neue Verbindungsmittel, wie Sondernägel, wurden mit Blick auf ihr Tragverhalten bei Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen erforscht. Über das Tragverhalten von Verbindungen in Laubhölzern und von Verbindungsmitteln aus Kunstharz-Pressschichtholz lagen Anfang der 90er Jahre nur wenige Erkenntnisse vor.

Entsprechende Untersuchungen gaben Aufschluss über das Tragverhalten [5.14–5.15].

Mit der Einführung der Methode der Grenzstände im Holzbau der DDR waren für die Verbindungsmittel charakteristische Tragfähigkeiten festzulegen [2.228 – 2.229, 5.37 – 5.38 und 8.13–8.17], [9.34 – 9.36]. Zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Nägeln in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren wurden umfangreiche Untersuchungen

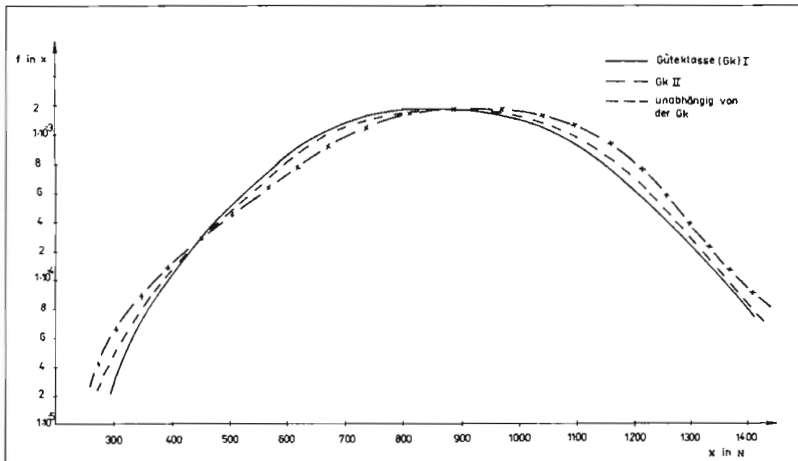


Bild 8.16: Verteilungsdichte der Weibullverteilung für die Bruchlasten der untersuchten Nagelverbindungen in Abhängigkeit von der Holzqualität (aus [9.52])

durchgeführt (Bild 8.15). Dabei ist der Einfluss der Holzqualität, des Jahrringverlaufes, der Beanspruchungsart sowie der Holzfeuchte untersucht worden [8.14]. Bild 8.16 zeigt die Verteilungsdichten der Bruchlasten. Ein Einfluss der Holzgüte, wie auch des Jahrringverlaufes auf die Tragfähigkeit konnte nicht festgestellt werden.

Eingeklebte Gewindestangen oder die Tragfähigkeit der Keilzinkenverbindung trugen zur Weiterentwicklung des Holzbaues ebenso bei wie neue Holz-Stahl-Verbindungstechniken.

Wie auch schon zu früheren Zeiten zielen die Forschungen auf die Neu- und Weiterentwicklung der Verbindungslösungen. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung ist die Vertiefung der Kenntnisse über das Trag- und Verformungsverhalten. Jede abgeschlossene Arbeit wirft neue, noch zu lösende Fragen auf. Zu den neuen Entwicklungen der letzten Jahre zählen vor allem Verbindungselemente für Holzbauteile aus Gusswerkstoffen, eingeklebte Stahlstäbe, neuartige Klebeverbindungen, standardisierte Stabdübelverbindungen oder die wirkungsvolle Verstärkung von Holzbau-Verbindungen.

Entwickelt und erprobt wurden typisierte Stabdübelverbindungen hoher Tragfähigkeit, wie z. B. das System Blumer [8.7], der Bertsche-

System-Verbinder [8.8] und der Induo-Systemknoten [8.9]; Holzverbindungen mit eingeklebten Stahlstäben gehören zu den leistungsfähigsten Verbindungen [10.5]. Die intensiven Forschungsarbeiten der letzten Jahre haben in Deutschland zur bauaufsichtlichen Zulassung einer Vielzahl von Verbindungsmitteln geführt, die Ballmer und Quitt ab Seite 566 in [8.6] zusammenfassend aufgelistet haben.

Weltweit wird an der Erfindung neuer Holzbauverbindungen gearbeitet. Hier mitzuhalten wird ein wichtiger Punkt in den eigenen zukünftigen Forschungsbemühungen sein.

## 9. Die Normung im Holzbau

### 9.1 Einleitung

Seit der Mensch baut, strebt er für gleichartige, immer wieder verwendete Bauteile, Maße und auch Baustoffe eine Vereinheitlichung an. Durch Aufstellung von Normen lassen sich erhebliche wirtschaftliche Vorteile erschließen. Zum Zwecke der systematischen Normung wurde in Deutschland am 22. Dezember 1917 der „Normalienausschuß für den allgemeinen Maschinenbau“

(NADI) gegründet. An der Gründung waren die wichtigsten Reichsbehörden, wie Heeresverwaltungsamt, Reichsmarineamt, Eisenbahnzentralamt, Reichspostzentralamt, Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Normaleichungskommission sowie die technischen Verbände und Firmen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Feinmechanik und des Schiffbaus, beteiligt. Zunächst ging es um die Normung im Maschinenbau, woran insbesondere das Militär nach den Erfahrungen des Weltkrieges ein starkes Interesse hatte. Die Erweiterung des Aufgabengebietes auch auf andere Industriezweige und ab den 1920er Jahren auch auf Belange der Hauswirtschaft und des Gesundheitswesens führte dann am 6. November 1927 zur Umwandlung des Normalienausschusses in den Deutschen Normenausschuss (DNA) und sehr viel später zum Deutschen Institut für Normung. Vertreter der Bauwirtschaft und aus der Bauforschung gründeten am 16. Mai 1918 einen Fachnormenausschuss Bau innerhalb des Deutschen Normenausschusses. Seine Aufgabe war die Normung im Bauwesen. Die ersten Normungsaufgaben konzentrierten sich aber nicht auf Regelwerke für den Stahl- oder Stahlbetonbau, sondern entsprechend der wirtschaftlichen Notlage nach dem Ersten Weltkrieg auf Material sparende Konstruktionen und Ersatzbauweisen für die energieintensiven Baustoffe Beton, Ziegel und Stahl.

So verwundert es nicht, dass die erste DIN-Norm eine Holzbaunorm war. Es war die DIN 104 „Holzbalken für Kleinhäuser“ mit Material sparenden Querschnitten und Tragfähigkeitstabellen. Im April 1919 wurde sie verbindlich eingeführt (Bild 9.1). Die folgenden DIN-Normen widmeten sich der Normung von Holzfenstern, Türen und Treppen. 1926 wurde in der Reichsverdingungsordnung für Bauleistungen auch für Zimmerer- und Tischlerarbeiten die technischen Vorschriften vereinheit-

Holzbalken für Kleinhäuser		DIN 104 Bl. I	Holzbalken für Kleinhäuser		DIN 104 Bl. 2
Ausführungsarten der Decken		Balken	Querschnitte		Balken
Gesamtlastung (Eigengewicht + Nutzlast) 250 kg/m <sup>2</sup>					
Balkenabstände z					
Balken-Querschnitt					
Balkenabstände z					
Gesamtlastung (Eigengewicht + Nutzlast) 300 kg/m <sup>2</sup>					
Balkenabstände z					
Balken-Querschnitt					
Balkenabstände z					
Gesamtlastung (Eigengewicht + Nutzlast) 350 kg/m <sup>2</sup>					
Balkenabstände z					
Balken-Querschnitt					
Balkenabstände z					

Bild 9.1: Erste Holzbaunorm-DIN 104, Holzbalken für Kleinhäuser [aus [2.122]]

licht (heute als DIN 18334 und 18355 gültig). In der folgenden Zeit bis heute wurden zahlreiche die Holzverwendung betreffende Normen bearbeitet, seien es nun Vereinheitlichungen zu den Begriffen, zur Güte und Beschaffenheit der Holzwerkstoffe, zur Behandlung, dem Schutz oder zur Prüfung von Holzwerkstoffen.

Ein wichtiges Normungsvorhaben für die Entwicklung des Holzhausbaues in Deutschland war die Herausgabe einer Norm DIN 1990 „Gütevorschriften für Holzhäuser“. Die im Jahre 1928 baupolizeilich eingeführte Norm wurde sowohl von den Kreditanstalten, den Feuerversicherern, den Wohnungsgesellschaften, aber auch von den für die Baupolizei zuständigen Reichs- und Landesbehörden begrüßt. Denn sie regelte die Mindestanforderung an den Wärme-, Schall- und Brandschutz sowie die Qualität der Ausführung mit dem Ziel der Garantie einer Mindestlebensdauer von 80 Jahren. In Punkt 5 der Norm heißt es dazu: „Für die Standesicherheit eines Holzhauses sind die baupolizeilichen Vorschriften maßgebend. Im übrigen muß ein Holzhaus als Dauerwohnung so ausgeführt sein, daß bei ordnungsgemäßer Bauunterhaltung eine Mindestlebensdauer, d. h. die Bewohnbarkeit im Sinne der Baupolizeilichen Bestimmungen, von 80 Jahren gewährleistet wird.“ Bild 9.2 zeigt Häuser, welche nach den neuen Gütevorschriften errichtet wurden. Es war ein wesent-

liches Anliegen, die trotz beachtlicher Fortschritte im Holzhausbau immer noch vorhandenen Benachteiligungen in der Kreditierung und im Ansehen in Bezug auf die Dauerhaftigkeit durch einen vereinheitlichten Standard zu beseitigen. „Der Deutsche Normenausschuß e. V.“ hat in eingehenden Beratungen und in Zusammenarbeit mit den in Frage kommenden Reichs- und Staatsbehörden, maßgebende Fachleuten und den Vertretern der deutschen Holzbaubauindustrie die beiliegenden „Gütevorschriften für Holzhäuser“ bearbeitet und sie unter der Bezeichnung „DIN 1990“ veröffentlicht. Der Normenausschuß wurde zur Ausarbeitung dieser Vorschriften durch die Tatsache veranlaßt, daß sich der öffentliche Kreditmarkt der Beleihung von Holzhäusern gegenüber, vermutlich wegen ihrer nicht einheitlichen und oftmals mangelhaften Ausführung, bisher ablehnend verhalten hat, obwohl in den Bestimmungen verschiedener Länder über die Verwendung der Hauszinshypotheken die Möglichkeit dazu gegeben war, sofern es sich um die Errichtung von Dauerwohnbauten handelt.“ [9.7]. Nach 1933 wurde der empfehlende Charakter der Normen unter dem Zwang der Einsparung kriegswichtiger Baustoffe als verbindlich erklärt



Bild 9.2: Holzhäuser der Firma Christoph und Unmack, errichtet 1927, Dresden-Neuost, produziert und errichtet nach den Regeln der DIN 1990 (heutiger Zustand zu Bild 2.66 – Foto: Prof. Rug, 2001)

Tabelle 9.1. Entwicklung wichtiger Holzbauvorschriften in Deutschland seit 1926		
Jahr	Allgemeiner Überblick	Neue Erkenntnisse
1920	1. Ausgabe DIN 104, Blatt 1 und 3, März 1920: „Holzbalken für Kleinhäuser“	Tafeln und Tabellen für die statische Ermittlung von Holzbalken für Kleinhäuser
1926	„Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke der Deutschen Reichsbahn“ (1926 eingeführt und gültig bis 1941)	Erhöhung der zulässigen Beanspruchungen bei Zug und Druck parallel zur Faser. Verminderung bei Biegung, neue Festlegungen zum Druck senkrecht zur Faser, Berechnung der Knickstäbe nach $\omega$ -Verfahren, Berechnung von Bolzenverbindungen, Leime müssen gegen Einfluss von Feuchte widerstandsfähig sein
1928	DIN 1990 „Gütevorschriften für Holzhäuser“	Festlegungen zu Bauphysik, Holzschutz und Standsicherheit; Gewährleistung einer Mindestlebensdauer von 80 Jahren
1930	1. Ausgabe: DIN 1074 „Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken“	Norm enthält auch allgemeine Regeln zur Berechnung von Holzkonstruktionen und -verbindungen
1931	3. Ausgabe der vorläufigen Bestimmungen der Deutschen Reichsbahn	Berichtigter Nachdruck der zweiten Fassung
1933	1. Ausgabe der DIN 1052 „Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau“	Nach Tafel 1 etwas höher zulässige Spannungen für Nadelholz als in der Reichsbahnvorschrift und den Preußischen Bestimmungen; § 8.4, Angabe über Nägel als Verbindungsmittel; wenn Nagelverbindungen auf Biegung beansprucht, dann Dicke der Drahtstifte zw. $1/6$ – $1/8$ der Holzdicke, Angabe von zulässigen Lochleibungsspannungen, Nageltragkraft unabhängig von Holzart und Winkel der Kraft
1938	2. Ausgabe der DIN 1052 „Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Holz im Hochbau“	Vorläufige Regeln über mehrteilige Druckstäbe, zulässige Durchbiegung für Balken und Decken einheitlich $l/300$ , Tragfähigkeitstabellen für Nägel, teilweise 10–15% höhere Tragfähigkeiten, differenzierte Werte für die Lochleibungsspannungen bei Nägeln, exakte Festlegung von Mindestabständen, Angaben zur Berechnung, Angaben zu Bolzenverbindungen, Verklebung als Verbindungsmittel, neue Knickzahlen, neue zulässige Durchbiegungswerte
1939	1. Ausgabe der DIN 4074 „Bauholz Gütebedingungen“	Festlegung von Güteklassen für Bauholz und Kriterien für die visuelle Sortierung (nur für Kantholz)
1940	3. Ausgabe der DIN 1052 „Holzbau, Berechnung und Ausführung“	Abstufungen der zulässigen Spannungen nach Güteklassen, Erhöhung der zulässigen Spannung bei Durchlaufträgern, zulässige Durchbiegung für Pfetten und Sparren $l/200$ , Dübel müssen baupolizeilich, gemäß Verordnung von 1937, zugelassen werden, Klebeverbindungen dürfen nur von besonders zugelassenen Firmen ausgeführt werden
1941	2. Ausgabe: DIN 1074 „Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken“	Keine allgemeinen Berechnungsregeln mehr, nur noch spezielle Regeln, die in DIN 1052 nicht enthalten sind
1943	4. Ausgabe der DIN 1052 „Holzbau, Berechnung und Ausführung“	Dübel müssen gemäß Verordnung von 1937 baupolizeilich zugelassen werden (außer Rechteckdübel), erstmals Normung von Dübeln in einem Anhang, detaillierte Angaben über Leimverbindungen

Tabelle 9.1. Entwicklung wichtiger Holzbauvorschriften in Deutschland seit 1926 (Fortsetzung)

Jahr	Allgemeiner Überblick	Neue Erkenntnisse
1947	5. Ausgabe der DIN 1052 „Holzbau, Berechnung und Ausführung“	
1958	2. Ausgabe der DIN 4074	Erweiterung der Gütevorschriften auf Bretter, Blatt 1 und 2 Bohlen und Rundholz
1960	1. Ausgabe der DIN 68140 „Keilzinkenverbindungen für tragende Bauteile“	Regelung zur konstruktiven Ausbildung
1963	Holzhausrichtlinie: „Holzhäuser in Tafelbauart, Bemessung und Ausführung“ Fassung 8.63	Ergänzung zu DIN 1052 „Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung“, Ausgabe 1944; zulässige Spannungen f. Furnierplatten, Holzspan- und Holzhartfaserplatten enthalten
1963	DDR: TGL 112-0730 „Tragwerke aus Holz, Projektierung“ Ausgabe 2; 1963	Entspricht im Wesentlichen DIN 1052, Ausgabe 1947
1969	6. Ausgabe der DIN 1052, Blatt 1 „Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung“, Ausgabe 10; 69	Mit DIN 1052 Blatt 2, Ersatz für DIN 1052, Ausgabe 8; 1965
1984	DDR: TGL 33135/01 „Holzbau, Tragwerke, Berechnung, bauliche Durchbildung“, Ausgabe 1; 1984	Ersatz der TGL 112-0730 von 2.63; Grenzlastfälle H/HZ werden eingeführt; erstmals zulässige Spannungen für BSH
1986	DDR: 1. Änderung zur TGL 33135/01 bestätigt 24. 6. 86; verbindlich spätestens ab 1. 10. 87 je nach Projekt	Änderung der zulässigen Spannungen für BSH
1988	7. Ausgabe der DIN 1052, Teil 1 „Holzbauwerke: Berechnung und Ausführung“, Teil 2 „Holzbauwerke: Mechanische Verbindungen“, Teil 3 „Holzbauwerke: Holzhäuser in Tafelbauart; Berechnung und Ausführung“, Ausgabe 4.88	mit DIN 1052 Teil 2/4.88 Ersatz für Ausgabe 10,69; vollständige Überarbeitung der Norm
1988	DDR: 2. Änderung zur TGL 33135/01 bestätigt 20. 6. 88	
1989	DDR: Vorschrift 174/89 der Staatlichen Bauaufsicht „Holzbau, Tragwerke, Berechnung nach Grenzzuständen“ (ab 1. 1. 90 verbindlich)	Als Ergänzung zur geltenden TGL 33135/01, Ausgabe 1.84, entspricht in wesentlichen Teilen dem Eurocode 5
1989	DIN 4-74101 „Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit – Nadelschnittholz“	Bisherige Güteklassen werden durch Sortierklassen ersetzt
1991	3. Ausgabe der DIN 1074, „Holzbrücken“	Kein Holz mit S 7 und keine Spanplatten zulässig, Korrosionsschutz für Stahlteile, abweichende Regeln für den Kriechnachweis
1994/95	DIN 1052 A1, „Holzbauwerke, Teil 1, Berechnung und Ausführung, Änderung 1“	Entwurf der ersten Änderungen zur DIN 1052 von 1988; Anpassung an DIN 4074 Teil 1, Ausgabe 9.89; Einstufung des Holzes in Sortierklassen bei visueller und maschineller Sortierung
1996	DIN 1052 A1, Änderung tritt in Kraft	Einführung von Sortierklassen im Holzbau
1995	Eurocode 5, DIN V EN V 1995 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken“, Teil 1-1, Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau	Seit Juni 1994 als „Vornorm“ vorliegend; bauaufsichtlich eingeführt mit Nationalem Anwendungsdokument
2000/2003	E DIN 1052, „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken für den Hochbau“	In Anlehnung an Eurocode 5 vollständig überarbeitete Norm, Einführung der Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau

und ihre Einhaltung staatlich kontrolliert. So auch zum Beispiel die Holzmessanweisung (HOMA) von 1936, welche die Sortierung von Rundholz auf eine einheitliche Grundlage stellte, oder die einheitlichen Gütebestimmungen für Nadelschnittholz, die als wesentlicher Fortschritt für die Erschließung einer Holzeinsparung angesehen wurden. „Die neuen Normenvorschriften DIN 4074 dienen in der Hauptsache dazu, unsere eigenen Holzbestände, soweit sie Bauholz betreffen, nach ihrer Beschaffenheit, Güte und Eigenschaft zur Anwendung zu bringen. Dies bezieht sich besonders auf die Tragfähigkeit des Holzes, wobei der Gedanke leitend war, daß alle Holzbawerke bei größtmöglicher Holzeinsparung die notwendige Standfestigkeit in allen Teilen aufweisen.“ [9.4]. Die von Otto Graf in der DIN 4074 entwickelten Güteklassen wurden im Jahre 1939 verbindlich eingeführt.

Nach der Gründung der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, hervorgegangen aus dem Fachausschuss für Holzfragen beim VDI und dem Deutschen Forstverein, erfolgten die Normungsaufgaben im Holzbereich durch die Gesellschaft für Holzforschung. Nach dem Zweiten Weltkrieg und in den Jahren des wirtschaftlichen Wiederaufbaus nahm die Bedeutung der Normung noch zu. Schon 1946 genehmigte der Alliierte Kontrollrat dem Normenausschuss Bau die Wiederaufnahme seiner Arbeit, der sich fortan mit der Normung in den Bereichen Berechnung, Brand-, Schall-, und Wärmeschutz beschäftigte. Mit Unterstützung der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung wurde 1949 zusätzlich der Normenausschuss Holz gegründet, der sich vorwiegend mit Fragen der Normung von Maßen, Güteanforderungen, Prüfung von Holzwerkstoffen, Holzschutz, Klebeverbindungen, Keilzinkenverbindungen, Toleranzen und der VOB-Normung-Zimmerer und Holzbauarbeiten beschäftigt. Die Normungsarbeit in der DDR wurde

von Anfang an in die Wirtschaftspolitik einbezogen. „Im Gegensatz zur BRD wurde in der DDR die Normungsarbeit in das System staatlich gelenkter Wirtschaftsplanung und -leitung eingeordnet. Dementsprechend erfolgte 1954 die Verordnung über die Einführung staatlicher Standards und die Gründung des Amtes für Standardisierung (ab 1973 Amt für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung).“ [9.2]. Bis 1961 arbeiteten die Fachkollegen der DDR aktiv in den Gremien des Normenausschusses Bau beim Deutschen Institut für Normung mit. Nach dem Mauerbau am 13. August 1961 wurde die Arbeit jedoch nicht fortgesetzt und die DIN-Normen durch sogenannte TGL-Normen (Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen) ersetzt. „Die Verbindlichkeitserklärung erfolgte für drei Geltungsbereiche: DDR-, Fachbereichs- und Werkstandard, sowie in drei Verbindlichkeitsstufen: verbindlich, zur Anwendung empfohlen und Informationsstandard.“ [9.2].

Tabelle 9.1 zeigt die Entwicklung der wichtigsten Holzbaunormen seit 1919.

## 9.2 Berechnungs- und Konstruktionsnormen für den Holzbau

Die Initiative der Deutschen Reichsbahngesellschaft zur Herausgabe einer eigenen Reichsbahnvorschrift für Holzkonstruktionen hatte zunächst das Ziel, die sehr unterschiedlichen Vorschriften in den einzelnen Reichsbahndirektionen zu vereinheitlichen. Außerdem verwendete die Reichsbahn wieder häufiger Holzkonstruktionen, waren sie doch gegenüber den säurehaltigen Dämpfen der Dampflokomotiven sehr viel widerstandsfähiger als Stahlkonstruktionen. „Man kann nicht gut an der Lebens- und Wettbewerbsfähigkeit der neuen Technik (gemeint ist die Holzbautechnik – Anmerkung des

Verf.) zweifeln, wenn man bedenkt, dass z. B. unsere Eisenbahnverwaltungen, die im Allgemeinen recht vorsichtig und kritisch bei der Auswahl ihrer Konstruktionsmittel vorzugehen pflegen, den neuzeitlichen Holzbau in immer größerem Umfang für Bahnsteigdächer, Lokomotiv- und Bahnhofshallen zur Anwendung bringen.“ [2.168]. Allerdings führte die Anwendung der neuen Holzbauweisen auch zu Bauschäden. „Es kann nicht schaden, wenn anlässlich der Besprechung der neuen Vorschriften einmal zusammenfassend auf schlechte Erfahrungen und auf häufig beobachtete Mängel der Ingenieurholzbauten hingewiesen wird, umso mehr, als die Fachzeitschriften hierüber selten berichten.“ [2.34]. Auf der Grundlage der Arbeit des vom Reichsverkehrsminister 1921 gegründeten Fachausschusses für Holzfragen konnte die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft die neuen „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“ per Erlass am 12. Dezember 1926 in ihrem Verantwortungsbereich einführen. „In der Baupraxis hat sich das Fehlen behördlicher Bestimmungen für die Ausführung von Holztragwerken mehr und mehr fühlbar gemacht. Wie im Eisen-, Beton- und Eisenbetonbau so sind auch im Holzbau bei der weit getriebenen Ausnutzung der Holzfestigkeit Bestimmungen notwendig, in denen die wissenschaftlichen Erkenntnisse verarbeitet, die praktischen Bauerfahrungen gesammelt und gesichert sind und die als allgemein anerkannte Regeln der Baukunst im Sinne der Gesetzgebung angesprochen werden dürfen. Zeiten wirtschaftlicher Depression fördern einerseits das Streben nach erhöhter Wirtschaftlichkeit, haben aber andererseits unvermeidliche Auswüchse im Wettbewerbswesen zur Folge. Behördliche Vorschriften wirken der zu weitgehenden Ausnutzung eines Baustoffs entgegen und ermöglichen, dass der Wettbewerb der verschiedenen Bauweisen auf einheitlicher Grundlage geführt wird. Erhalten solche Vor-

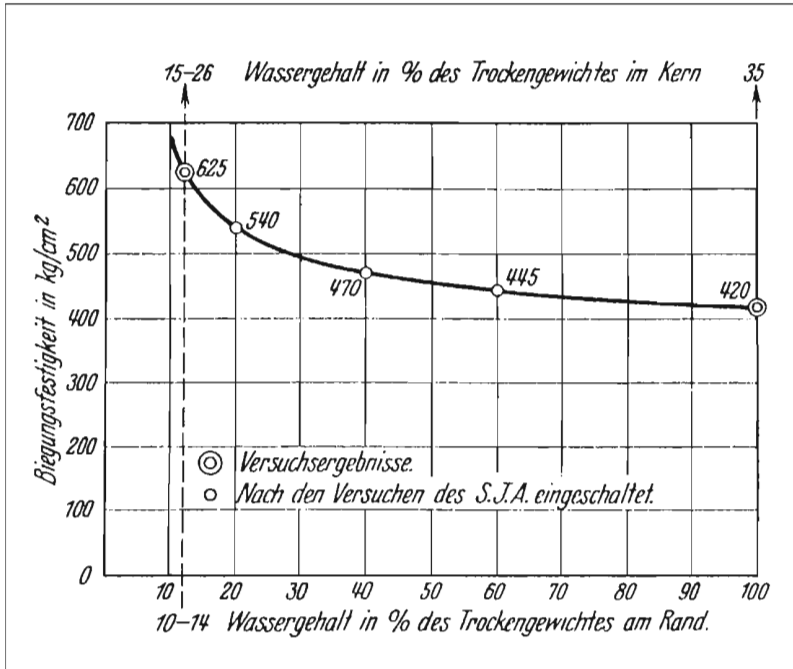


Bild 9.3: Einfluss der Feuchte auf die Biegefestigkeit (Mittelwert aus den Versuchen (aus [2.34]))

schriften eine glückliche, den besonderen Verhältnissen und Aufgaben angepasste Fassung, so werden sie gleichzeitig zur Hebung der Güte der Bauausführungen, zur Ausschaltung nicht sachgemäßer Konstruktionen und zur Weiterentwicklung in gesunden Bahnen beitragen.“ [2.34].

Zur Fundierung der Vorschrift hatte die Deutsche Reichsbahn bei Otto Graf in Stuttgart umfangreiche Versuche zu den Festigkeiten der Hölzer und zu den wesentlichen Einflussfaktoren bzw. zum Tragverhalten einiger Verbindungen in Auftrag gegeben. Bild 9.3 zeigt das Ergebnis zum Einfluss der Feuchte auf die Biegefestigkeit und Bild 9.4 das Ergebnis zur Knickfestigkeit [2.34]. Das für den Nachweis des Knickens eingeführte  $\Omega$ -Verfahren wurde ohne Änderungen in die DIN 1052, Ausgabe 1933 übernommen (Bild 9.5) und von Möhler in der Fassung der DIN im Jahre 1969 modifiziert, indem die Traglastspannungen eingeführt wurden.

Von der Holzbaufachwelt wurde die Reichsbahnvorschrift allgemein begrüßt und einer kritischen Wer-

tung unterzogen. Bezogen auf die zulässigen Spannungen brachten sie einige Fortschritte. „Die Tabelle der zulässigen Spannungen zeigt zum Teil wesentliche Abänderungen gegenüber den Angaben der bekannten Hochbaubelastungsvorschriften. So ist beispielsweise bei Nadelholz die zulässige Druckbeanspruchung in

Faserrichtung auf 80 kg/cm<sup>2</sup> und die Zugfestigkeit in gleicher Richtung auf 100 kg/cm<sup>2</sup> erhöht worden. Die zulässige Biegefestigkeit wurde beim Nadelholz auf 90 kg/cm<sup>2</sup> erniedrigt, was auf Grund der bisherigen Versuche keinesfalls notwendig erscheint; ... Neu sind die Druckfestigkeitswerte rechtwinklig zur Faserrichtung ... Bei Eiche und Buche kann beim Stempeldruck sogar noch mit 50 kg/cm<sup>2</sup> gerechnet werden.“ [6.7].

Für den praktischen Ingenieur war damit auch außerhalb der Deutschen Reichsbahn eine Orientierung für den Entwurf von Holzkonstruktionen geschaffen. Dies galt ebenso für den Arbeitsausschuss für Einheitliche Baupolizeibestimmungen innerhalb des Normenausschusses der Deutschen Industrie, der immerhin noch sieben Jahre nach Erscheinen der Reichsbahnvorschrift brauchte, bis er eine Norm für die Berechnung und Konstruktion von Holzkonstruktionen (DIN 1052) baupolizeilich einführen konnte. Prof. Stoy wies daraufhin, dass „... aus diesen Bestimmungen (gemeint ist die Reichsbahnvorschrift – Anmerkung des Verf.), die 1941 außer Kraft gesetzt worden sind, DIN 1052 hervorgegangen ist...“ [9.3].

Zuvor war im Jahre 1930 die erste Norm für Holzbrücken – die DIN 1074 „Berechnungs- und Entwurfs-

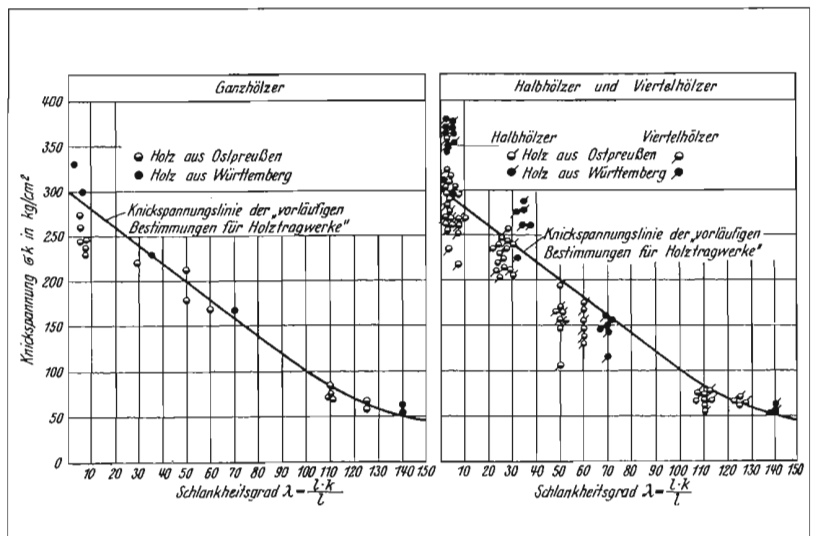


Bild 9.4: Ergebnis von Knickuntersuchungen an verschiedenen Hölzern (aus [2.34])

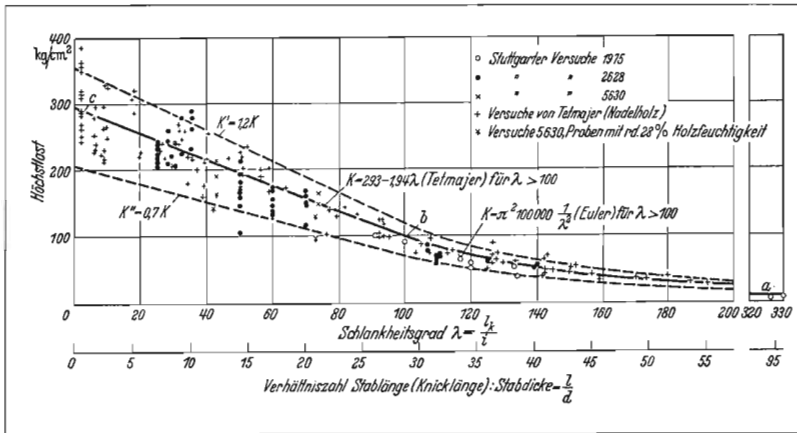


Bild 9.5: Knickfestigkeit von Holzstützen nach verschiedenen Versuchen (aus [2.216])

grundlagen für hölzerne Brücken“ erschienen. 1927 hatte der Arbeitsausschuss für Straßenbrücken einen Sonderausschuss zur Bearbeitung einer Holzbrückennorm eingesetzt, der sich in Ermangelung einer allgemeinen Berechnungsnorm für Holzkonstruktionen an der Reichsbahnvorschrift orientierte und neuere Forschungen bei der Ausarbeitung berücksichtigte. Da noch keine allgemeine Berechnungsnorm existierte, enthielt die Norm dann auch allgemeine Vorschriften für Festigkeitsberechnungen mit zulässigen Spannungen und Bemessungsregeln, die in wesentlichen Bestimmungen der Reichsbahnvorschrift entsprachen und den neuesten Erkenntnissen Rechnung trugen. Damit empfahl sich die Norm auch für die Berechnung von Ingenieurholzkonstruktionen. „Da das Normblatt die neuesten Erfahrungen und Versuche berücksichtigte, so wäre zu wünschen, dass es auch für die Berechnung und Ausbildung hölzerner Lehrgerüste für Ingenieurhochbauten aus Beton oder Eisenbeton und allgemein für die Berechnung von schwierigen Holzbauwerken vorgeschrieben würde, da die bisher hierfür geltenden Vorschriften nicht immer ausreichend sein dürften.“ [9.8].

Nach Erscheinen der DIN 1052 nahm man die allgemeinen Regeln für die Berechnung aus der Brückenbau-Norm und beschränkte sich auf spe-

zifische Regelungen zu Holzbrücken. Mit Wirkung vom 1. September 1933 setzte der Preußische Finanzminister dann die schon lange erwartete DIN 1052 „Bestimmungen über die Ausführung von Bauwerken aus Holz

im Hochbau“ für Preußen förmlich in Kraft. Damit wurde sie als Richtlinie für die Baupolizei amtlich eingeführt. Das galt auch für die später erlassenen Begleitvorschriften, wie zum Beispiel die DIN 4074 „Gütebedingungen für Bauholz“, die durch den Reichsarbeitsminister per Erlass als Richtlinie für die Baupolizei eingeführt wurden. Dieser Norm waren umfangreiche Untersuchungen über den Einfluss der aus dem Wachstum der Bäume resultierenden Fehlstellungen des Holzes, wie zum Beispiel des Faserverlaufes (Bild 9.6) und der Ästigkeit (Bild 9.7) auf die Festigkeitseigenschaften der Hölzer, vorausgegangen. Aber auch der Einfluss der Feuchte und der Rohdichte (Bild 9.8) wurde untersucht. „Für die Einstufung von Bauholz in die einzelnen Güteklassen sind also im wesentlichen die Merkmale maßge-

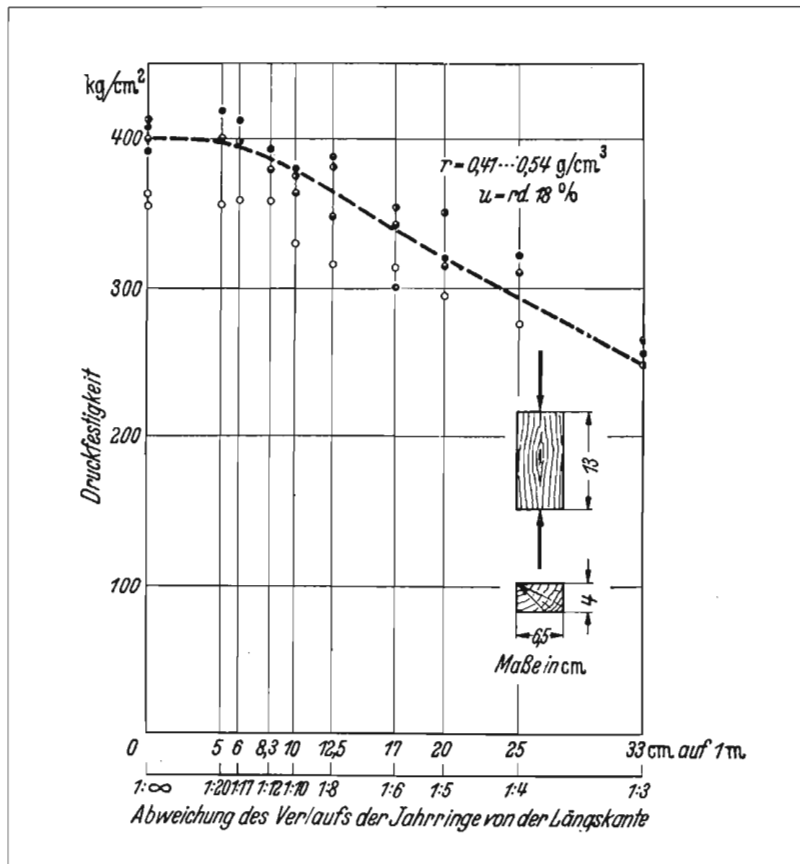


Bild 9.6: Die Druckfestigkeit von Fichtenholz in Abhängigkeit vom Faserverlauf nach Graf (aus [2.216])





**Heinrich Bub**  
Prof. Dr.-Ing.

Geboren am 15.06.1924  
Gestorben am 19.02.1983

Lehre/Studium  
1942  
Abitur

1942–1946  
Kriegsdienst und Gefangenschaft

1946–1949  
Studium des Bauingenieurwesens  
TU München

1949  
Diplomingenieur

1950–1951  
Referendarausbildung im  
Bayerischen Staatsdienst

#### Berufliche Laufbahn

1952  
Regierungsbaumeister am  
Straßenbauamt Regensburg

1952–1955  
Regierungsbauassessor beim  
Bundesministerium für  
Wohnungsbau, Referat „Bau-  
normung und Bauforschung“  
in Berlin

1956–1959  
Regierungsbaurat bei der obersten  
Baubehörde im Bayerischen  
Staatsministerium des Inneren,  
Mitarbeit an zahlreichen  
Bauordnungen, Geschäftsführer  
der Musterbau-Ordnungs-  
Kommission

1959–1964  
Oberregierungsbaurat, Leiter des  
Referates „Bauordnung und Bau-  
forschung“ des Bundesministerium  
für Wohnungsbau in Berlin, Obmann  
und Mitarbeiter in zahlreichen  
FNBAu-Arbeitsausschüssen

1961  
Promotion zum Dr.-Ing. an der  
TH München

1963  
Denkschrift zur Gründung des  
Instituts für Bautechnik

1964–1968  
Regierungsbaudirektor bei der  
Obersten Baubehörde im Baye-  
rischen Staatsministeriums des  
Inneren,  
Leiter des Referates „Zulassung  
und technische Baubestimmun-  
gen“, Vorsitzender der Fach-  
kommission „Bauordnung“ der  
AGEBau

ab 1.07.1968  
Präsident des Instituts für  
Bautechnik Berlin

1973  
Lehrauftrag an der TU Berlin,  
Brandschutz und Baurecht

1975  
Stellvertretender Vorsitzender  
des Normenausschusses  
Bauwesen im DIN

1977  
Honorarprofessor an der  
TU Berlin

1981  
Vorsitzender des Normenaus-  
schusses Bauwesen im DIN und  
Mitglied im DIN-Präsidium  
Verleihung des DIN Ehrenrings

*... bend, die auch bisher der erfahrene  
Zimmermann bei der Auswahl des  
Holzes angewendet hat.“ [9.32].*

Bis 1947 erschienen in relativ  
kurzen Zeiträumen allein fünf neue  
Ausgaben der DIN 1052, in die neue  
wissenschaftliche Erkenntnisse ein-  
gearbeitet wurden (1938 die zweite,  
1941 die dritte, 1943 die vierte und  
1947 die fünfte Ausgabe). Danach  
sollte es fast 20 Jahre dauern, bis eine  
neue Fassung herauskam. Dies ist ohne  
Zweifel auch ein Beleg für die neue  
Qualität der Holzbauforschung zwi-  
schen 1925 und 1945. Einen wesentli-  
chen Fortschritt brachte die dritte

Ausgabe der DIN 1052. Die 1939 mit  
der Herausgabe der DIN 4074 erlas-  
senen „Gütebedingungen für Bauholz“  
gestatteten nun eine Abstufung der  
zulässigen Spannungen nach Güte-  
klassen (Bild 6.1).

Durch die Festlegung von Sortier-  
kriterien für eine Sortierung des Bau-  
holzes nach Güteklassen war eine An-  
hebung der zulässigen Spannungen  
möglich. Über sechzig Jahre erhielt  
sich diese Praxis, bis 1996 die Einfüh-  
rung der maschinellen Sortierung des  
Holzes eine weitere Differenzierung  
der zulässigen Spannungen erlaubte.  
Die zweite Fassung der DIN 1052,

die mit Bezug auf die erlassene  
Gütesortierung überarbeitet werden  
musste, mündete dann in die im  
Jahre 1940 vom Reichsarbeitsminis-  
ter verfügte dritte Fassung. Sie regel-  
te die nach Güteklassen abgestuften  
höheren zulässigen Spannungen.  
*„Die Abstufung der zulässigen  
Spannungen nach den drei Güte-  
klassen bezweckt eine möglichst  
weitgehende Ausnutzung des an-  
fallenden Schnittholzes für tragende  
Holzbauteile. Zu dem gleichen Zweck  
sind die Sicherheiten bei der Fest-  
setzung der zulässigen Spannungen  
sehr knapp gewählt worden, wobei*

die Festigkeit des z. Zt. überwiegend verwendeten halbtrockenen Bauholzes (höchstens 30 v. H. Feuchtigkeit nach DIN 4074 ) zugrunde gelegt wurde.“ [9.9]. Bemerkenswert war, dass für die Verwendung der Güteklasse I strenge Regeln zur Kontrolle festgelegt waren. „Bei Bauwerken mit Holzbauteilen, in denen die Spannungen der Güteklasse I ausgenutzt werden, ist der Name der für die Ausführung und die Aufstellung verantwortlichen Person der Baupolizei vor Beginn der Arbeiten auf der Baustelle schriftlich anzuzeigen. Jeder Wechsel in der Person des Ausführenden und des Aufstellenden ist der Baupolizei sofort mitzuteilen.“ [9.9]. Ein derartiges Vorgehen war jedoch in der Praxis nicht kontrollierbar, und es wurde deshalb mit der Fassung des Jahres 1969 aufgegeben. Die Norm-

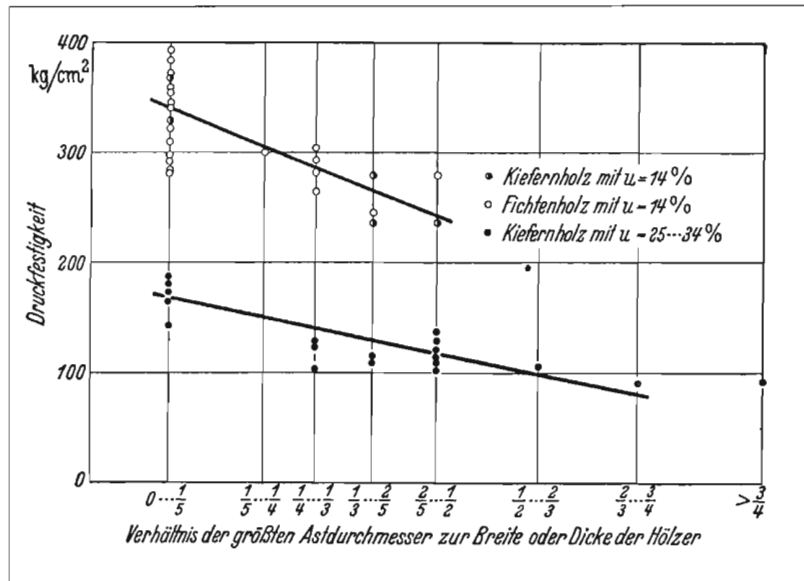


Bild 9.7: Die Druckfestigkeit von Fichten- und Kiefernholz in Abhängigkeit von der Astgröße nach Graf (aus [2.216])

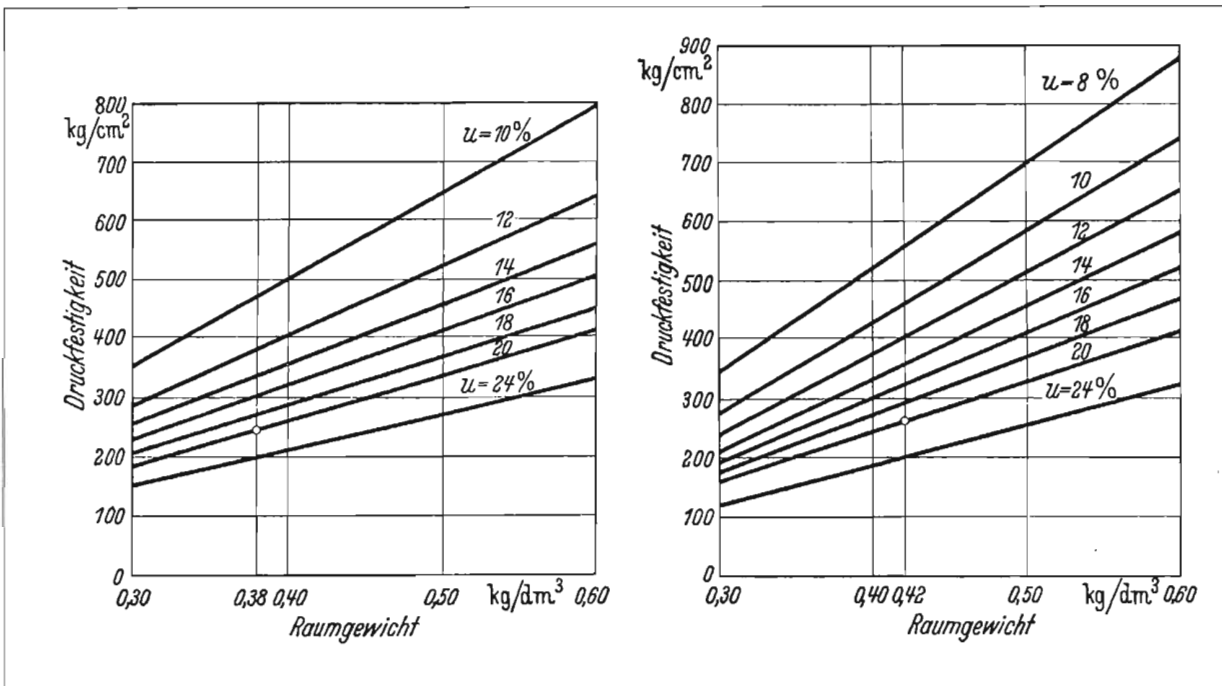


Bild 9.8: Die Druckfestigkeit von Fichten- und Kiefernholz in Abhängigkeit von der Feuchte und der Rohdichte nach Graf (aus [2.216])  
 a) Fichtenholz (linke Grafik) b) Kiefernholz (rechte Grafik)

fassung des Jahres 1941 enthielt auch neue Erkenntnisse zu den Dübel- und Leimverbindungen. Dabei wurde nicht die ganze Norm geändert, sondern die Änderungen wur-

den als Ergänzungen zur bestehenden Norm bekannt gemacht. Für die Anwendung der Leimverbindungen wurde nun ein Eignungsnachweis in Form einer Prüfung der in der Norm

ausführlich angegebenen Anforderungen verlangt. Diese Prüfung oblag noch den einzelnen Baubehörden. Es wurde aber mit der Herausgabe der Norm angekündigt, dass

zusammen mit der Holzbauindustrie und dem Bund Deutscher Zimmermeister ein Verzeichnis der Firmen erarbeitet werde, die ihre Eignung nachgewiesen hätten. Die vierte Fassung der Norm, die im Jahre 1943 eingeführt wurde, enthielt dann ein solches Verzeichnis als Anlage. Ein weiterer Fortschritt dieser Fassung war, dass sie nicht nur die Berechnung der Dübelverbindungen regelte, sondern auch alle durch baupolizeiliche Zulassung bestätigte Ring- und Scheibendübel der einzelnen Holzbaufirmen mit ihren zulässigen Tragfähigkeiten und konstruktiven Tragfähigkeiten enthielt.

Im Jahre 1960 publizierte Karl Möhler erste Vorschläge zu einer Neufassung, der noch aus den 40er Jahren stammenden Holzbauvorschriften. Während die Holzbauvorschriften bis 1947 beispielgebend auch für andere Länder Europas waren, trat nun durch die lange Zeit, in der die Vorschriften nicht novelliert worden waren, ein Rückstand zu anderen Ländern ein. Außerdem hatte die Holzbauforschung in der Nachkriegszeit zahlreiche neue Erkenntnisse hervorgebracht, die die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus förderten. Der Entwurf der neuen Ausgabe der DIN 1052 erschien dann 1965; bauaufsichtlich eingeführt wurde sie – grundlegend überarbeitet – im Jahre 1969. Zu den Schwerpunkten der Holzbauforschung im Zusammenhang mit der Überarbeitung der Norm bemerkt Möhler in [6.5]: „Die Holzforschung hat sich in den letzten 25 Jahren daher nicht nur mit den noch ungenügend in den Vorschriften behandelten Fragen der Holzgüte und der zulässigen Spannungen, der Verbindungsmittel und zusammengesetzten Bauglieder beschäftigt, sondern auch versucht, die Grundlagen für neuartige Konstruktionsmöglichkeiten zu schaffen. So wurden in dieser Zeit auf dem Gebiet des Baustoffes Holz und der holzhaltigen Werkstoffe, der Verbindungsmittel und der Konstruktionen selbst eine Vielzahl von Ergebnissen

*erarbeitet, die zur Nutzbarmachung in der Holzbauindustrie so rasch wie möglich in maßgebenden Holzbauvorschriften niedergelegt werden... Die Ergebnisse der Forschung auf dem Gebiet des Holzbaues, die in einschlägigen Fachzeitschriften und in besonderem Maße in den ‚Berichten aus der Bauforschung‘ veröffentlicht werden, können bei dem bei uns üblichen bauaufsichtlichen Verfahren eine allgemeinere Verwertung beim Bauen nur dann finden, wenn sie in ‚Baubestimmungen‘ in zweckmäßiger Weise niedergelegt sind. Es besteht daher ein allgemeines Interesse, diese ‚Vorschriften‘ jeweils so bald wie möglich dem neuesten Stand der Forschung anzugleichen. Nur dadurch können in der Regel die eine ausreichende Trag- und Verformungssicherheit aufweisenden wirtschaftlichsten Bauweisen im Holzbau allgemein nutzbar gemacht werden.“*

Die ausschließliche Nutzung neuester Erkenntnisse über die Regelung in bauaufsichtlich eingeführten Normen änderte sich mit der Gründung des Instituts für Bautechnik in Berlin im Jahre 1968 und der Berufung von Heinrich Bub (1924–1983) zum ersten Präsidenten des Instituts. Die gemeinsam vom Bund und den Bundesländern gegründete Behörde übernahm alle länderübergreifend zu regelnden bauaufsichtlichen Fragen. Nunmehr war es möglich, auch außerhalb der Regeln einer Norm die Brauchbarkeit einer neuen Bautechnik nachzuweisen, indem man eine bauaufsichtliche Zulassung des Instituts für Bautechnik vorlegte.

Wahrscheinlich aus Gründen des innerdeutschen Holzhandels vollzog man im DDR-Holzbau den geplanten Wechsel zur Bemessung nach Grenzzuständen nur zögerlich und achtete zwischen 1961 und 1985 darauf, dass die jeweils gültige Holzbaunorm (TGL 33 135) im Wesentlichen der DIN 1052 entsprach. Durch Vorschriften der obersten Bauaufsichtsbehörde wurden bei Bedarf die gültigen

Normen aktuellen Erkenntnissen oder internationalen Trends angepasst; so geschehen bei der Vorschrift 174/85, in der die 1985 gültige TGL 33 135 dem Mitte der 80er Jahre vorliegenden internationalen Kenntnisstand bei den Feuchtigkeitsklassen und der Höhenabhängigkeit bei Biegebeanspruchung für Brettschichtholz angenähert wurde. Anfang der 80er Jahre beschloss man dann auch für den Holzbau die Umstellung des Bemessungskonzeptes. Vorreiter bei der Umstellung auf das neue Sicherheitskonzept war in der DDR der Betonbau, gefolgt vom Stahlbau. Allerdings konnte die Erarbeitung einer völlig neuen Normengeneration, die sich weitestgehend dem Eurocode 5 näherte, nicht mehr vollendet werden. Durch die Vereinigung beider deutscher Staaten war eine Beendigung der umfangreichen Arbeiten nicht mehr möglich. „Mit der Vereinigung der beiden deutschen Staaten und der damit verbundenen Herstellung einer Normenunion kann das in Bild 7 (s. [9.33]) vorgestellte Konzept nicht realisiert werden, sondern der Holzbau muß sich kurzfristig auf die Einführung der DIN-Normen einstellen.“ [9.33].

### 9.3 Bemessung nach der Methode der zulässigen Spannungen – ein deterministisches Sicherheitskonzept über 150 Jahre Bautechnikentwicklung

Seitdem tragende Baukonstruktionen berechnet werden, beschäftigen sich Wissenschaftler und Praktiker mit der Frage der erforderlichen Sicherheit. Eine klare Analyse und Feststellung der äußeren Einflüsse, die auf Baukonstruktionen einwirken, war bisher nicht möglich. Es gab keinen anderen Ausweg als die Zusammenfassung aller dieser Bedingungen in einem einzigen Faktor, dem Sicherheitsfaktor. Mit dem

Sicherheitsfaktor werden für die verschiedenen Baustoffe und die Arten ihrer Beanspruchungen zulässige Spannungen festgelegt.

Der Sicherheitsfaktor definiert einen globalen Sicherheitsabstand zwischen höchstmöglicher und zulässiger Beanspruchbarkeit. In diesen Sicherheitsabstand fließen allenfalls aus der Erfahrung gewonnene Erkenntnisse ein. Die zulässige Spannung wird aus dem Verhältnis der Bruchgrenze oder Fließgrenze und dem entsprechenden Sicherheitsfaktor ermittelt. Zu Beginn der wissenschaftlichen Durchdringung der Bautechnik waren die Erkenntnisse über die Festigkeitseigenschaften der Baustoffe, über die Verteilung der Spannung im Querschnitt, über die Lasteinwirkungen und andere, die Sicherheit charakterisierende Komponenten sowie die großen Schwankungen in der Qualität der Baustoffe noch sehr unvollständig. Deshalb wurden hohe Sicherheitsfaktoren, d. h. eine große Spanne zwischen zulässigen Spannungen und der Bruchspannung des Baustoffes gewählt. Sowohl die Verbesserung der Qualität der Baustoffe, deren Normung und Typung sowie neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Festigkeitsberechnung, aber auch die Verbesserung der Eigenschaften der Baustoffe gestatteten schließlich eine schrittweise Erhöhung der Spannungen und eine gewisse Differenzierung. In Bild 6.1 ist diese Entwicklung für die Biegefestigkeit von Holz dargestellt.

In den letzten 150 Jahren ist die zulässige Biegespannung für Holz von  $6 \text{ N/mm}^2$  (festgelegt von Navier) stetig angehoben worden. Bei der Berechnung nach zulässigen Spannungen handelt es sich um einen stark vereinfachten Sicherheitsnachweis. Eine theoretische Begründung des Sicherheitskonzeptes gibt es nicht. „Die zulässigen Spannungen werden nicht theoretisch hergeleitet, sondern im wesentlichen aus der Erfahrung, daß bei der Anwendung der zulässigen Spannungen gu-

te und lang brauchbare Holzbauten entstehen, festgelegt.“ formulierte Otto Graf (1887–1956) im Jahre 1938 in [9.10]. Weiter bemerkte er: „Eine Aussage über die tatsächliche Sicherheit der Baukonstruktionen ist nicht möglich. Bei der Benutzung des aus der Erfahrung festgelegten Sicherheitswertes kann man nicht angeben, welcher Anteil davon auf die Baustoffqualität oder auf andere Einflüsse zurückzuführen ist.“ [9.10].

Obwohl sich das Verfahren nach zulässigen Spannungen über sehr lange Zeit praktisch bewährt hat, ist es mit der sich dynamisch entwickelnden Bautechnik nicht mehr möglich, aus der Erfahrung heraus eine Steigerung der zulässigen Spannungen festzulegen. Gleichzeitig wurden auf Grund der deterministischen Betrachtung, die dem Berechnungsverfahren zu Grunde liegt, die Lasten und Festigkeitswerte als feststehend angenommen. In Wirklichkeit handelt es sich aber um streuende Größen.

Ein weiterer Mangel besteht darin, dass das Verfahren streng genommen nur auf lineare Zusammenhänge anwendbar ist. Wegen der vorgenannten Nachteile ist es verständlich, dass die Bauforschung nach einer Methode zur Bestimmung der Sicherheit der Tragkonstruktionen suchte, die den wirklichen Verhältnissen näher kommt.

#### 9.4 Zur Entwicklung eines neuen Sicherheitskonzeptes – eine internationale Angelegenheit

Die Grundlage für die probabilistische Betrachtung des Sicherheitsproblems der Baukonstruktionen wurde 1926 erstmals von dem deutschen Forscher M. Mayer erarbeitet [9.11]. Unabhängig davon wurden von polnischen, französischen, aber vor allem von sowjetischen Wissenschaftlern die generellen Grundlagen ausgearbeitet [9.12].

Intensive Forschungen in der Sowjetunion in den 30er Jahren führten zum Wechsel von der Methode der Bemessung nach zulässigen Spannungen zur Methode der Bemessung nach Grenzzuständen (mit Teilsicherheitsfaktoren). 1938 wurde diese Methode erstmals bei Stahlbetonkonstruktionen in der Sowjetunion angewandt. Ab 1944 arbeitete dort eine Kommission an der Vereinheitlichung der Berechnungsmethoden für Baukonstruktionen. Im Ergebnis dieser Arbeit wurden für Stahlbeton-, Stahl-, Stein- und Holzkonstruktionen Berechnungsnormen nach der Methode der Grenzzustände herausgegeben, die seit 1955 verbindlich in die Projektierungspraxis eingeführt wurden.

Die Zusammenarbeit im RGW (Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe) orientierte auf die Schaffung eines baustoffübergreifenden Grundlagenstandards für die Berechnung von Baukonstruktionen in den angeschlossenen Ländern, der dann auch 1976 im RGW eingeführt wurde und der seit 1980 in der DDR als Norm (TGL 38 792) verbindlich war [9.25] und [9.13].

Der Standard bildete die Grundlage für die Vereinheitlichung aller Bemessungsnormen in den RGW-Ländern auf der Basis der Methode der Grenzzustände. „Der RGW-Standard ST RGW 384-76“ Baukonstruktionen und Gründungen; Grundsätze für die Berechnung „sieht für sämtliche Bauweisen eine Bemessung nach der Methode der Grenzzustände vor. Im Betonbau der DDR wurde diese Methode bereits in das einheitliche Vorschriftenwerk aufgenommen. Im Holzbau der DDR ist ein Übergang von der Bemessung der Holzkonstruktionen auf der Grundlage der zulässigen Spannungen zur Bemessung nach der Methode der Grenzzustände ebenfalls vorgesehen.“ [9.34].

Mit der Bearbeitung der notwendigen ingenieurtheoretischen Grundlagen begann man schon Ende der 70er Jahre an der TU Dresden im

Zusammenhang mit dem Ausbau der Lehre im Fachgebiet Holzbau unter Prof. Zimmer [5.34 bis 5.40 und 9.34 bis 9.35].

Anfang der 80er Jahre beschloss das zuständige Ministerium für Bauwesen für den DDR-Holzbau die Umstellung des Bemessungskonzeptes von der Methode der zulässigen Spannungen zur Methode der Grenzzustände und bewilligte die hierfür notwendigen Forschungsmittel. Gleichzeitig wurden in der Ingenieurorganisation der DDR, der Kammer der Technik, entsprechende Arbeitsausschüsse gegründet. Der Umfang der anstehenden Arbeiten war nur durch eine enge Zusammenarbeit aller verfügbaren Kapazitäten zu erreichen. In der für diese Aufgabe gegründeten Forschungsgemeinschaft aus Hochschulen, der Bauakademie und dem Kombinat Bauelemente und Faserbaustoffe in Leipzig, wurde 1984 festgelegt, dass zunächst 3 Teile der neuen Norm bearbeitet werden [3.56], [3.58], [9.33], [9.37 bis 9.38], [9.47], [9.54]. Blatt 1 sollte analog dem CIB-W-18-Code, dem ISO-TC-165-Code bzw. Eurocode 5 gestaltet werden, damit eine allgemeine Abkopplung vom internationalen Trend verhindert wird. Die zukünftigen Forschungsaufgaben orientierten sich an dieser Zielstellung. In einem gesonderten Teil der Norm sollten die Forschungsergebnisse zur Berechnung und Instandsetzung von historischen Konstruktionen zusammengefasst werden. Der dritte Teil blieb den Regeln für Bauteile in Tafelbauart und Holzwerkstoffkonstruktionen vorbehalten. Für die Herausgabe der drei grundlegenden Normen war das Jahr 1990 vorgesehen. Anschließend sollten bis zur Jahrtausendwende alle Begleitnormen, wie zum Beispiel die Norm zur Holzsortierung oder die technischen Bedingungen für die Herstellung und Überwachung von Brettschichtholz, überarbeitet werden. Neben der Sortierung nach visuellen Kriterien

war die Einführung der maschinellen Sortierung geplant.

Um die Zielstellung zu erreichen, wurde ein umfangreiches Forschungsprogramm aufgelegt [9.43]. Einmalig war die Breite der zu klärenden Themen, angefangen von der maschinellen Sortierung [9.44], [9.51], der Höhenabhängigkeit von Brettschichtholz [5.24], [9.48], der Berechnung von Knickstäben [9.49], dem Langzeitverhalten von Bauholz und Brettschichtholz [9.45], [9.50], dem Einfluss der Keilzinkenfestigkeit auf die Festigkeit von Brettschichtholz, der charakteristischen Tragfähigkeit von Verbindungen, insbesondere von Nagelverbindungen unter verschiedenen Einflüssen [2.228], [2.194], [8,13–8.15], der Verstärkung von Holzträgern durch Stahl- oder Kunststoff-Armierungen oder glasfaserverstärkte Hochleistungsverbundlagen [9.40], der Festigkeit von Altholz [9.46], dem Einsatz zerstörungsfreier Prüfmethode zur Beurteilung von verbautem Holz [6.16 bis 6.18], [9.14], der Wirkung aggressiver Stoffe auf die Festigkeitseigenschaften von verbautem Holz bis zu den Festigkeiten von Holzwerkstoffen sowie der Berechnung von Holzwerkstoffkonstruktionen [7.4 bis 7.5], [9.60].

1989 gelang es, die CIB-W-18-Gruppe zu ihrem 22. Meeting nach Ostberlin vom 25.–28.1989 einzuladen und die bis dahin erreichten Ergebnisse konnten vorgestellt werden.

Als 14 Tage später allerdings der Zerfall der DDR begann, war dies zunächst das Ende aller diesbezüglichen Forschungsbemühungen. Es mussten alle Arbeiten eingestellt werden, da die Forschungsmittel nicht mehr zur Verfügung standen, und die beteiligten Kollegen waren gezwungen, sich beruflich völlig neu zu orientieren. Eine Integration der DDR-Forschungskapazitäten in die bestehende Holzbau-Forschungslandschaft der Bundesrepublik gelang nicht. Allerdings gelang es doch noch kurz vor der gesellschaftlichen

Wende durch eine Vorschrift der Obersten Bauaufsichtsbehörde (mit der Nr. 174/89), den neuen Holzbaustandard TGL 33 135/01 als Ergänzung zur bisherigen Norm einzuführen. Der Neuentwurf, der in starker Anlehnung an den EC 5 entstand, war damit praktisch durch die Oberste Bauaufsicht der DDR zur Anwendung zugelassen. Diese Regelung entfiel mit der vollständigen Ablösung der TGL-Normen durch die DIN-Normen.

In den westlichen Ländern Europas wurde seit Mitte der 70er Jahre eine Harmonisierung der Holzbaunormen angestrebt (s. Larsen in [9.18]). Damit sollten vorrangig technische Handelshemmnisse beseitigt werden. Die Harmonisierung der Holzbaunormen wurde innerhalb der EG vorangetrieben und inhaltlich maßgeblich von der CIB-Arbeitsgruppe-W-18 beeinflusst. Auf den Normvorschlägen der CIB-Arbeitsgruppe-W-18 bauten die Normvorschläge der ISO und die Eurocode-Entwürfe auf (zur Arbeit der Gruppe siehe [9.15]).

Charakteristisch für die Mitte der 70er Jahre vorliegende überregionale osteuropäische Norm [9.16] und die ab Mitte der 80er Jahre vorliegende ISO-Norm [9.17] war eine Angleichung der Berechnungsalgorithmen und bestimmter konstruktiver Festlegungen entsprechend dem neuesten wissenschaftlich-technischen Stand. Festlegungen zu den Materialfestigkeiten enthielten die überregionalen Normen in der Regel nicht, da hier national aufgrund der zur Verfügung stehenden Materialien noch zu große Unterschiede bestanden.

Bei den Prüfstandards für Holz, Verbindungen und Holzwerkstoffen wurde aufgrund der Initiative der CIB-W-18-Arbeitsgruppe in enger Zusammenarbeit mit der RILEM (Reunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions) eine Vereinheitlichung erreicht.

### 9.5 Die Überarbeitung der noch gültigen bauaufsichtlich eingeführten Holzbau-Normen

Zur Zeit erfolgt die Bemessung und konstruktive Durchbildung von Bauteilen oder Tragwerken aus Holz vorwiegend nach der noch geltenden DIN 1052 aus dem Jahre 1988 mit Ergänzungen aus dem Jahre 1996 [9.23] auf der Grundlage zulässiger Spannungen und Verformungen. Vollholz für Baukonstruktionen ist zum überwiegenden Teil aus Fichte und Kiefer. Für Brettschichtholz wird hauptsächlich Fichte eingesetzt. Verwendung finden auch Lärche und Douglasie. Nach der gültigen Berechnungsnorm können ebenfalls Laub- oder Importhölzer mit noch höheren Festigkeiten als Nadelholz eingesetzt werden. Brettschichtholz unter Verwendung von Laubhölzern (z. B. Buche) bietet zusätzliche Möglichkeiten zur Erhöhung der Festigkeiten, was aber noch weiterer Forschungen bedarf.

Alternativ zur DIN 1052 ist seit der Herausgabe des Nationalen Anwendungsdokumentes (NAD-Richtlinie [9.26] zur Anwendung von DIN V ENV 1995 Teile 1-1 im Jahre 1995) eine Bemessung nach DIN ENV 1995 Teil 1-1 (Eurocode 5, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken. Teil 1-1; Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau, 1994, [9.19]) auf der Basis von Grenzzuständen (Teilsicherheiten) möglich. Das Nationale Anwendungsdokument bildet ein wichtiges Bindeglied zwischen den nationalen Normen für die Baustoffe und die Lastannahmen sowie dem Eurocode 5. Es enthält ergänzende Regelungen, die bei der Anwendung des Eurocodes 5 zu beachten sind [9.20 bis 9.23]. Die Anwendung wurde aber erst mit der bauaufsichtlichen Einführung in den einzelnen Bundesländern möglich. (Zu Vergleichsrechnungen zwischen DIN 1052 ([Fassung 1988/1996])

siehe ([9.20 und 9.21]) In Vorbereitung ist zur Zeit die Einführung einer Neufassung der DIN 1052 [9.24]. Diese Norm wird voraussichtlich noch im Jahre 2003 die alte Norm ersetzen und die Methode der Grenzzustände im deutschen Holzbau endgültig einführen.

Die Norm enthält eine weitere Differenzierung der Festigkeitsklassen für Voll- und Brettschichtholz. Sie normiert die bisher über bauaufsichtliche Zulassungen geregelten Balken- und Furnierschichthölzer sowie die OSB- oder kunstharz- bzw. zementgebundenen Holzwerkstoffplatten. Für die Bemessung der Verbindungsmittel können durch Einführung völlig neuer Berechnungsgrundlagen die Materialgegebenheiten differenzierter als bisher erfasst werden. Völlig neu sind die Regeln zur Berechnung von Dübeln besonderer Bauart und für eingeklebte Stahlstäbe. Eine Anpassung der anderen bauaufsichtlich relevanten Normen (z. B. des Brand- und Schallschutzes) ist ebenfalls erforderlich.

Eine so genannte „Heiße Bemessung“ von Holzbauteilen nach DIN 4102, Teil 4 oder nach EC 5, Teil 1–2 berücksichtigt die geforderte Feuerwiderstandsdauer im Brandfall bei der Bemessung der Bauteile. In Abhängigkeit von der Abbrandgeschwindigkeit des verwendeten Werkstoffes und der Brandeinwirkung wird damit sichergestellt, dass bei Einhaltung der Feuerwiderstandsdauer ein statisch tragfähiger Restquerschnitt erhalten bleibt. Da die DIN 4102, Teil 4 auf die jeweilige Berechnungsnorm Bezug nimmt, muss diese auf die Belange der neuen DIN 1052 angepasst werden. Die Nachweisführung für die „Heiße Bemessung“ nach Eurocode 5, Teil 1–2 wird in Zukunft wesentliche Teile der DIN 4102-4 ersetzen.

Für den vorbeugenden Holzschutz gelten die bauaufsichtlich eingeführten Normen DIN 68800-2; 1996 und DIN 68800-3; 1990. Neu einzubauendes Holz kann gegen Feuchtigkeit dauerhaft durch eine entsprechende baulich-konstruktive

Gestaltung und bauphysikalische Maßnahmen geschützt werden. Im Wesentlichen geht es um das Fernhalten von Feuchtigkeit und die Vermeidung einer langdauernden Feuchteeinwirkung bzw. -entstehung (z. B. infolge Tauwasser). Die DIN 68800-3; 1990 spricht in diesem Zusammenhang immer dann von einer unzutraglichen Veränderung des Feuchtegehaltes, wenn die Voraussetzung für einen Pilzbefall geschaffen und die Brauchbarkeit der Konstruktion durch Quell- und Schwindvorgänge (z. B. infolge Rissbildung) beeinträchtigt wird. Die Möglichkeit eines Insektenbefalls wird unter bestimmten Voraussetzungen toleriert, wenn dadurch keine Gefahr für die Standsicherheit des Bauteiles besteht. Zum vorbeugenden Holzschutz gehört neben der Einhaltung bewährter konstruktiver Grundsätze auch die Auswahl des Holzes (s. auch DIN EN 350-2). Nach Abschnitt 2.2. der DIN 68800-3; 1990 kann auf chemischen Holzschutz bei den Gefährdungsklassen 1 bis 3 (4) verzichtet werden, wenn resistente Holzarten (nach DIN 68364) verbaut werden. Prinzipiell ist es dadurch möglich, mit einheimischen Hölzern und der richtigen Holzart bis zur Gefährdungsklasse 3 (4) ohne chemischen Holzschutz zu bauen, was aus ökologischen Gründen sehr zu begrüßen ist. Das Holz muss dann aber splintfrei sein. Bekämpfende Holzschutzmaßnahmen sind bei aktivem Befall des verbauten Holzes durch Schädlinge zu ergreifen. Diese Maßnahmen sind in der DIN 68800-4; 1992 geregelt. Der Teil 4 der Norm ist nicht bauaufsichtlich eingeführt. Voraussetzung für Bekämpfungsmaßnahmen ist gemäß Abschnitt 2.3. der DIN 68800-4 eindeutige Feststellung der Art der Schadorganismen und des Befallsumfanges durch dafür qualifizierte Fachleute oder Sachverständige.

10. Holz im Verbund mit anderen Materialien

Die Streuung der Holzeigenschaften lässt sich durch die Herstellung eines elastischen oder starren Verbundes zu homogenen Materialien mindern. Dadurch kann aber auch gleichzeitig die Tragfähigkeit und Steifigkeit erhöht werden. So kann zum Beispiel eine Verstärkung von Brett-schichtholz mit glasfaser-verstärkten Kunststoffen die Streuung der Festigkeit wesentlich vermindern (Bild 10.1). Die heute verfügbaren Kunststoffe mit Kohlenstofffasern sind noch leistungsfähiger. So hat die Verstärkung von Holzbauteilen mittels kohlefaserverstärkten Werkstoffen inzwischen weltweit eine zunehmende Forschungsintensität initiiert. Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen dabei vor allem Arbeiten zur Untersuchung der Wirksamkeit solcher Verstärkungen, zum Einfluss auf das Kriechverhalten von Holzträgern, zur Berechnung von derartig verstärkten Trägern, zum praktischen Einsatz bei der Altbausanierung oder der Verstärkung von Brett-schichtbindern bei beschränkter Fertigungshöhe oder bei bestehenden Bauten, wie zum Beispiel Brückenträgern. Die Wirkung einer FRP-Verstärkung (FRP-Fibre reinforced plastics) ist gerade bei Holz bzw. Brett-schichtholz minderer Güte am größten.

Mit Verbundkonstruktionen, z. B. aus Beton und Holz, erweitern sich die Anwendungsmöglichkeiten für Holz. Wesentlich für den Wirkungsgrad der Verbundlösung ist die Schubtragfähigkeit bzw. -steifigkeit der Verbindungslösung. Sinnvoll ist der Einsatz der Verbundbauweise bei weitgespannten Decken, Spannweiten von 6 bis 12 m sind möglich. Die Nutzung eines Verbundes zwischen Holz und Beton kann auch für die Tragfähigkeits- und Steifigkeitserhöhung von Decken im Altbaubereich sehr wirkungsvoll sein (s.

[2. 101]). Beispielsweise lässt sich mit entsprechenden steifen Verbindungen die Tragfähigkeit verdoppeln und die Steifigkeit verdreifachen.

Weiterhin verbessert sich der Schall- und Brandschutz der Decke. Den praktischen Ingenieur interessiert vor allem, welche der Holz-Be-

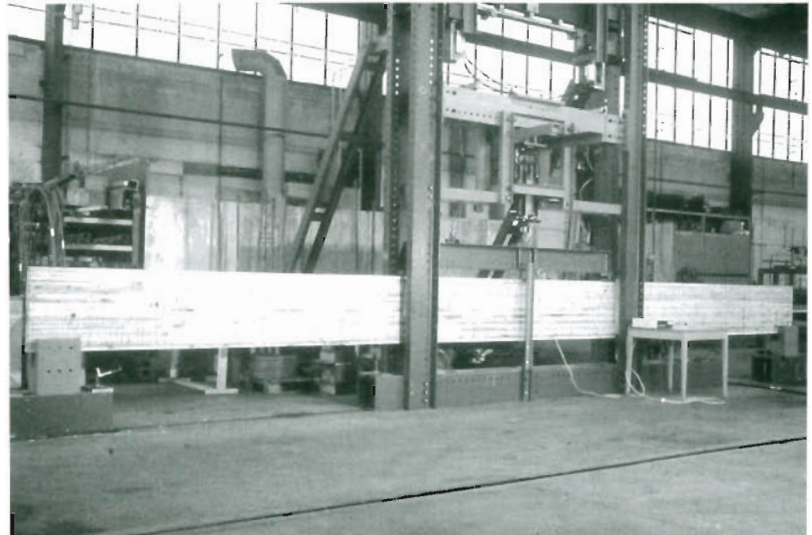
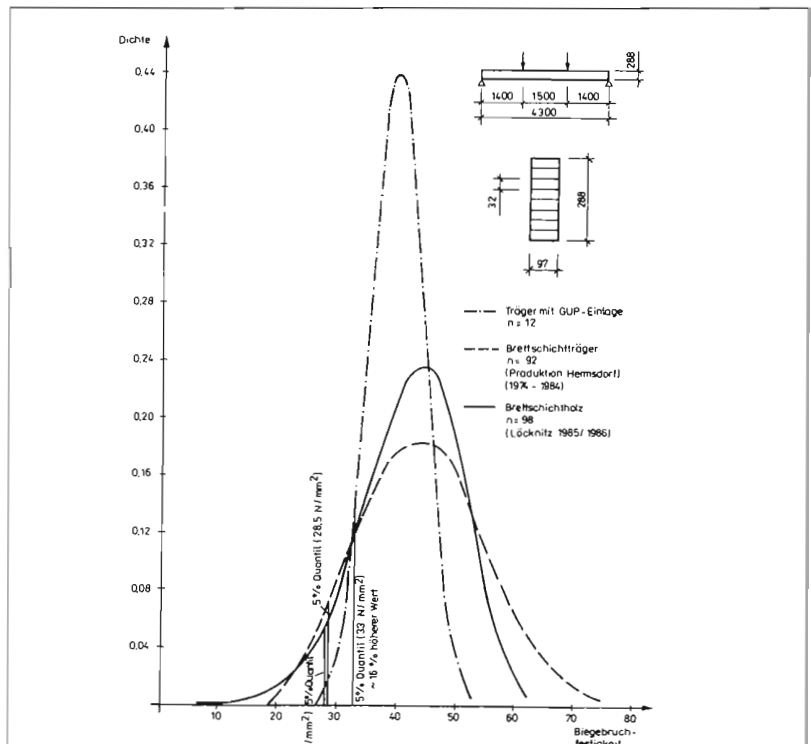


Bild 10.1: Traglastversuch im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Bauakademie der DDR zum Einfluss einer Verstärkung von Brett-schichtholz mit glasfaser-verstärkten Kunststoffen (GUP-Einlagen) auf die Biegefestigkeit (aus [3.56])  
a) Traglastversuch (Trägerhöhe: 608 mm)



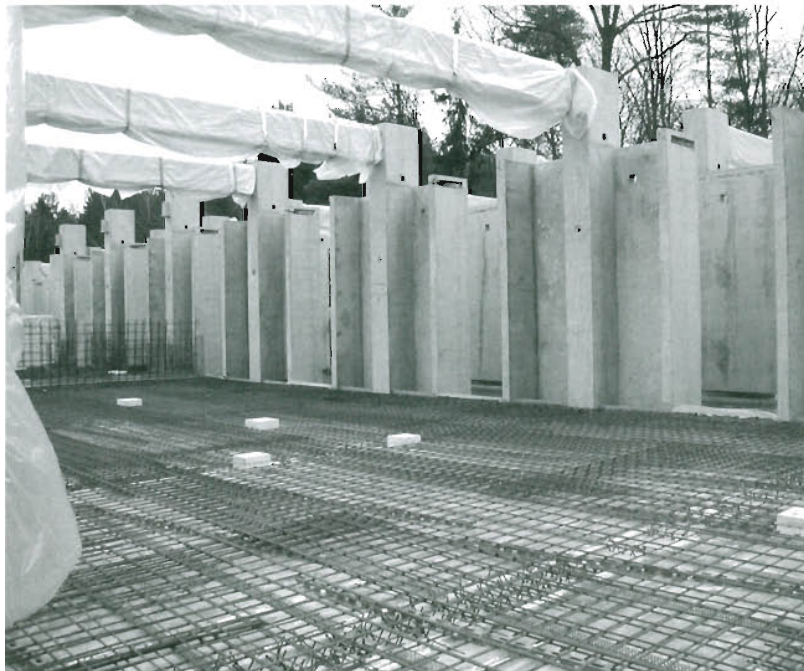
b) Weibulldichte der Biegebruchfestigkeit von BSH-Trägern mit und ohne Verstärkung (Trägerhöhe: 288 mm)

ton-Verbundlösung über eine bauaufsichtliche Zulassung geregelt ist (z. B. für die Verbundschrauben Z.9.1-342, Z.9.1-445 und für Holz-Beton-Verbundelemente Z.9.1-331). Bild 10.2 zeigt ein Beispiel. Bei Brücken mit oben liegender Fahrbahn ist die Holz-Beton-Verbundbauweise ebenfalls eine kostengünstige Alternative bei gleichzeitiger hoher Tragfähigkeit und Steifigkeit.

Bei Holzbauteilen sind Verstärkungen im örtlichen Bereich (im Bereich von Querkzug- oder Querkdruckbeanspruchung), aber auch bei Biegeträgern durchaus sinnvoll. Träger mit hoher Querkzug- oder Querkdruckbeanspruchung können in diesen Bereichen wirkungsvoll mit eingeklebten Stahlstäben verstärkt werden. Auch lassen sich mit eingeklebten Stahlstäben biegesteife Verbindungen mit hoher Tragfähigkeit herstellen (z. B. bei Rahmenkonstruktionen oder eingespannten Stützen). Mit den entsprechenden Forschungsarbeiten haben dänische und russische Forscher schon vor zwanzig Jahren begonnen, und das Interesse an der Erforschung des Tragverhaltens geeigneter Klebstoffe, der Berechnung der Verbindungen und der Klärung beeinflussen der Faktoren auf die Trag- und Verformungsfähigkeit derartiger Verbindungen hat in den letzten Jahren noch zugenommen.

## 11. Ausblick

Holz, ein Material, welches auf natürlichem Wege durch Photosynthese ohne Zutun von Energie entsteht und dabei CO<sub>2</sub> speichert, hat bezogen auf seine Herstellung und bauliche Verwendung bzw. Nutzung eine sehr gute Energiebilanz (Bild 11.1). Darüber hinaus steht es bei verantwortungsvoller Forstpolitik dem Bauwesen in nahezu unbegrenztem Maße zur Verfügung. Man kann also mit Recht von einer unerschöpflichen Rohstoffquelle spre-

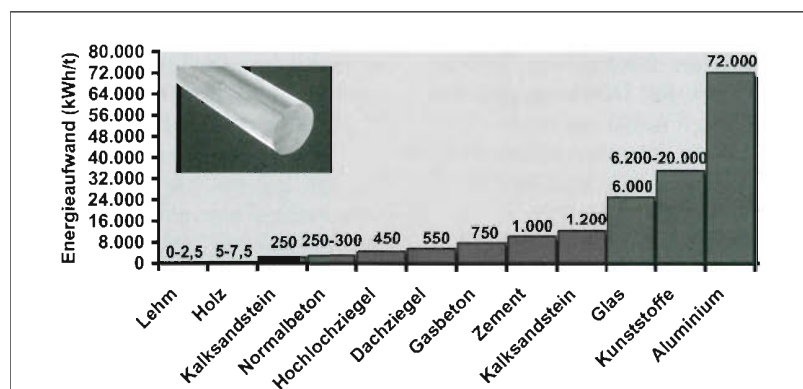


**Bild 10.2:** Holz-Beton-Verbunddecke für ein zweigeschossiges Bürogebäude, Deckenbalken: Brettstichholz, Abstand der Brettstichholzbalken: 3,5 m, Spannweite der Balken: 7,1 m (Foto: Prof Rug, 2002)

chen. Das wird auch daran deutlich, dass nach Glos (in [4.17]) nur 1,5 Prozent des in den Wäldern Deutschlands stehenden Holzvorrates jährlich genutzt wird. Wer also Ökologie und Nachhaltigkeit im Bauen ernst nimmt, kommt auch in Zukunft am Baustoff Holz nicht vorbei.

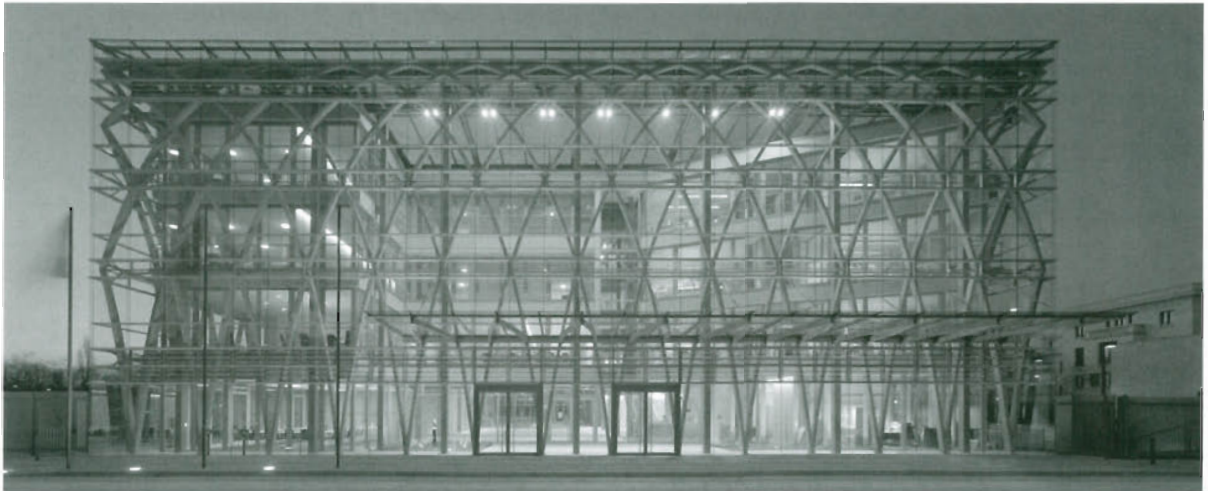
Der entwerfende Architekt oder Ingenieur kann heute aus einer umfangreichen Palette an Hölzern und Holzwerkstoffen mit den unter-

schiedlichsten Eigenschaften wählen, angefangen von Rundholz und Vollholz bis hin zu Brettstichholz, Furnierschichtholz, Furnierstreifenholz usw.. Gerade das Brettstichholz, vor neunzig Jahren erstmals durch den Weimarer Hofzimmermeister Otto Hetzer (1846–1911) industriell hergestellt, kombiniert und verbunden mit einer intelligenten und tragfähigen Verbindung, eröffnet dem Holzbau immer neue



**Bild 11.1:** Energieaufwand von Baumaterialien





**Bild 11.2: Architektonisch ansprechender Holz-Stahlbau. Die Landesvertretung des Bundeslandes Nordrhein- Westfalen in Berlin, eigentlich ein Stahlgeschossbau mit Holzdecken wird die 3000 qm große Glasfassade von einer filigranen Holzkonstruktion getragen, die auch noch aussteifende Funktionen für das Gesamtgebäude übernimmt; Ausführung der Holzkonstruktion: Fa. Stephan, Gaildorf, 2002 (Foto: Tichelmann)**

Spannweiten und architektonische Möglichkeiten.

*„Das Holz kann seine Stellung in der modernen Wirtschaft und Technik nur dann behaupten, wenn durch planmäßige Forschungen immer wieder Beweise für seine hervorragenden Eigenschaften erbracht werden. Immer wieder stellt sich dabei auch eine enge Verflechtung der Forstwirtschaft mit der Holzwirtschaft sowie der forstlichen Forschung mit der Holzforschung heraus.“* [1.3]. Franz Kollmann formulierte diese Überzeugung im letzten Jahr seines Lebens, quasi als Resümee seines schaffensreichen Wirkens. Das gilt natürlich sinngemäß auch für die Holzbaupraxis.

Ohne die Neugier, die Zielstrebigkeit und den Erfindungsgeist der

Zimmerer, Baumeister, Ingenieure und Architekten wäre die heutige Entwicklung nicht möglich gewesen. Auch wenn sich der Marktanteil im Vergleich zu den Baustoffen Stahl und Stahlbeton mit ca. 10 Prozent immer noch bescheiden ausnimmt, es ist auf jeden Fall mehr, als man vor 100 Jahren erwartet hätte, und für eine Steigerung ist noch viel Spielraum!

**Der Bauende soll nicht herumtasten und versuchen; Was stehen bleiben soll, muss recht stehen und, wo nicht für die Ewigkeit, doch für geraume Zeit genügen.**

**Mag man noch immer Fehler begehen, bauen darf man keine!**

Goethe in  
„Wilhelm Meisters Wanderjahre“

Mit der meisterlichen Verwendung des Holzes (Bild11.2) wollen wir, die Holzbaugemeinde, bestehend aus den Zimmerleuten, den Ingenieuren und Architekten, Goethes Ratschlag folgen.

In den letzten 100 Jahren, gab es viel über den Erfindungsreichtum, den Mut, die Risikobereitschaft und das Durchsetzungsvermögen unserer zimmernden Vorfahren zu berichten. Und welche positive Rolle dabei ein Berufsverband spielen kann, haben wir ebenfalls erkennen können. Wenn unsere Enkel und Urenkel in 100 Jahren auch zu solch einem Schluss kommen, dann haben wir einfach nur gut gearbeitet und Tradition mit Innovation auf intelligente Weise verbunden.

## Literatur Holzbauentwicklung

### Zum Abschnitt 1

- [1.1] Das Deutsche Zimmerhandwerk, Ein Jubiläumsband, Kassel 1928.
- [1.2] Gerland, E.: 50 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister.
- [1.3] Kollmann, F.: Die Zukunft des Holzes ist gesichert, in: Holz-Zentralblatt (1987), Nr. 78, S. 1138.
- [1.4] Deutscher Zimmermeister (Hg.): 75 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister, Karlsruhe 1978.

### Zum Abschnitt 2

- [2.1] Rug, W., Böttger, J.-C: Holzbau-Tradition mit Trend – von der Zimmerei zum Ingenieurholzbau, Teil 1 in: Bauzeitung 45 (1991), H. 2, S. 115–117, Teil 2 in: Bauzeitung 45 (1991), H. 3, S. 201–204.
- [2.2] Rug, W.: Innovationen im Holzbau, Die Hetzerbauweise, Teil 1 in: Bautechnik 71 (1994), H. 4, S. 213–219, Teil 2 in: Bautechnik 72 (1995) H. 4, S. 231–241.
- [2.3] Urban, K. A.: Denkschrift über Hetzers neue Holzbauweise verfasst im Auftrag des „Schutzverbandes für neue Holzbauweise“, Weimar o. J.
- [2.4] Chopard, C.: Bruchversuche mit Hetzerbindern, in: Schweizerische Bauzeitung 31, Mai 1913.
- [2.5] Bauten der Kaliindustrie (System Hetzer). Zeitschrift für Gewinnung, Verarbeitung und Verwertung der Kalisalze, 1912.
- [2.7] Patent Nr. 197773, Kaiserliches Patentamt, 1908.
- [2.8] Greim: Neuartige Knotenpunkt-lösung für hölzerne Fachwerke, in: Zentralblatt für das Deutsche Baugewerbe (1920), H. 11/12, S. 117–121.
- [2.9] Schöne, W.: Historische Quellen und Geschichte des Holzleimbaus, in: Beiträge zur Geschichte von Technik und technische Bildung, Heft 8, Leipzig 1990.
- [2.10] Gehri, E.: Entwicklung des ingenieurmäßigen Holzbaus seit Grubenmann, Teil II: 20. Jahrhundert und künftige Möglichkeiten, in: Schweizer Ingenieur und Architekt (1983), H. 33/34, S. 808–815.
- [2.11] Schächterle, K.: Holzbrücken, Berlin/Leipzig 1927.
- [2.12] Kersten, C. (Hg.): Freitragende Holzbauten, Berlin 1921.
- [2.13] Schaechterle, K.: Ingenieurholzbauten bei der Reichsbahndirektion, Stuttgart, Berlin 1925 bzw. in: Bautechnik 23, Mai 1924, Heft 22, S. 236–230.
- [2.14] Kühne, K.: 70 Jahre geleimte Holz-Tragwerke in der Schweiz, in: Schweizer Ingenieur und Architekt (1979), S. 32–33.
- [2.15] Natterer, J.: Die Entwicklung des Holzleimbaus in der Schweiz, in: Schweizer Holzbau (1984), H. 8, S. 42–44.
- [2.16] Gestechi, T.: Der neuzeitliche Holzbau im Eisenbahnwesen, in: Die Bautechnik 1 (1923), H. 12, S. 89–98.
- [2.17] Blömer, A.: Ein Beitrag zur Geschichte des Leimes und Leimbaues, in: Deutscher Zimmermeister 60 (1958), S. 533–535, 553–564.
- [2.18] Egner, K.: Kunstharzleimung im Dienst der Bauholzeinsparung, in: Bauen und Wohnen 1 (1946), H. 4/5, S. 96–111.
- [2.19] Stoy, W.: Leim als Holzverbindungs-mittel, in: Der Bauingenieur 47/48 (1933), S. 589–594.
- [2.20] Hoppe: Der Lamellenholzbau mit geleimten Verbindungen in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Schweden, in: Der Bauingenieur 25 (1950), H. 1, S. 18–20.
- [2.21] Egner, K.: Stand und Entwicklung der Grobholzleimung, in: Die Bautechnik 28 (1940), S. 435–438.
- [2.22] Graf, O., Egner, K.: Versuche mit geleimten Laschenverbindungen aus Holz, in: Holz als Roh- und Werkstoff 1 (1938), H. 12, S. 460–464.
- [2.23] Mörat, E.: Die Leimverbindung im Holzbau, in: Bauwelt (1938), H. 9, S. 180–182.
- [2.24] Egner, K.: Schifftzinkung von Bauhölzern, in: Mitteilung des FA für Holzfragen 27–32, S. 1940–42.
- [2.25] Winter, K.: Rug, W.: Innovationen im Holzbau – Die Zollinger-Bauweise, in: Die Bautechnik 69 (1992), H. 4., S. 190–197.
- [2.26] Werner, F., Seidel, J.: Der Eisenbau – Vom Werdegang einer Bauweise, Berlin 1992.
- [2.27] Graf, O.: Wie können die Eigenschaften der Bauhölzer mehr als bisher nutzbar gemacht werden?, in: Holz als Roh- und Werkstoff 1 (1937), H. 1/2, S. 13–16.
- [2.28] Rhude, J. A.: Minnesota's Engineered Timber Heritage, in: Timber Producer Bulletin (1994), H. 4/5, S. 26–27.
- [2.29] Ruhde, J. A.: Structural Glued Laminated Timber in America, in: Engineered Timber News,

- October 1994.
- [2.30] Ruhde, J. A.: Briefe an den Verfasser vom 26.10.1994 und 13.10.1994.
- [2.31] Verfahren zum Verleimen von Holz, insbesondere von Sperr- und Furnierholz, Patentschrift Nr. 550 647, Klasse 225.
- [2.32] Müller, C.: Holzleimbau, Berlin, Basel 2000.
- [2.33] Müller, Ch.: Entwicklung des Holzes unter besonderer Berücksichtigung der Erfindung von Otto Hetzer – ein Beitrag zur Geschichte der Bautechnik, Dissertation Bauhaus Universität Weimar 1999.
- [2.34] Schaechterle, K.: Die Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH) der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, in: Die Bautechnik 5 (1927), H. 2, S. 21–23, und H. 7, S. 84–87.
- [2.35] Gebbing, J.: Das neue Dickhäuterhaus des Leipziger Zoologischen Gartens, Sonderabdruck aus: „Der Zoologische Garten“, Bd. 1, Heft 1/2, 15.7.1928.
- [2.36] Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke (BH), Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Berlin 1926.
- [2.37] Gesteschi, T.: Grundlagen des Holzbaus, 3. neubearbeitete Auflage, Berlin 1930.
- [2.38] Seitz, H.: Grundlagen des Ingenieurholzbau, Berlin 1925.
- [2.39] Kersten, C.: Freitragende Holzbauten, 2. völlig umgearbeitete Auflage, Berlin 1921.
- [2.40] Bronneck, H.: Holz im Hochbau, Wien 1927.
- [2.41] Jackson, A.: Ingenieur-Holzba, Stuttgart 1921.
- [2.42] Prüfungsverfahren für schwierige statische Berechnungen, Erlass des Preußischen Ministers für Volkswohlfahrt vom 03.12.1926, in: Die Bautechnik (1927), H. 4, S. 55–56.
- [2.43] Otzen, R.: Die statische Berechnung der Zollbau-Lamellendächer, in: Der Industriebau (1923), Heft Aug.-Sept.
- [2.44] Halasz, R. u.a.: Holzbautaschenbuch, 3. Auflage, Berlin 1948.
- [2.45] Gesteschi, T.: Der Holzbau, Berlin 1926.
- [2.46] Kress, F.: Der Zimmererpolier, 5. Auflage, Ravensburg 1938.
- [2.47] Gaber, E. in: Der Bauingenieur (1941), H. 11, S. 415.
- [2.48] Hofmann, E.: Das Zollinger-Lamellendach als freitragende Dachkonstruktion für Wohnhäuser, Siedlungsbauten, Hallen, Fabrikanlagen, Feldscheunen und Ausstellungsgebäude, in: Bauzeitung (1923).
- [2.49] Fonrobert, F.: Grundzüge des Holzbaus im Hochbau, 5. Auflage, Berlin 1948.
- [2.50] Eiselen, F.: Das Zollbau-Lamellendach, in: Holzbau (Beilage der Deutschen Bauzeitung), Nr. 13 vom 27.10.1923.
- [2.51] Gusshäuser: System Zollbau, Herausgeber: Deutsche Zollbau Lizenzgesellschaft, Berlin 1926.
- [2.52] Gesteschi, T.: Fortschritte in der Ausführung neuzeitlicher Holzkonstruktionen, in: Bautechnik, 12.06.1928, Heft 25, S. 327–344.
- [2.53] Neumann, G.: Bauzustandsanalyse und Rekonstruktion eines Gebäudes in Zollinger-Lamellen-Bauweise. Diplomarbeit, TH Wismar 1988.
- [2.54] Slitschkonchow, J. W. u.a.: Konstrukcii is djerewa i plastmass, Moskwa 1986.
- [2.55] Dutko, P.: Grundlagen des Holzleimbau, in: Bauingenieurpraxis, H. 51, Berlin 1969.
- [2.56] Kohlhoff, S.: Kultur und Kommerz, in: Deutsche Bauzeitung, 125 (1990), H. 10, S. 40–43.
- [2.57] Natterer, J., Herzog, T., Völz, M.: Holzbau-Atlas-Zwei, Institut für internationale Architektur, Dokumentation München 1991.
- [2.58] Noack, E.: Entwurf zu einem weit gespannten freitragenden Hallenbau in Holzkonstruktion, in: Der Holzbau (1921), H. 19, S. 73–76.
- [2.59] Kersten, C.: Die Festhalle für das erste sächsische Sängerbundfest, Dresden 1925, in: Der Bauingenieur 6 (1925), H. 26, S. 768–712.
- [2.60] Ohne Autor: 60 Jahre und kein bisschen morsch: Holzbausanierung am Sonnenhang, Faltblatt zur Ausstellung Deutsche Werkstätten Hellerau, Dresden 1994.
- [2.61] Ahnert, R., Krause K. H.: Typische Baukonstruktion von 1860 bis 1980, Band 1, Zur Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz, Berlin 2000.
- [2.62] Ohne Autor: AHOBAG, Holzbauten, Firmenschrift allg. Holzbau-AG, 2. Auflage, Berlin/Ludwigshafen See 1919.
- [2.63] Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke (BH), Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, 3. berichtigte Auflage, Berlin 1931.
- [2.64] Biermann, G.: Holzhäuser von Albinmüller, in: Dekorative Kunst 1922, H. 42, S. 123–128.
- [2.65] Ohne Autor: Firmen-Faltblatt zu Baracken, Häusern, Turnhallen, Niesky 1912.
- [2.66] Ohne Autor: Nordische Blockhäuser, Katalog XVIII, 3. Auflage, Niesky O. L 1934.
- [2.67] Ohne Autor: Die Reichsforschungsgesellschaft zum Holzhaus, Deutscher Zimmermeister, 1929, H. 34, S. 458.
- [2.68] Ohne Autor: Wohnhäuser aus Holz, Musterbuch W 2000, Niesky O. L 1940.
- [2.69] Deuschler A.: Warum Holzhäuser?, in: Der Deutsche Volkswirt, 16 (29.1.1937), S. 98–99.
- [2.70] Ohne Autor: Brümmersche zerlegbare, transportable Häuser, Katalog A, Köln 1902.
- [2.71] Das Plattenhaus der Deutschen Werkstätten A. G. Hellerau, in: Innendekoration 36 (1925), S. 402 ff.

- [2.72] Ebinghaus, H., Fritzsche, M.: Das Zimmerhandwerk, Ein Lehrbuch und Nachschlagewerk für Studium und Praxis, Nordhausen 1939.
- [2.73] Eikart: Holzbauten der Stadt Spandau, in: Die Volkswohnung 2 (1820), H. 5, S. 70–73.
- [2.74] Fehl, G., Harlander, T.: Hitlers sozialer Wohnungsbau 1940–1945, in: Stadtbauwelt (1984), H. 48, S. 2095–2102.
- [2.75] Renner, T.: Fertighaus mit Denkmalschutz, Bundesverband Deutscher Fertigbau eV. Bad Honnef, in: Fertigbau-Forum 3/95.
- [2.76] Franke, A.: Holzbau im Siedlungswesen, in: Der Holzbau, Beiblatt der deutschen Bauzeitung (1931), H. 3, S. 26–28.
- [2.77] de Fries, H.: Künstlerische Probleme des Holzbaus, in: Die Volkswohnung 1 (1919), H. 9, S. 110–112.
- [2.78] Gaber: Die Bewirtschaftung der wichtigsten Baustoffe und das Baugenehmigungsverfahren, in: Deutsche Bauzeitung (1939), H. 24, S. 511–514.
- [2.79] Geron, H.: Daheim und Draußen, in: Deutsche Kunst und Dekoration 28 (1925), H. 7, S. 193–198.
- [2.80] Genster, G. A.: Holzhausbau oder Massivbau, in: Deutscher Zimmermeister (1950), H. 12, S. XII 7–8.
- [2.81] Grohmann, H.: Das zeitgemäße Holzhaus. Sein Bau und seine Raumgestaltung, München 1938.
- [2.82] Grohmann, H.: Das zeitgemäße Holzhaus. Sein Bau und seine Raumgestaltung, 2. Auflage, München 1941.
- [2.83] Grüning, M.: Wachsmannreport, Berlin 1986.
- [2.84] Ohne Autor: Zerlegbares Bauwerk mit Korksteinen, Patentschrift Nr. 14398, Klasse 5, Eidgen, Amt für Geistiges Eigentum o. J.
- [2.85] Haenel: Das Holzhaus der Deutschen Werkstätten Hellerau, in: Dekorative Kunst 24 (1921), S. 201–206.
- [2.86] Hahn: Holz- und Massiv-Bau, in: Der Holzbau, Beiblatt der deutschen Bauzeitung 1 (1920), H. 1, S. 2–3.
- [2.87] Harbers: Holzbau in Fabrik und Einzel-Ausführung, in: Der Baumeister 29 (1931), H. 7, S. 285–292.
- [2.88] Hirtsiefer: Die Wohnungswirtschaft in Preussen, Eberswalde, 1929.
- [2.89] Ohne Autor: Vom praktischen Bauen und sonnigen Wohnen, München 1927.
- [2.90] Ohne Autor: Das Deutsche Holzhaus, Höntsch & Co. Niedersedlitz, 3. verbesserte Aufl., Niedersedlitz/Dresden 1929.
- [2.91] Ohne Autor: Das Deutsche Holzhaus, Bauart Höntsch, Sonderkatalog D, 4. Auflage, Niedersedlitz 1934.
- [2.92] Ohne Autor: Ingolstädter Holzhäuser, Firmenkatalog, Ingolstadt 1924.
- [2.93] Junghanss, K.: Das Haus für alle – Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland, Berlin 1994.
- [2.94] Kempf, J.: Das Einfamilienhaus des Mittelstandes, München 1926.
- [2.95] Kersten, C.: Der Holzbau im Vierjahresplan und die neuen Holzbaubestimmungen, in: Deutsche Bauzeitung (1938), H. 34, S. B 917–922.
- [2.96] Kober, T.: Sanierung des Einstein-Hauses, Fachhochschule Hildesheim/Holzminden, Diplomarbeit (unveröffentlicht), 1997.
- [2.97] Kress, F.: Der Zimmerpolier. Ein Lehr- und Konstruktionsbuch, Ravensburg 1935.
- [2.98] Kuhweide, P.: Das Holzhaus. Argumente für eine wachsende Alternative, Arge Holz u. a., Düsseldorf 1999.
- [2.99] Küttner, I.: Siedlungspolitik und Landeskultur in Brandenburg-Preußen 1648 bis 1871, in: Brandenburgische Denkmalpflege 10 (2001), H. 1, S. 4–18.
- [2.100] Lange, W.: Der Barackenbau mit besonderer Berücksichtigung der Wohn- und Epidemie-Baracken, Leipzig 1885.
- [2.101] Lißner, K., Rug, W.: Holzbausanierung, Grundlagen der Praxis der sicheren Ausführung, Berlin 2000.
- [2.102] Ohne Autor: Holzhausbau Otto Loeb & Co, Falkensee, Falkensee 1931.
- [2.103] Lohmüller, F. W.: Das Deutsche Wohnhaus ist das Holzhaus, Firmenschrift, Güsten/Anhalt 1937/38.
- [2.104] Meissner, E.: Holzhaus-Schau in Hellerau, in: Innendekoration 445 (1934), S. 337–339.
- [2.105] Ohne Autor: Merkblatt über die Verwendung von Holz im Hochbau, in: Deutsche Bauzeitung (1938), H. 50, S. B 1361.
- [2.106] Meyer, O.: Der Holzhausbau, in: Fachblatt für Holzarbeiter 1921 Jgf. (1926), S. 145–147.
- [2.107] Nerdinger, W. (Hg.): Richard Riemerschmied. Vom Jugendstil zum Werkbund, Werke und Dokumente, München 1982.
- [2.108] Neufert, E.: Die Pläne zum Kriegseinheitstyp, in: Der Wohnungsbau in Deutschland (1943), H. 13/14, S. 233–240.
- [2.109] Neufert, E.: Möglichkeiten der Gestaltung beim Kriegseinheitstyp, in: Der Wohnungsbau in Deutschland (1943), H. 17/18, S. 279–282.
- [2.110] Ohne Autor: Notbauten für ostpreußische Landwirte – transportable Wohnhäuser, in: Die Bauberatung, Nr. 8, 12.11.1914, Beilage zu: Bauwelt 5 (1914), H. 45, S. 9–12.
- [2.111] Stoy, W.: Einfräs- und Einpressdübel im Ingenieurholzbau, in: Die Bautechnik 29 (1952), H. 9, S. 241–246.

- [2.112] Paulsen: Holzhäuser für Siedlungen, in: Bauwelt 10 (1919), H. 35, S. 14–15.
- [2.113] Pedersen, S.: Norwegische Holzhäuser, in: Wasmuths Monatshefte für Baukunst 10 (1926), H. 9, S. 370–278.
- [2.114] Popp, J.: Die neuen Holzhäuser der Deutschen Werkstätten, in: Dekorative Kunst, 26 (1922/1923), H. 48, S. 37–48.
- [2.115] Ohne Autor: Richtlinie zur Einsparung von Baustoffen, in: Zentralblatt der Bauverwaltung (1937), S. 748.
- [2.117] Riemerschmid, R.: Holzhäuser, in: Monatshefte für Baukunst und Städtebau (1932), H. 11, S. 533–535.
- [2.118] Vogt, W.: Die Bedeutung und das Werk des Weimarer Zimmermeisters Otto Hetzer. Mitteilung Nr. 1/84 des Fachausschusses Ingenieurholzbau und des Instituts für Industriebau der Bauakademie der DDR vom III. Holzbauseminar in Weimar, Berlin 1984.
- [2.119] Egner, K.: Versuche mit geleimten Bauteilen, in: Mitteilungen des FA für Holzfragen beim VDI (1940), H. 26.
- [2.120] Sander: Die deutschen Gütevorschriften für Holzhäuser, in: Deutsche Zimmermeister-Zeitung 30 (1928), H. 44, S. 525–528.
- [2.121] Schmelzli, E.: Schwarzwälder Dauer-Holzbau, Firmenschrift, Baiersbronn 1931.
- [2.122] Schmidt, P.: Handbuch des Hochbaus unter Berücksichtigung neuzeitlicher Konstruktionen, Nordhausen 1926.
- [2.123] Schmitthenner, P., Graf, O., Reiher, H., Hengerer, E. K., Kreß, F.: Die Holz-siedlung am Kochenhof, Stuttgart 1933.
- [2.124] Schulze, H.: Entwicklungen im mitteleuropäischen Holzhausbau in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts.
- [2.125] Schulze, H., Lebensdauer von Holzhäusern (Holzbauhandbuch, Reihe 3, Teile 1, Folge 2), Düsseldorf 1999.
- [2.126] Ohne Autor: Das zerlegbare Holzhaus, System Siebel, Düsseldorf (Bauartikel-Fabrik A. Siebel) 1910.
- [2.127] Ohne Autor: Werksschrift zum 50jährigen Bestehen der Bauartikelfabrik A. Siebel, Düsseldorf-Rath 1915.
- [2.128] Sommerfeld, A.: Deutscher Holzbau-Verein, in: Der Holzbau, Beiblatt der deutschen Bauzeitung (1920), H. 1, S. 1–2.
- [2.129] Strauß, T.: Untersuchungen zur Lebensdauer von vor 1945 errichteten Holzhäusern, Fachhochschule Eberswalde, FG. Holztechnik, FG. Holzbau, Diplomarbeit (unveröffentlicht).
- [2.130] Taut, B.: Notbauten für ostpreußische Landwirte, transportable Wohnhäuser, in: Die Bauberatung, 12.11.1914, H. 8, S. , Beilage zu: Bauwelt.
- [2.131] Tessenow, H.: Tragfähige Holzfachwerkwand mit zwischen je zwei senkrechten Steinreihen eingeschalteten senkrechten Zwischengliedern, Patentschrift Nr. 239961, Kaiserliches Patentamt o. J.
- [2.132] Thiele, R.: Der Zimmerer und sein Werk, Leipzig 1952.
- [2.133] Tribel: Entwicklung von Dach, Decke und Wand im Dritten Kriegsjahr, in: Die Deutsche Bauzeitung (1942), H. 14, S. 263–268.
- [2.134] Ohne Autor: Verordnungen über die Ermittlung des Bauzustandes der Wohngebäude mit drei oder mehr Wohnungen – Bauzustandserfassung, Gbl. der DDR, GBL. I, Nr. 11 vom 05.04.1978.
- [2.135] Vittal, W.: Wo stehen wir heute im Barackenbau?, in: Die Bauzeitung, (1942), H. 23, S. 429–432.
- [2.136] W. C. B.: Der Holzhausbau. Ein Erlass des preußischen Staatskommissars für das Wohnungswesen, in: Die Volkswohnung 1 (1919), H. 9, S. 17–18.
- [2.137] Wachsmann, K.: Holzhausbau Technik und Gestaltung, Berlin 1930.
- [2.138] Wachsmann, K.: Kleine und große Bauten in neuer Holztechnik, in: Bauwelt 8 (1931), H. 50, S. 1559.
- [2.139] Wachsmann, K.: Holzhausbau, Technik und Gestaltung, Neuausgabe Basel/Boston/Berlin 1995.
- [2.140] Wangerin, G., Weiss, G.: Heinrich Tessenow, Ein Baumeister, 1876–1950, Essen 1976.
- [2.141] Wedemeyer: Der Holzhausbau im Wohnungs- und Siedlungswesen, in: Bauwelt 12 (1921), H. 42, S. 611–614.
- [2.142] Weger: Holzhäuser in Groß-Berlin, in: Die Volkswohnung 2 (1920), H. 5, S. 73–74.
- [2.143] Wentscher: Der Holzhausbau auf der Dresdner „Jahresschau“, in: Die Baugilde 7 (1925), H. 15, S. 1030–1037.
- [2.144] Werner: Ausstellung „Deutsches Holz“ 1933 in Stuttgart, in: Deutsche Bauzeitung 67 (1933), H. 45, S. 879–886.
- [2.145] Halasz, R.: Holzbautaschenbuch, 4. Auflage, Berlin 1952.
- [2.146] Sahlberg, W.: Verleimte freitragende Holzkonstruktionen, Mitteilungen des FA für Holzfragen (1940), Heft 26.
- [2.147] Langer, E.: Erinnerungsblätter zum 1. Sächsischen Sängerbundfest, Dresden 20.–23. Juni 1925, Dresden 1925.
- [2.148] Noack, E.: Das Holz und sein Beruf, Teil 1 in: Der Deutsche Zimmermeister (1924), H. 44; Teil 2: Der Deutsche Zimmermeister (1924), H. 45.
- [2.149] Greim: Neuartige Knotenpunkt-lösung für hölzerne Fachwerke, in: Zentralblatt für das Deutsche Baugewerbe (1920), H. 11/12, S. 117–121.

- [2.150] Stoy, W.: Über Versuche mit Drahtstiften als Holzverbindungsmittel, in: Deutsche Bauzeitung 64 (1930), H. 19, S. 141–146.
- [2.151] Stoy, W.: Über Verwendung von Drahtstiften als Holzverbindungsmittel, in: Deutsche Bauzeitung 67 (1933), S. 934–936.
- [2.152] Seidel, E.: Genagelte Holzbinder, in: Deutsche Bauzeitung 67 (1933), S. 937–940.
- [2.153] Grabbe, H.: Die Festigkeit der zweischnittigen genagelten Holzverbindungen bei gleicher und ungleicher Holzstärke, TH Braunschweig, Dissertation Braunschweig 1934.
- [2.154] Stoy, W., Seidel, E.: Nagelverbindungen im Hallen- und Wohnungsbau nach DIN 1052, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Holz, Nr. 6, Berlin 1933.
- [2.155] Seidel, E.: Fortschritte des Bauingenieurwesens im neuen Deutschland 1933–1943, VII, Die Entwicklung des Holz-Nagelbaus, in: Die Bautechnik 21(1943), S. 204–207.
- [2.156] Stoy, W.: Neue Bestimmungen für genagelte Holzverbindungen, in: Der Bauingenieur 16 (1935), H. 47/48, S. 475–477.
- [2.157] Fonrobert, F.: Praktische und konstruktive Grundlagen des Holz-nagelbaus, in: Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen beim VDI, Heft 21, Berlin 1938.
- [2.158] Seidel, E.: Ein genagelter Holzbinder, in: Rundschau Technischer Arbeit (1937), S. 7.
- [2.159] Gaber, E.: Holzträger als Ersatz für Stahlträger, Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen beim VDI, Heft 21, Berlin 1938.
- [2.160] Dröge, G.: 25 Jahre Holz-nagelbau in Versuch und Praxis, in: Die Bautechnik 32 (1955), H. 2, S. 37–44.
- [2.161] Kollmann, F.: Neue Wege der Holzverwendung, in: Der Deutsche Zimmermeister 35 (1933), H. 22, S. 253–254.
- [2.162] Möhler, K.: Versuche und Erfahrungen mit neuzeitlichen Holzverbindungen und Holzkonstruktionen, in: Der deutsche Zimmermeister 56 (1954), H. 24, S. 542–550.
- [2.163] Kersten, C.: Holzverbindungen mit dem Bulldogblech, in: Der Deutsche Zimmermeister (1927), H. 11, S. 127–129.
- [2.164] Hambacher, W.: 30 Jahre Studiengemeinschaft Holzleimbau, in: bauen mit holz (1987), H. 10, S. 656–657.
- [2.165] Hempel, G.: Holzleimbau und Zimmerhandwerk, in: Der Zimmermann (1966), H. 4, S. 58–60.
- [2.166] Stoy, W.: Der Holzbau, 4. Auflage, Berlin 1944.
- [2.167] Troche, A.: Grundlagen des Ingenieur-Holzbaus, Hannover 1951.
- [2.168] Kersten, C.: Wird der freitragende Holzbau wettbewerbsfähig bleiben?, in: Der Deutsche Zimmermeister (1927), H. 18, S. 151–152.
- [2.169] Wolf, W.: Vom Wiederaufbau kriegszerstörter Strassenbrücken in Hessen, in: Der Bauingenieur 24 (1949), H. 1, S. 2–7.
- [2.170] Gattner, A., Trysna, F.: Hölzerne Dach- und Hallenbauten, 7. Auflage, Berlin 1961.
- [2.171] Stoy, W.: Genagelte Dachbinder, in: Bauwelt 27 (1936), H. 30, S. 710.
- [2.172] Gaber, E.: Die Bewirtschaftung der wichtigsten Baustoffe und das Baugenehmigungsverfahren, in: Deutsche Bauzeitung (1939), H. 24, S. 511–514.
- [2.173] Gaber, E.: Genagelte Strassenbrücke 1. Klasse aus Holz, in: Die Bautechnik 19 (1941), H. 26/27, S. 277–286.
- [2.174] Stoy, W.: Verwendung von Drahtstiften im Dach- und Hallenbau, in: Bauwelt 26 (1935), H. 9, S. 189–192.
- [2.175] Möhler, K.: Versuche und Erfahrungen mit neuzeitlichen Holzverbindungen und Holzkonstruktionen, in: Deutscher Zimmermeister 56 (1954), H. 24, S. 542–550.
- [2.176] Möhler, K.: Über einige Grundlagen und Entwicklungsmöglichkeiten des Holz-nagelbaues, in: Holz als Roh- und Werkstoff 11 (1955), H. 10, S. 388–397.
- [2.177] Gaber, E.: Ein großes Lehrgerüst, in: Der Zimmermeister 52 (1950), H. 3, S. 1–3 und 4, S. 6–7.
- [2.178] Dietrich: Verleimte Dachkonstruktionen, in: Der Zimmermeister (1953), H. 1, S. 2–5.
- [2.179] Traub, E.: Holzbauweisen im Hoch-, Brücken- und Funkturm-bau, in: Der Bauingenieur (1934), H. 12, S. 485–490.
- [2.180] Brockstedt, G.: Türme aus Holz-Vergessene Ingenieurleistungen, in: bauen mit holz (1992), H. 8, S. 641–644.
- [2.181] Seitz, H.: Die Holztürme des Großsenders Mühlacker, in: Der Bauingenieur (1931), H. 29, S. 529–533.
- [2.182] Seitz, H.: Die hölzernen Funktürme des Rundfunksenders München-Stadelheim, in: Die Bautechnik (1927), S. 378–380.
- [2.183] Seitz, H.: Der Einsturz der hölzernen Holztürme des Senders München-Stadelheim, in: Die Bautechnik (1933), H. 1/2, S. 29–32.
- [2.184] Giesbach: Die hölzernen Funktürme von 80 m Höhe in Königsberg i. Pr., in: Die Bautechnik (1927), S. 530–531.
- [2.185] Kersten, C.: Holzbauten in ingenieurmäßiger Ausführung

- rung, in: Holz als Roh- und Werkstoff (1938), H. 8, S. 299–302.
- [2.186] Ohne Autor: Holzturm, in: Holz-Zentralblatt NR. 17 vom 07.02.1996.
- [2.187] Herbst, F.: Der neue Funkturm der Reichspost in Breslau-Rothsürben, in: Die Bautechnik (1932), H. 52, S. 671–674 und H. 55, S. 741–743.
- [2.188] Gesteschi, T.: Zelluloseurm für die Papierfabrik Paul Steinbock AG in Frankfurt/Oder, in: Die Bautechnik (1923), H. 8, S. 349–351.
- [2.190] Ohne Autor: Einer Pionierleistung des Ingenieurholzbaus zum Gedenken, in: bauen mit Holz (1986), H. 5, S. 268–270.
- [2.191] Kofent, W., Schöne, W.: Untersuchungen über das Tragverhalten von Verbindungsmitteln aus Kunstharz-Pressschichtholz nach dreißigjähriger Nutzung, in: Die Bautechnik 8 (1994), H. 4, S. 196–204.
- [2.192] Schöne, W., Loos, J.: Kernprüfung, in: Bausanierung (1996), H. 11/12, S. 30–33.
- [2.193] Rug, W., Rug, F.: Innovations in Timber Engineering, Hetzer's Method, International Wood Engineering Conference New Orleans 1996, Proceedings, Part 4, pp. 435–442.
- [2.194] Ohnesorge, H. und S.: Der moderne Holzleimbau begann vor Hundert Jahren, in: Holz Zentralblatt vom 08.01.1999, S. 22–23.
- [2.195] Ohne Autor: Otto Hetzer Holzpflege und Holzbearbeitung AG Weimar: Neue Holzbauweisen, Firmenprospekt, Weimar 1912.
- [2.196] Gesteschi, T.: Hölzerne Dachkonstruktionen, 3. Auflage, Berlin 1923.
- [2.197] Gattner, A., Trysna, F.: Hölzerne Dach- und Hallenbauten, 6. Auflage, Berlin 1954.
- [2.198] Gesteschi, T.: Hölzerne Dachkonstruktionen, 5. Auflage, Berlin 1938.
- [2.199] Trysna, F.: Wirtschaftlicher Holzbau in der Kaliindustrie, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 26, 1940.
- [2.200] Gaber, E.: Zusammengesetzte Holzbiegeträger als Ersatz für Stahlträger im Hoch- und Brückenbau, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 21, 1938.
- [2.201] Graf, O., Egner, K.: Untersuchungen mit Sparbalken, insbesondere für den Wohnungsbau, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 31, 1941.
- [2.202] Gaber, E.: Sparsame Holzträger, Mitteilungen des FA für Holzfragen, 1940.
- [2.203] Stoy, W., Fonrobert, F.: Holz-Nagelbau nach DIN 1052, 3. Ausgabe 1940, Schrift 6 der Schriftenreihe der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz e.V. Berlin.
- [2.204] Wedler, B. u. a.: Hölzerne Hausdächer, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 33, 1943.
- [2.205] Wedler, B.: Hölzerne Hausdächer, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Heft 33, 1955.
- [2.206] Kress, F.: Der heutige Stand des Holzbaus und der Zimmererarbeiten, in: Bauwelt (1938), S. 177–179.
- [2.207] Rug, W., Held, H.: Lebensdauer von Holzhäusern – Eine Untersuchung zur Lebensdauer von im Zeitraum zwischen 1870 und 1946 errichteten Holzhäusern, Studie des Ingenieurbüro Dr. Rug & Partner im Auftrag des BDZ u. a., Wittenberge 2001.
- [2.208] Ziffer, A., Rentiies, C.D.: Bruno Paul und die Deutschen Werkstätten Hellerau, Dresden 1993.
- [2.209] Trysna, F.: Holzgerippehäuser, in: Der Deutsche Zimmermeister (1936), H. 8, S. 89–92 und H. 9, S. 101–104.
- [2.210] Ohne Autor: Vier Bauweisen in einer Siedlung, in: Der Deutsche Zimmermeister (1931), H. 6, S. 65–67.
- [2.211] Ohne Autor: Ein neuer Versuchsbau in Holzskelett, in: Der Deutsche Zimmermeister (1931), H. 6, S. 68.
- [2.212] Schimichen, K.: Holzskelett auf der Leipziger Baumessiedlung, in: Der Deutsche Zimmermeister (1931), H. 24, S. 390–393, H. 26, S. 412–415.
- [2.213] Seidel, E.: Das Holz und seine Bedeutung im neuzeitlichen Hausbau, in: Der Deutsche Zimmermeister (1931), H. 40, S. 588–592, H. 41, S. 603–623.
- [2.214] Fritzen, K.: Viel Rundholz und ein wenig Stahl, Das Schalgerüst der Teufelstalbrücke bei Hermsdorf, in: bauen mit Holz (1997), H. 11, S. 783–789.
- [2.215] Halasz, R., Scheer, C.: Holzbautaschenbuch, 8. Auflage, Berlin 1986.
- [2.216] Stoy, W.: Der Holzbau, 5. Auflage, Berlin 1952.
- [2.217] Ohne Autor: Fussgängersteg über die Elster unterhalb Thierschütz bei Gera, in: Der Deutsche Zimmermeister (1938), H. 15/16, S. 193–194.
- [2.218] Gaber, E.: Vom Großeinsatz des Zimmererhandwerks, in: Der Deutsche Zimmermeister (1942), H. 12, S. 137–140.
- [2.219] Herbst: Die neuen Rundfunktürme in Heilsberg bei Königsberg, in: Der Deutsche Zimmermeister (1931), H. 30/31, S. 465–470.
- [2.220] Hempel, G.: Seit 34 Jahren dem Wetter ausgesetzt, in: bauen mit Holz (1966), H. 11, S. 496–497.
- [2.221] Fritzen, K.: 66 m-Turm für Mobilfunk, in: bauen mit

- holz (2002), H. 11, S. 12–16.
- [2.222] Ohne Autor: Holzberatungsstelle der Arbeitsgemeinschaft Holz, in: Zentralblatt der Bauverwaltung (1931), H. 52, S. 770.
- [2.223] Ohne Autor: Ein Fachauschuß für Holzfragen ist gegründet worden, in: Zentralblatt des Bauwesens (1932), H. 31, S. 371.
- [2.224] Ohne Autor: Die Festhalle für das 1. Sächsische Sängerbundfest Dresden 1925, in: Der Deutsche Zimmermeister (1925), H. 44, S. 425–426
- [2.225] Ohne Autor: Die Ludwig-Kroher-Konstruktion, in: Der Deutsche Zimmermeister (1939), H. 13, S. 159–161
- [2.226] Ohne Autor: Die Rippen der Ludwig-Kroher-Dachkonstruktion als Dachstuhl und Deckenträger, in: Der Deutsche Zimmermeister (1939), H. 33, S. 416–419.
- [2.227] Fritzen, K.: Messe Nürnberg Halle 7A, in: bauen mit holz (2001), H. 3, S. 16–20.
- [2.228] Lißner, K.: Experimentelle Untersuchungen an Nagelverbindungen, in: IV. Internationales Symposium, Bratislava/Kocovce 1989.
- [2.229] Lißner, K., Zimmer, K.: Untersuchungen über die Tragfähigkeit von Nagelverbindungen bei einer Beanspruchung senkrecht zur Schaft-richtung, in: Holz als Roh- und Werkstoff 50 (1992), S. 181–185.
- schaft für Holzforschung, in: Der Zimmermeister 52 (1950), H. 2, S. 9.
- [3.4] Ohne Autor: Holzbau auf der Constructa, in: Deutscher Zimmermeister 53 (1951), H. 10, S. 8–9.
- [3.5] Kersten, C.: Das Holz beim Wiederaufbau, Berlin 1947.
- [3.6] Gaber, E.: Die Holzbrücken bei der Wiederherstellung der Strassenbrücke über den Main bei Lohr, Teil 1 in: Deutscher Zimmermeister 52 (1950), H. 11, S. 1–3, Teil 2 in: Deutscher Zimmermeister 52 (1950), H. 12, S. 3–6.
- [3.7] Trysna, F.; Hölzerne Bogenfachwerkbrücke, in: Deutscher Zimmermeister 52 (1950), H. 12, S.1–3.
- [3.8] Ohne Autor: So baut das Zimmererhandwerk, in: Der Zimmermann 18 (1951), H. 4, S. 5–7.
- [3.9] Ohne Autor: Wohnhausdächer, in: Deutscher Zimmermeister 53 (1951), H. 7, S. 10–14.
- [3.10] Möhler, K.: Stand der Dreiecks-Streben-Bauweise, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 12, S. 232–235.
- [3.12] Hempel, G.: Bemerkenswerte Konstruktionen, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 21, S. 445–449.
- [3.13] Ohne Autor: Der Wellstegträger, in: Deutscher Zimmermeister 59 (1957), H. 20, S. 482–483.
- [3.14] Hoff, R.: Das Nagelsystem Greim, in: Deutscher Zimmermeister 62 (1960), H. 10, S. 231–235.
- [3.15] Ohne Autor: Über 7 Millionen Meter DSB-Träger, in: bauen mit holz (1964), H. 2, S. 63.
- [3.16] Hempel, G.: Der Millionste Meter Wellstegträger, in: bauen mit holz (1964), H. 7, S. 313.
- [3.17] Hempel, G.: Das Haus nach Katalog, in: Deutscher Zimmermeister 60 (1958), H. 23/24, S. 566–567.
- [3.18] Ohne Autor: Verstärkter sozialer Wohnungsbau durch vor-gefertigte Häuser, in: Deutscher Zimmermeister 61 (1959), H. 1, S. 4–5.
- [3.19] Hempel, G.: Die Möglichkeiten der Holzverwendung, in: Deutscher Zimmermeister 61 (1959), H. 16, S. 375.
- [3.20] Ohne Autor: Studiengemeinschaft für Fertigtbau im RKW, in: Deutscher Zimmermeister 62 (1960), H. 4, S. 76.
- [3.21] Ohne Autor: Diskussion um das Fertighaus, in: Deutscher Zimmermeister 62 (1960), H. 4, S. 77.
- [3.22] Hempel, G.: Konstruktionen von Fertighäusern, in: Deutscher Zimmermeister 62 (1960), H. 416, S. 375–383.
- [3.23] Ohne Autor: Eine umwälzende Neuerung - Ein neuer Weg zum Fertighaus, in: bauen mit holz 63 (1961), H. 7, S. 297–301.
- [3.24] Hempel, G.: Das Fertighaus - Wunsch und Wirklichkeit, in: bauen mit holz 64 (1962), H. 9, S. 405–411.
- [3.25] Ohne Autor: 10 000 Holzhäuser jährlich für die Bundesrepublik, in: bauen mit holz 65 (1963), H. 2, S. 87.
- [3.26] Ohne Autor: Zusammenschluß der Hersteller von Holzfertighäusern, in: bauen mit holz 65 (1963), H. 2, S. 87.
- [3.27] Ohne Autor: Untersuchungen zur Lebensdauer von Holzhäusern, in: bauen mit holz 65 (1963), H. 9, S. 406–408.
- [3.28] Ohne Autor: Holzhäuser in TAFELBAUART, in: bauen mit holz 65 (1963), H. 10, S. 449–453.
- [3.29] Ohne Autor: Fertigtbau-Bilanz 1998/1999, Bundesverband Deutscher Fertigtbau e. V., Bad Honnef.
- [3.30] Ohne Autor: 30 Jahre Bundesverband Deutscher Fertigtbau e. V., Bad Honnef 1991.
- [3.31] Ohne Autor: Preisgekrönte Wohnbauten mit Holz, Ergebnis eines Architekturwettbewerbs des Deutschen Zimme-

### Zum Abschnitt 3



- rerhandwerks, Köln 1968.
- [3.32] Gerland, E.: Lebensprobleme des Zimmererhandwerks, in: Der Zimmermeister 50 (1948), H. 1, S. 1–2.
- [3.33] Wedler, B., Trysna, F., v. Halasz, R., Schultz, A.: Hölzerne Hausdächer, Baustoffbedarf und Arbeitsaufwand, Standsicherheitsnachweis, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, H. 33, 1955, Düsseldorf 1957.
- [3.34] Steinhardt, O.: Vom Brückenbau in Holz, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 14, S. 277–278.
- [3.35] Möhler, K.: Neuzeitliche Holzbrückenkonstruktionen, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 14, S. 278–297.
- [3.36] Steinhardt, O.: Eine Fußgängerbrücke mit 30 m Spannweite, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 14, S. 298–300.
- [3.37] Hempel, G.: Eine Fußgängerbrücke mit 15 m Spannweite, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 14, S. 300–302.
- [3.38] Hempel, G.: Eine überdachte Holzbrücke mit 37,8 m Spannweite, in: Deutscher Zimmermeister 57 (1955), H. 14, S. 303–319.
- [3.39] Gaber, E.: Die Holzbrücke der Reichsbahn bei Grötzingen, in: Der Zimmermeister 51 (1949), H. 4, S. 1.
- [3.40] Egner, K., Sinn, H.: Einführung in die Leimung tragender Holzbauteile, Karlsruhe 1958.
- [3.41] Ohne Autor: Leimung tragender Holzbauteile, in: Deutscher Zimmermeister 58 (1956), H. 20, S. 417–425.
- [3.42] Bartning: Liebe zum Holz, in: Deutscher Zimmermeister 58 (1956), H. 21, S. 433–435.
- [3.43] Wille, F.: Holzkonstruktionen im Industriebau, in: Holz als Roh- und Werkstoff 10 (1952), H. 1, S. 18–26.
- [3.44] Tietze, K.: Die Bedeutung des Fertighaus für das Zimmererhandwerk, in: bauen mit holz 73 (1971), H. 12, S. 577–579.
- [3.45] Ohne Autor: Die Trigonit-Gittersteg-Bauweise, in: Deutscher Zimmermeister (1953), H. 10, S. 201.
- [3.46] Bredow, J., Lerch, H.: Otto Bartning, Darmstadt 1983.
- [3.47] Laskus, A., Schröder, H.: Hölzerne Brücken, Berlin 1955.
- [3.48] Krabbe, E.: Fußgängerbrücken in Holz-Leimbaukonstruktion, in: bauen mit holz (1966), H. 9, S. 403–408.
- [3.49] Ohne Autor: Verleimte Binder mit I-Querschnitt, in: Deutscher Zimmermeister 52 (1950), H. 8, S. 9.
- [3.50] Eisfeld, E.: Bogenbinder von 21 m Spannweite, in: Deutscher Zimmermeister 55 (1953), H. 8, S. 159.
- [3.51] Thiele, R.: Der Zimmerer und sein Werk, Leipzig 1952.
- [3.52] Teuerkorn, M.: Baukonstruktionslehre, Der Holzbau, Leipzig 1953. [3.53] Ahnert, R., Krause, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860–1960, Berlin 2001.
- [3.54] Kinze, W.: Ingenieurholzbau, Lehrbriefe, Berlin 1968.
- [3.55] Rug, W.: Stand und Entwicklungstendenzen des Holzbaus, in: Holztechnologie (1984), H. 4, S. 171–175, H. 5, S. 257–261.
- [3.56] Rug, W., Kreißig, W.: Die Weiterentwicklung des Ingenieurholzbaus in der DDR, in: bauen mit holz, 90 (1988), H. 11, S. 758–762.
- [3.57] Rug, W.: Stand und Entwicklungstendenzen des Holzbaus, in: Holztechnologie (1987), H. 4, S. 198–201.
- [3.58] Rug, W., Kofent, W.: Stand und Entwicklungstendenzen des Holzbaus in der DDR, in: Bauplanung – Bautechnik (1986), H. 12, S. 531–535.
- [3.59] Rug, W., Schmidt, H.: Zur Entwicklung des Holzbaus, in: Holztechnologie (1989), H. 4, S. 186–193.
- [3.60] Musterbauordnung (MBO) in der Fassung vom November 2000 ([www.is-argebau.de](http://www.is-argebau.de)).
- [3.61] Zimmer, K., Menzel, R.: Untersuchungen zur Vorbemessung von gekrümmten Satteldachträgern aus Brettschichtholz mit verleimtem Sattel, in: Holz als Roh- und Werkstoff 52 (1994), S. 371/375.
- [3.62] Becker, K., Hosser, D. u. a.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 in Holzbauweise, IRB-Verlag, Stuttgart 2001.
- [3.63] Rug, W.: Holzbau – Quelle der Inspiration, in: Deutsches Ingenieurblatt, (2002), H. 8, S. 12.
- [3.64] Mönck, W.: Schäden an Holzkonstruktionen, Berlin 1999.
- [3.65] TU Karlsruhe, SFB 315, Erhaltung historischer bedeutensamer Bauwerke; Jahrbücher 1987–1998.
- [3.66] Görlacher, R.: Historische Holztragwerke – Untersuchung, Berechnen und Instandsetzen, SFB 315, Universität Karlsruhe 1999.
- [3.67] Klöckner, K.: Alte Fachwerkbauten, München 1976.
- [3.68] Ernst, W.: Die bauliche Sanierung unserer Städte und Dörfer, in: bauen mit holz 67 (1965), H. 2., S. 49–50.
- [3.69] Scholl, R.: Strukturwandel am Bau, in: Bausubstanz (1985), H. 1, S. 20–25.
- [3.70] Bode, M.: Architektur und Denkmalschutz, in: bauen mit holz (1976), H. 1, S. 6–7.
- [3.71] Conradi, P.: Lob der Langsamkeit, in: Deutsche Bauzeitung (1991), H. 1, S. 22–23.
- [3.72] Bund Deutscher Zimmermeister (Hg.): Holzrahmenbau, Karlsruhe 2000.
- [3.73] Hüttemann, K.-J.: Der Holzleimbau im Wettbewerb mit anderen Baustoffen, in: Holz-Zentralblatt Stuttgart vom 05.03.1969.

- [3.74] Wedler, B.: Hölzerne Hausdächer, 8. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Düsseldorf 1968.
- [3.75] Ohne Autor: Eine einmalige Leistung der Rekonstruktion, in: bauen mit holz (1990), H. 3, S. 160–164.
- [3.76] Ohne Autor: Vorbildlicher Viergeschossiger, in: bauen mit holz (2001), H. 11, S. 12–15.
- [3.77] Mönck, W.: 40 Jahre im Dienste des Holzbaus, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Teil 1, Berlin 1987.
- [4.1] Krabbe, E., Niemann, H.-J.: Tragverhalten eines hölzernen Zollbau-Lamellendaches am Beispiel der Halle Münsterland, in: Der Bauingenieur 58 (1983), H. 2, S. 277–284.
- [4.2] Siebert, A.: Rautenflechtwerke, in: Deutsche Bauzeitung 6 (1982), S. 43–45.
- [4.3] Ewald, G.: Zur Ausbildung der Knotenpunkte bei Rauten-Lamellen-Konstruktionen, in: bauen mit holz (1985), H. 4, S. 222–223.
- [4.4] Entwicklungsgemeinschaft Holzbau: Rauten-Lamellen-Konstruktionen. Bericht Nov. 1983.
- [4.5] Siebert, A.: Rautenflechtwerke als Weiterentwicklung der Zollinger-Lamellenbauweise, in: bauen mit holz (1982), H. 2, S. 75–79.
- [4.6] Scheer, C., Purnomo, J.: Weiterentwicklung der Zollinger-Lamellen-Bauweise, in: bauen mit holz (1982), H. 6, S. 96–103.
- [4.7] Otzen, R.: Die statische Berechnung der Zollbau-Lamellendächer, in: Der Industriebau (1923), Heft Aug.–Sept.
- [4.8] Scheer, C., Purnomo, J.: Weiterentwicklung der Zollinger-Lamellenbauweise mit Ermittlung von vereinfachten Berechnungsverfahren und statischen Nachweisen. Forschungsbericht TU Berlin 1982.
- [4.9] Dietrich, H., Brüninghoff, H.: Überbrücken, in: Deutsche Bauzeitung 121 (1987), H. 10, S. 10–19.
- [4.10] Natterer, H., Winter, W.: Entwurf von Holzkonstruktionen, Holzbauatlas Band I, Berlin 1986.
- [4.11] Polonyi, S.: Überlegungen zum Holz, in: Bauwelt 35 (1981), S. 1480–1489.
- [4.12] Lehmann, H. A., Stolze, B. I.: Ingenieurholzbau, 6. Auflage, Stuttgart 1975.
- [4.14] Ein riesiges Spannband in Holzbauweise, in: bauen mit holz 89 (1987), H. 12, S. 796–806.
- [4.15] Großturnhalle und Sporthalle in Berlin, in: Detail (1988), H. 12, S. 515–522.
- [4.16] Viel Raum unter elegantem Dachgewölbe, in: bauen mit holz (1928), H. 6, S. 376–378.
- [4.17] Glos, P.: Faszination Holz, in: bauen mit holz (1998), H. 12, S. 24–27.
- [4.18] Natterer, J., Burger, N., Müller, A., Natterer, J.: Holzrippendächer in Brettstapelbauweise, in: Bautechnik 77 (2000), H. 11, S. 783–792.
- [4.19] Natterer, J., Burger, N., Müller, A., Natterer, J.: Das EXPO-Dach in Hannover als Pilotprojekt, in: Bautechnik 78 (2001), H. 10, S. 893–905.
- [4.20] Herzog, T.: EXPO-Dach, München 2000.
- [4.21] Gerold, M.: Holzbrücken am Weg, Karlsruhe 2001.
- [4.22] Dietrich, R.-J.: Faszination Brücken, München 1998.
- [4.23] Ohne Autor: Colossos – Größte Achterbahn der Welt, in: bauen mit holz (2001), H. 4, S. 18–23.
- [4.24] Ohne Autor: Sonderschau „Dock Tower“, in: Mikado (2002), H. 4, S. 10.
- [4.25] Ohne Autor: Das Expo-Dach, in: bauen mit holz (2000), H. 2, S. 16–23.
- [4.26] Ohne Autor: Expo-Nachlese, in: bauen mit holz (2001), H. 3, S. 30–33.
- [4.27] Ammer, T., Brunauer, A.: Zollinger Rauten neu entdeckt, in: bauen mit holz (1999), H. 6, S. 24–28.
- [4.28] Lauber: Neue Messe Rimini, in: bauen mit holz (2002), H. 2, S. 10–15.
- [4.29] Ohne Autor: Eisschnelllaufhalle Erfurt, in: bauen mit holz (2002), H. 2, S. 16–19.
- [4.30] Wenzel, F., Freese, B.: Anmerkungen zum Entwurf, Berechnung und Ausführung, in: bauen mit holz (1976), H. 6, S. 278–288.
- [4.31] Ohne Autor: Neue Messe Friedrichshafen, in: bauen mit holz (2002), H. 10, S. 6–10.
- [4.32] Pabst, H. J., Münz, M., Nehls, A.: Flache Holzrippenschale, in: bauen mit holz (2001), H. 2, S. 14–19.
- [4.33] Trabert, J.: Erstarrte Welle, in: bauen mit holz (2000), H. 4, S. 14–20.
- [4.34] Ohne Autor: Vom Plattenbau zum Passivhaus, in: bauen mit holz (2002), H. 8, S. 6–10.
- [4.35] Möhler, K., Natterer, J. u. a.: Holzbau-Atlas, Studienausgabe, München 1980.
- [4.36] Ohne Autor: Knappe 40 m Wahrzeichen, in: bauen mit holz (2001), H. 7, S. 8–10.
- [4.37] Ohne Autor: Fachwerkbinder mit System, in: bauen mit holz (2002), H. 5, S. 15–19.
- [4.38] Hosser, D., Winter, S., Dehne, M., Pape, H.: Von der Forschung zur Praxis: Brandschutz bei einem fünfgeschossigen Holztafelbau in Rostock, in: Bauingenieur (2002), 7/8, S. 311–319.
- [4.39] Held, H., Rug, W.: Dachaufstockung in Holzbauweise, in: Bausanierung (1996), S. 15–19.
- [4.40] Rug, W., Schulze, H., Liebig, J.: Mehrgeschossiger Wohnungsbau in ökologischer Holzbauweise, in: 13. Holzbauseminar 1997, Trebsen.

## Zum Abschnitt 4

- [4.41] Rug, W., Kreißig, W., Werner, L.: Aufstockung in Holzbauweise, in: Bausanierung (1997), S. 35–38.
- [4.42] Rug, W.: Beispiele für Dachaufstockungen und Dachgeschossausbauten bei Block- und Plattenbauten, in: IBK-Jubiläumskongress 1997, vom 16.–17.04.1997, Berlin 1997.
- [4.43] Rug, W.: Dachaufstockung in Zollbau-Lamellenbauweise, in: Bausanierung (1993) 6/7, S. 324–327.
- [4.44] Rug, W.: Problemfelder beim Holzbau in den neuen Bundesländern, in: Holz-Zentralblatt v. 22.04.1994, S. 771, 786, 778.
- [4.45] Rug, W.: Tradition aufgegriffen, Zollinger-Bauweise in Merseburg, in: bauen mit holz (1993) H. 4, S. 268–269.
- [4.44] Rug, w.: Holzbauprobleme in den neuen Bundesländern, in: Holz-Zentralblatt vom 31.01.1992, S. 217.
- [4.45] Rug, W.: Baubedarf in den neuen Ländern – Chance für das Holzbaugewerbe und die Holzwirtschaft, Holz-Zentralblatt vom 30.10.1992, S. 2105–2106.
- [4.46] Rug, W.: Beispiele für Holzverwendung, in: Bautechnik (1995) 10, S. 698–705.

## Literatur

### 100 Jahre Forschung für den Holzbau

#### Zum Abschnitt 5

- [5.1] Dörr, K.: Die Festigkeit von Fichten- und Kiefernholz, in: Deutsche Bauzeitung (1919), H. 66, S. 517–522.
- [5.2] Gaber, E.: Die Versuchsanstalt für Holz, Stein und Eisen der TH Karlsruhe, in: Bautechnik (1925), H. 16, S. 214–216.
- [5.3] Steinhardt, O.: 50 Jahre Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der TU Karlsruhe, in: bauen mit holz (1971), H. 6, S. 281.
- [5.4] Möhler, K.: 50 Jahre Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, in: bauen mit Holz (1971), H. 9, S. 425–429.
- [5.5] Stegemann, R. (Hg.): Vom Wirtschaftlichen Bauen, 21. Folge, Holz im Wohnungs- und Siedlungsbau, Dresden 1938.
- [5.6] Götze, H., Schultze-Dewitz, G.: Die Eberswalder Holzforschung – Entwicklung und Tradition, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 104, 28.08.1992, S. 1562–1566.
- [5.7] Ohne Autor: 25 Jahre Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, in: Holz-Zentralblatt, 29.11.1967.
- [5.8] Ohne Autor: 50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 60, 20.05.1981, S. 959–960.
- [5.9] Wappes: Deutscher Wald – Deutsches Holz, in: Der deutsche Zimmermeister (1934), H. 9, S. 97–99.
- [5.10] Ohne Autor: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung gegründet, in: Der deutsche Zimmermeister (1942), H. 25, S. 289–290.
- [5.11] Lang, G.: Das Holz als Baustoff, Wiesbaden 1915.
- [5.12] Baumeister u. a.: Neuere Karlsruher Forschungsarbeiten und Versuche im Ingenieurholzbau, in: bauen mit holz (1972), H. 6, S. 298–317.
- [5.13] Ohne Autor: Karlsruher Forschungsarbeiten und Versuche im Ingenieurholzbau von 1972–1977, in: bauen mit holz (1977), H. 5, S. 205–220.
- [5.14] Blaß, H. J., Ehlbeck, J. u. a.: Karlsruher Forschung im Ingenieurholzbau 1987, Teil 1, in: bauen mit holz (1987), H. 6, S. 384–391; Teil 2, in: bauen mit holz (1987), H. 7, S. 450–456.
- [5.15] Blaß, H. J., Colling, F. u. a.: Lehre, Forschung und Materialprüfung, Teil 1, in: bauen mit holz (1990), H. 9, S. 652–662; Teil 2, in: bauen mit holz (1990), H. 10, S. 730–740.
- [5.16] Ehlbeck, J., Steck, G.: Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis, Karlsruhe 1982.
- [5.17] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Band 1 und 2, Berlin 1951.
- [5.18] Bach, C.: Elastizität und Festigkeit, Berlin 1920.
- [5.19] Tetmajer, L.: Die Gesetze der Knickungs- und der Zusammengesetzten Druckfestigkeit der wichtigsten Baustoffe, Leipzig 1903.
- [5.20] Gaber, E.: Zusammengesetzte Holzbiegeträger als Ersatz im Hoch- und Brückenbau, in: Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 21, 1938.
- [5.21] Stoy, W., Fonrobert, F.: Holz-Nagelbau, Schriftenreihe der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz e. V., Nr. 6, 5. Auflage, Berlin 1943.
- [5.22] Graf, O.: Aus neueren Versuchen mit Bauholz, in: Mitteilung des FA für Holzfragen, Heft 26, 1940.
- [5.23] Möhler, K., Mistler, L.: Ausklinkungen am Endauflager von Biegeträgern, in: Holzbau – Statik – Aktuell, Folge 4, November 1979.
- [5.24] Rug, W., Badstube, M., Schöne, W.: Einfluß der Trägerhöhe auf die Biegefestigkeit von Brett-schichtholz, in: Holz als Roh- und Werkstoff (1992), S. 317–321.
- [5.25] Rug, W.: Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, in: Bau-forschung Baupraxis, Teil 1+2, Bauinformation, Berlin.
- [5.26] Heimeshoff, B., Schelling, W., Reyer, E.: Zimmermannsmäßige Verbindungen, Informationsdienst Holz, Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf 1988.
- [5.27] Herlyn, J. W.: Holzforschung und Denkmalschutz-Ziele und Möglichkeiten, in: Holz-Zentralblatt, 19.07.1996, S. 1371–1374.
- [5.28] Reyer, E., Schmidt, M.: Zum Tragverhalten zimmermannsmäßiger Holzverbindungen, in: bauen mit holz (1989), H. 7, S. 493–499.
- [5.29] Graf, O., Egner, K.: Untersuchungen über Knotenplatten aus Sperrholz, in: Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 24, 1939.
- [5.30] Rug, W., Becker, K., u. a.: Sanierungsbedürftige Wohnbauten in Mischbauweise in der ehemaligen DDR, in: Das Bauzentrum (1993), S. 126–135.
- [5.31] Rug, W., Becker, K., Lißner, K.: Erhaltung und Sanierung von Holzkonstruktionen in histori-

- schen Wohnbauten in den neuen Bundesländern, in: Tagungsband der 3-Länder-Holzbautagung, Garmisch-Partenkirchen, 1993, S. 167–182.
- [5.32] Lißner, K., Rug, W.: Nachträgliche Wärmedämmung von Fachwerkbauten, in: 10. Holzbauseminar, Halberstadt 1993.
- [5.33] Lißner, K.: Sanierung von Wohnbauten in Mischbauweise – Ergebnisse des Forschungsvorhabens des BMBaus, in: Seminar der Architektenkammer Sachsen-Anhalt zur Altbausemierung und Denkmalpflege, Halle 1992.
- [5.34] Zimmer, K.: Zur Bestimmung der Verformungen, Elastizitäts- und Schubmoduln eines Holzträgers, in: Holztechnologie 23 (1982), H. 4, S. 239–242.
- [5.35] Zimmer, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, in: Tagungsband des III. Internationalen Symposiums „Holz in Baukonstruktionen“, Bratislava, Kocovce 1984.
- [5.36] Zimmer, K.: Zur Berücksichtigung des zeitabhängigen Tragverhaltens der Holzkonstruktionen bei der Bemessung, in: Internationales Symposium „Rheologie des Holzes und der Holzwerkstoffe“ Rydzan/Polen, 1986.
- [5.37] Zimmer, K., Lißner, K.: Zur Bestimmung der Anpassungs- und Materialfaktoren sowie der Grundwerte der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel für die Bemessung nach Grenzzuständen im Holzbau, in: IV. Holzbauseminar, Blankenburg/Harz 1987.
- [5.38] Zimmer, K., Lißner, K.: Zum Nachweis der Tragfähigkeit von Verbindungsmitteln nach Grenzzuständen im Holzbau, in: VI. Holzbauseminar, Kühlungsborn 1987.
- [5.39] Zimmer, K.: Zu Ergebnissen der internationalen Forschungskooperation aus dem Gebiet der Bemessung von Holzkonstruktionen, in: Bratislava/Kocovce 1987.
- [5.40] Zimmer, K.: Bemessung von Holzkonstruktionen nach der Methode der Grenzzustände, Universität Zagreb 1988.
- [5.41] Rug, W., Badstube, M.: Development of a GDR Limit State Design Code for Timber Structures, CIB W18A-Paper 19-102-4, Meeting Dublin/Irland 1988.
- [5.42] Rug, W., Badstube, M., Kofent, W.: New GDR Limit Design Code-State and Development, CIB-W18A-Paper 22-103-4, Meeting, Berlin, 1989.

### Zum Abschnitt 6

- in: Der Bauingenieur (1921), H.20, S. 542-545.
- [6.10] Schönhofer: Zur Frage der zulässigen Beanspruchung von Bauholz, in: Die Bautechnik (1921), S. 439–443.
- [6.11] Rudeloff: Einheitliche Prüfungsmethoden für das Holz, Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt in Berlin-Lichterfelde (1907), H. 1, S. 2–23.
- [6.12] Stoy, W.: Das  $\Omega$ -Verfahren der Deutschen Reichsbahngesellschaft zur Berechnung gedrückter Stäbe aus Holz in zeichnerischer Darstellung, in: Die Bautechnik (1927), H. 43, S. 625–626.
- [6.13] Schächterle, K.: Von den allgemeinen Grundlagen der Festigkeitsberechnung, in: Der Stahlbau (1929), H. 11, S. 125–130.
- [6.14] Möhler, K.: Holzkonstruktionen mit nachgiebigen Verbindungsmitteln, in: bauen mit holz (1967), H. 2, S. 67–72.
- [6.15] Möhler, K.: Holzforschung und Holzbauvorschriften, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 21, 16.02.1968, S. 1–9.
- [6.16] Zimmer, K.: Zur Endoskopie bei der Bauzustandsanalyse der Holzkonstruktionen, in: III. Internationales Symposium „Holz in Baukonstruktionen“ Bratislava, Kocovce, 1984.
- [6.17] Zimmer, K., Kothe, E., Hanneemann, J.: Zerstörungssarme Diagnoseverfahren für den Bauzustand von Holzkonstruktionen und deren Interpretation, in: Bauzeitung 39 (1985), H. 3, S. 129–131.
- [6.18] Zimmer, K.: Diagnoseverfahren bei der Bauzustandsanalyse von Holzkonstruktionen, TU Helsinki 1986.
- [6.19] Rug, W.: Instandsetzung von historischen Holzkonstruktionen – Grundprinzipien, Methoden, bauaufsichtliche Anforderungen, in: 14. Hildesheimer Infotag, Holzbau, Sanierung von Holzkonstruktionen
- [6.1] Seitz, H.: Bauholz, in: Die Bautechnik (1929), S. 96–99.
- [6.2] Möhler, K.: Vorschläge und Erläuterungen für die Neufassung der Holzbauvorschriften, in: Deutscher Zimmermeister (1960), H. 3, S. 50–62.
- [6.3] Möhler, K.: Forschungsarbeiten über mechanische Verbindungsmittel in Deutschland, in: bauen mit holz (1964), H. 3, S. 101–107.
- [6.4] Möhler, K.: Holzkonstruktionen mit nachgiebigen Verbindungsmitteln, in: bauen mit holz (1967), H. 2, S. 67–72.
- [6.5] Möhler, K.: Holzforschung und Holzbauvorschriften, in: bauen mit holz (1968), H. 2, S. 53–59.
- [6.6] Bröcker, O. u. a.: Entwicklung der Technischen Baubestimmungen in den Jahren 1967 bis 1972, in: bauen mit holz (1973), H. 9, S. 480–481.
- [6.7] Faust, W.: Aus der Praxis des Holzbaues, in: Die Bautechnik (1927), H. 32, S. 457–459.
- [6.8] Dörr, K.: Die Festigkeit von Fichten- und Kiefernholz, in: Deutsche Bauzeitung (1910), H. 8, S. 517–522.
- [6.9] Barkhausen, G.: Beurteilung der Grundlagen des Bauens in Holz,

im Bestand, Tagungsband, Hildesheim 2002.

- [6.20] Rug, W., Seemann, A.: Analysis of the Structural Repair, Preservation and Repair of Historic Timber Loadbearing Structures, in: International Timber Engineering Conference, London 1991.
- [6.21] Rug, W., Seemann, A.: Bauwerkserhaltung und Instandsetzung historischer Holztragwerke, in: 1. Internationaler Kongress zur Bauwerkserhaltung 1992, anlässlich der BAUTECH, Berlin.
- [6.22] Rug, W.: Zur Erhaltung von Holztragwerken, in: bauen mit holz (1989) 9, S. 610–616.

### Zum Abschnitt 7

- [7.1] Deppe, H.-J.: Holzspanplatten im Fertighausbau, in: bauen mit holz (1968), H. 1, S. 12–14.
- [7.2] Plath, E.: Die Behandlung der Holzwerkstoffe beim Standsicherheitsnachweis: Kommentar zu DIN 1052, in: bauen mit holz (1970), H. 12, S. 596–599.
- [7.3] Möhler, K.: Konstruktionsfragen im Holzbau im Hinblick auf die Holzbaubestimmungen der DIN 1052, Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Heft 54, 1966.
- [7.4] Lißner, K.: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion von Holzwerkstoffkonstruktionen, in: Forschungsbericht, Bauakademie der DDR, Berlin 1989.
- [7.5] Zimmer, K., Ganowicz, R., Dziuba, T., Kothe, E.: Ergebnisse theoretischer und experimenteller Untersuchungen an Verbundträgern aus Vollholz und Hartfaserplatten, in: Bauplanung – Bautechnik 44 (1990), H. 9, S. 408–409.
- [7.6] Kothe, E.: Die Direktorenvilla in Niesky von K. Wachsmann – ein Beispiel für modernen, erhaltungsgerechten Holzbau, in: Tagungsband des 12. Holzbauseminars, Brandenburg 1996.

### Zum Abschnitt 8

- [8.1] Möhler, K.: Versuche und Erfahrungen mit neuzeitlichen Holzverbindungen und Holzkonstruktionen, in: Deutscher Zimmermeister (1954), H. 24, S. 520–550.
- [8.2] Dröge, G.: Tragende Holzwerke aus Vollhölzern mit genagelten Knotenplatten aus Sperrholz, Mitteilungen der DGFH, Heft 54, 1966.
- [8.3] Wienecke, N.: Dübelverbindungen, in: bauen mit holz (1973), H. 1, S. 5–9.
- [8.4] Möhler, K., Ehlbeck, J.: Ringkeil-Dübelverbindungen in Brett-schicht-Hirnholz-Anschlüssen, in: bauen mit holz (1971), H. 9, S. 430–432.
- [8.5] Stoy, W.: Leim und Nägel als Verbindungsmittel im Holzbau, in: Das Bauwerk (1942), H. 6, S. 165–168.
- [8.6] Ehlbeck, J. u. a.: Holzbau-Kalender 2002, Karlsruhe 2001.
- [8.7] DIBT: Bauaufsichtliche Zulassung Z.9.1-208.
- [8.8] DIBT: Bauaufsichtliche Zulassung Z.9.1-233.
- [8.9] Induo- Systemholztechnik ([www.induo.de](http://www.induo.de)).
- [8.10] Egner, K.: Versuche mit geleimten Baugliedern, besonders Trägern, und die Bedingungen für ihre sachgemäße Herstellung, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 23, 1939.
- [8.11] Egner, K.: Versuche mit geleimten Bauteilen, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 26, 1940.
- [8.12] Fonrobert, F.: Praktische und konstruktive Grundlagen des Holz-Nagelbaues, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 21, 1938.
- [8.13] Zimmer, K., Lißner, K.: Calculation of joints and fastenings as compared with the international state, in: CIB-W18A Paper 22-7-10, CIB-W18 Meeting, Berlin 1989.

- [8.14] Zimmer, K., Lißner, K.: Berechnung von Verbindungsmitteln im Vergleich zum internationalen Stand, in: Holz als Roh- und Werkstoff 50 (1992), S. 53–56.
- [8.15] Zimmer, K., Lißner, K.: Zur Bemessung von Holzverbindungen nach Grenzzuständen, in: 6. Informationstagung „Theoretische und experimentelle Baumechanik-Forschung und Anwendung“, Dresden 1989.
- [8.16] Zimmer, K., Lißner, K.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, Forschungsbericht TU Dresden, 1985.
- [8.17] Zimmer, K., Lißner, K.: Experimentelle Ermittlung der Rechengrundwerte der Tragfähigkeit von Nagelverbindungen, Forschungsbericht TU Dresden 1987.
- [8.18] Zimmer, K., Lißner, K.: Berechnung von Verbindungsmitteln im Vergleich zum internationalen Stand, in: VII. Holzbauseminar, Grünheide 1988.
- [8.19] Zimmer, K., Beierlein u. a.: Zur Berechnung des Spannungs- und Verformungszustandes von Trägern aus Brettschichtholz, in: 6. Informationstagung „Theoretische und experimentelle Baumechanik-Forschung und Anwendung“, Dresden 1989.

### Zum Abschnitt 9

- [9.1] Graf, O.: Tragfähigkeit der Bauhölzer und der Holzverbindungen, Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen, Heft 20, Berlin 1938.
- [9.2] Heidrich, K.-D.: Historische Betrachtungen über die Baunormung in Deutschland, Teil 1, in: Bauzeitung (1991), H. 5, S. 354–356, Teil 2: (1991), H. 6, S. 422–424.

- [9.3] Stoy, W.: Holzbau-Grundlagen der Festigkeitsberechnung, Taschenbuch der Bauingenieure, Berlin 1949.
- [9.4] Ohne Autor: Die Gütebedingungen für Bauholz nach DIN 4074, in: Der Deutsche Zimmermeister (1939), H. 20, S. 242.
- [9.5] Zimmer, K., Vogt, W.: Ingenieurholzbau, Lehrbriefe 1 und 2, Dresden 1988.
- [9.6] Kersten, C.: Festigkeit und zulässige Beanspruchungen im freitragenden Holzbau, in: Der Deutsche Zimmermeister (1929), H. 4, S. 42–44.
- [9.7] Ohne Autor: Die deutschen Gütevorschriften für Holzhäuser, in: Der Deutsche Zimmermeister (1928), H. 44, S. 525–528.
- [9.8] Ernst: Berechnungs- und Entwurfsgrundlagen für hölzerne Brücken (DIN 1074), in: Die Bautechnik (1930), H. 47, S. 706–707.
- [9.9] Durst: Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung (DIN 1052), in: Der Deutsche Zimmermeister (1941), H. 8, S. 124–125.
- [9.10] Graf, O.: Tragfähigkeit der Bauhölzer und der Holzverbindungen, Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen, Heft 20, Berlin 1938.
- [9.11] Mayer, M.: Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzzuständen anstatt nach zulässigen Spannungen, Berlin 1926.
- [9.12] Murzewski, J.: Sicherheit der Baukonstruktionen, Berlin 1974.
- [9.13] TGL 38792: Baukonstruktionen und Grundlagen, Grundsätze für die Berechnung, Mai 1981.
- [9.14] Streleckij u.a.: Berechnung von Baukonstruktionen nach Grenzzuständen, Berlin 1979.
- [9.15] International Council for Research and Innovation in Building and Construction: Working Commission W 18 – Timber Structures (CIB-W18), Proceedings the Annually Meetings, Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen, Universität Karlsruhe, 1973–2001.
- [9.16] ST RGW: RGW-Standard „Sicherheit von Baukonstruktionen und Gründungen, Holzkonstruktionen, Berechnungsgrundlagen“, Moskau, August 1974.
- [9.17] ISO-Norm: ISO-Norm 165-N, 1983-05-11, 1 et Timber Structures Design Working Draft, April 1983.
- [9.18] Larsen, H. J.: Internationale Holznormenarbeit, in: bauen mit holz (1983), H. 7, S. 448–450.
- [9.19] DIN V ENV 1995, Teil 1-1, Eurocode 5, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln.
- [9.20] Mönck, W., Rug, W.: Holzbau, 14. Auflage, Berlin 2000 ([www.holzbau-statik.de](http://www.holzbau-statik.de)).
- [9.21] Werner, G, Zimmer, K., Lißner, K.: Holzbau Teil 1 und 2; 2. Auflage, Berlin/Heidelberg 1999.
- [9.22] Europäische Vereinigung des Holzbaus (E. V. H.), Luxemburg, Bund Deutscher Zimmermeister e. V.(Hg.): 2. Europäischer Holzbautag 99, 29.04.–02.05.1999 in Leipzig.
- [9.23] DIN 1052, T 1 bis T 3, Ausgabe 1988 mit Änderungen 1 von 1996, Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung.
- [9.24] E DIN 1052, Entwurf 2000, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken.
- [9.25] RGW-Standard 384-76, Grundsätze für die Berechnung von Baukonstruktionen und Gründungen.
- [9.26] Nationales Anwendungsdokument (NAD), Richtlinie zum Anwendungsdokument (NAD), Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1995 Teil 1-1, Eurocode 5, Berlin 1995.
- [9.27] Rudolf Müller Verlag (Hg.): Ingenieurholzbau Karlsruher Tage, Forschung in der Praxis, 28. und 29. September 2000; Tagungsband 2000.
- [9.28] Arge Holz e. V. (Hg.): Fachtagung Holzbau – Holzbau für das neue Jahrhundert, Düsseldorf 1999.
- [9.29] DIN-Tagung: Neue Bemessungsregeln für Holzbrücken, 13.04.1999, DIN e. V., Berlin 1999.
- [9.30] Blaß, H.-J., Schlager, M., van der Linden, M.: Trag- und Verformungsverhalten von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen, Teil 1 in: bauen mit holz (1996), H. 5, Teil 2, in: bauen mit holz (1996), H. 6.
- [9.31] Kothe, G.: Tragwerkertüchtigung im Holzbau durch Verbundbauweisen, in: 5. Eberswalder Holzkonferenz, 16. November 2000, FH Eberswalde 2000.
- [9.32] Wedler, B.: Neue Berechnungsgrundlagen für Holzbauwerke, in: Zentralblatt der Bauverwaltung (1941), S. 29–37.
- [9.33] Rug, W.: Stand und Entwicklung der Normung im Holzbau, Bauplanung-Bautechnik (1991), H. 1, S. 31–37.
- [9.34] Zimmer, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, in: Holztechnologie. Leipzig 23 (1982), H. 4.
- [9.35] Zimmer, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen. 12. IVBH, in: Kongreß, Vancouver, 1984.
- [9.36] Lißner, K.: Ein Beitrag zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach der Methode der Grenzzustände, Dissertation, TU Dresden 1988.
- [9.37] Zimmer, K., Lißner, K.: Zum Stand der europäischen Normung im Holzbau mit Beispielen zur Stabilität, in: 11. Holzbauseminar, Meißen 1994.
- [9.38] Zimmer, K., Lißner, K.: Zum Stand der Anwendung des Eurocode 5 in Deutschland, in: Bauingenieur 72 (1997), S. 457–461, Springer-VDI-Verlag 1997.

- [9.39] Zimmer, K.; Lißner, K.: Zur Berechnung mehrteiliger Stützen und Träger nach Eurocode 5, in: Bautechnik 75 (1998), H. 8, S. 548–551, Ernst & Sohn.
- [9.40] Rug, W.: Bewehrte und vorge-spannte Holzkonstruktionen – Ein Beitrag zur höheren Veredlung des Baustoffes Holz und zur Weiterentwicklung des Ingenieurholzbaues, Dissertation, Bauakademie der DDR, Berlin 1986.
- [9.41] Kothe, E.: Moderne zerstörungsarme Prüfmetho-den zur Beurteilung verbauten Holzes, in: Internationale Holzbautagung, Teil 1, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.42] Kofent, W.: Stand und Entwicklungstendenzen der Fertigung von Holzkonstruktionen in der DDR, in: Internationale Holzbautagung, Teil 1, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.43] Badstube, M., Rug, W.: Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Bemessung nach Grenzzuständen in Vorbereitung auf den neuen DDR-Standard „Holzbau“, in: Internationale Holzbautagung, Teil 2, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.44] Apitz, R.: Vorschlag von Festigkeitsklassen für Nadel-schnittholz und Möglichkeiten der Sortierung, in: Internationale Holzbautagung, Teil 2, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.45] Karstädt: Langzeitverhalten von Bauholz bei Biegebeanspruchung, in: Internationale Holzbautagung, Teil 2, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.46] Rug, W., Seemann, A.: Festigkeit von Altholz, in: bauen mit holz (1989), H. 10, S. 696–699.
- [9.47] Rug, W., Badstube, M., Kofent, W.: Zum Holzbaustandard, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 1, Berlin 1990.
- [9.48] Badstube, M., Rug, W., Schöne, W.: Abhängigkeit der Biegefestigkeit von der Brett-schichtholzträgerhöhe, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 1, Berlin 1990.
- [9.49] Kaiser: Vorschlag zur Bemessung von Holzdruckstäben nach der Spannungstheorie II. Ordnung, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 2, Berlin 1990.
- [9.50] Badstube, M., Rug, W., Schöne, W.: Langzeitversuche an Trägern aus Brettschicht-holz, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 1, Berlin 1990.
- [9.51] Kiesel: Stellungnahme zu den Festigkeitsklassen im Eurocode 5 in Auswertung eines stochastischen Modells der Holzsortierung, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 2, Berlin 1990.
- [9.52] Zimmer, K., Lißner, K.: Berechnung der Verbindungsmittel im Vergleich zum internationalen Stand, in: Bauforschung Baupraxis, Heft 279, Holzbau, 22. Jahrestagung der Arbeitsgruppe „Timber Structures“, Teil 1, Berlin 1990.
- [9.53] Zimmer, K.: Anpassungsfaktoren für die Bemessung nach Grenzzuständen im Holzbau, in: Internationale Holzbautagung, Teil 2, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.54] Rug, W.: Stand und Entwicklungstendenzen im Holzbau – Literaturstudie, in: Internationale Holzbautagung, Teil 2, Bauforschung Baupraxis, Heft 204, Berlin 1987.
- [9.55] Zimmer, K., Lißner, K.: Eurocode 5 – Anwendung und Praxis in Deutschland, in: Tagungsband des 12. Holzbauseminars, Brandenburg 1996.
- [9.56] Zimmer, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, Ruhruniversität Bochum, 1990.
- [9.57] Zimmer, K.; Lißner, K.: Berechnung von Verbindungsmitteln im Vergleich zum internationalen Stand, in: Holz als Roh- und Werkstoff 50 (1992), S. 53–56.
- [9.58] Zimmer, K.; Lißner, K.: Untersuchungen über die Tragfähigkeit von Nagelverbindungen bei einer Beanspruchung senkrecht zur Schaftrichtung, in: Holz als Roh- und Werkstoff 50 (1992), S. 181–185.
- [9.59] Zimmer, K.: Ingenieurholzbau, Teil 1 und 2, Studienliteratur Bauwesen, VMS-Verlag Moderne Studien Hamburg, 1993.
- [9.60] Rug, W., Erler, K.: Modificationsfactor „Aggressive Medien“ a proposal for a supplement of CIB-Model-Code, CIB w 18A Paper 22-100-4, Meeting, Berlin 1989.

### Zum Abschnitt 10

- [10.1] Rug, W., Pötke, W.: Vorspannung von Holzträgern, in: Bauplanung Bautechnik (1988) 4, S. 252–257.
- [10.2] Rug, W.; Pötke, W.: Raumbachwerke aus Rundholz, in: Holztechnologie (1990) 6, S. 287–290.
- [10.3] Rug, W.: Verbunddecken aus Holz und Beton, in: Bautechnik (1995), S. 451–458.
- [10.4] Holschemacher, K., Rug, W. u. a.: Holz-Beton-Verbund-



- bauweise, in: Holzbauforum 2001, Leipzig, Verlag für Bauwesen, Berlin 2001.
- [10.5] Slavik, J., Turkowsky, M., Rug, W., Kreißig, W.: Montierbare Verbindungen in Holzkonstruktionen mit schräg eingeklebten Stäben, in: Bautechnik (1993) 4, S. 212–217.
- [10.6] Blaß, H-J., Steck, G.: Querzugverstärkungen, in: bauen mit holz (1999) 4, S. 44–49; bauen mit holz (1999) 5, S. 46–50.
- [10.7] Kempe, O.: Moderner Werkstoff CFK-Einsatz von carbonfaserverstärktem Kunststoff in hölzernen Dachtragwerken – neue Möglichkeiten in der Denkmalpflege?, in: bauen mit holz (1997), S. 857–864.
- [10.8] Mau, J.: Verstärken von Holzkonstruktionen mittels faserverstärkten Kunststoffen, in: Ingenieurbau (1999), S. 31–36.
- [10.9] Blaß, H-J., Krams, J., Romani, M.: Verstärkung von BS-Holzträgern mit horizontal und vertikal angeordneten CFK-Lamellen, in: Bautechnik (2002), 10, S. 684–690.
- [10.10] Werner, H.: Holz-Beton-Verbunddecke mit einer neuartigen Fugenausbildung, in: bauen mit holz (1992) 4, S. 312–324.
- [10.11] Blaß, H-J., Ehlbeck, J., Schlager, M., v. d. Linden: Trag- und Verformungsverhalten von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen, Forschungsbericht Universität Karlsruhe, 1995
- [10.12] Kreuzinger, H.: Holz-Beton-Verbundbauweise, in: Informationsdienst Holz, Fachtagung Holzbau 1999.
- [10.13] Kreuzinger, H.: Verbundkonstruktionen aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen, in: Ingenieurholzbau, Karlsruher Tage 2000, Bruderverlag Karlsruhe.
- [10.14] Kangas, J.: Joints of gluelam structures based on glued-in ribbed steel rods, in: VTT Publications, Technical Research Centre Of Finland, Espoo 1994.