



DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR HOLZFORSCHUNG

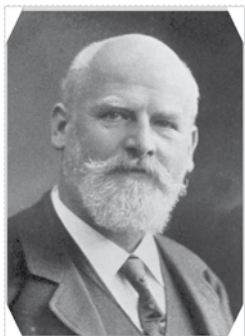


75 Jahre  
Deutsche Gesellschaft  
für Holzforschung

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rug,  
FH Eberswalde

## 1. Einleitung

Gustav Lang, Prof. Dr.-Ing.



Geboren: 11.01.1850 in Reutlingen  
Gestorben: 09.06.1905 in Hannover  
1871-1876: Bauführer bei den Württembergischen Eisenbahnen  
1876: Assistent am Stuttgarter Technikum  
1882-1900: Professor für Brückenbau am Baltischen Technikum Riga  
1900-1915: Professor für Bauverband und Baustoffe TH Hannover  
1905: Gründung des Bauingenieurlabors an der TH Hannover

1912-1915: Untersuchungen zur Tragfähigkeit von Holzbauteilen, Bücher: Das Holz als Baustoff, Wiesbaden 1915

**„Das Holz ist einer der ältesten Baustoffe, in seinen wichtigsten Eigenschaften aber den meisten Bau-leuten 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 [1]. 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 1).

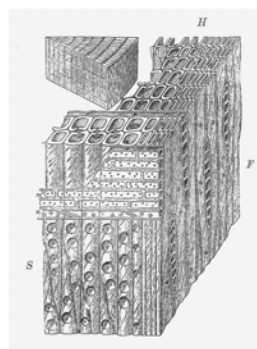


Bild 1: Die Materialstruktur des Holzes- der Stoff aller Holzbauträume (aus [21])

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.

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.

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 bzw. gedübelter Balken publizierte.

Ergänzt wurden diese Forschungen durch seinen Mitarbeiter Karl Egner (1906-1987), der wesentlich zur Weiterentwicklung der geklebten Bauweisen und der Klebetechnik beigetragen hat.

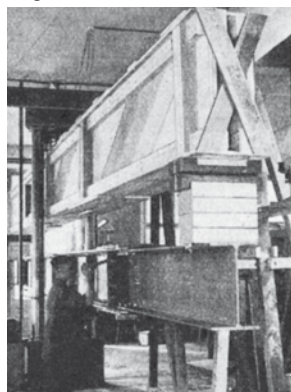


Bild 2: Untersuchungen von Gaber an verbretterten Trägern mit 10 m Spannweite (aus [38])

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 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 Ingenieurholzbau innerhalb der Versuchsanstalt.

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 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 zersplitterte Holzforschung zusammenzuführen. Als weitere Aufgabe übertrug der **Deutsche Normenausschuss** dem Fachausschuss die Bearbeitung von Normen. Damit war eine wichtige Stelle für die Forschungsorganisation und den Praxistransfer



Bild 3: Titelbild des Heft 6 der Schriftenreihe der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz e. V., 5. Auflage, 1943 [39]

1) stark gekürzte Fassung des gleichnamigen Beitrages aus dem Buch: 100 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister, Bru-derverlag Karlsruhe 2003 mit freundlicher Genehmigung des Bundes Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Baugewerbes Berlin



Bild 4: Veröffentlichung von Otto Graf in Heft 26 der Mitteilungen des FA für Holzfragen zu Untersuchungen der Festigkeit von Vollholz mit starker Rissbildung (aus [40])

geschaffen. Diese Rolle hat der Fachausschuss bis 1942 in hervorragender Weise geleistet und in seinen Mitteilungen und Forschungsberichten dokumentiert (Bild 4). Neben der Holzbauforschung etablierte sich in dieser Zeit außerdem die mechanisch-technologische Holzforschung, welche die naturwissenschaftlichen 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 Möraht und in München durch Trendelenburg begonnen. Ein besonderer Fortschritt brachte die Schaffung des Preußischen Holzforschungsinstituts in Eberswalde 1934 durch Kollmann, das 1944 zur Reichsanstalt für Holzforschung erhoben wurde.“[2]. Beim Aufbau der mechanisch- technologischen Forschung hat sich Franz Kollmann (1906-1987) besondere Verdienste erworben.

## Franz Kollmann, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.



Geboren: 15.10.1906 in München  
 Gestorben: 17.09.1987 in München  
 1930-1932: Tätigkeit in der Industrie  
 1931-1934: Aufbau der Holzforschungsstelle am Mechanisch-technischem Laboratorium der TH München  
 1934-1945: außerordentlicher Professor an der Forstlichen

Hochschule Eberswalde, Abteilungsleiter am preußischen Holzforschungsinstitut Eberswalde, Direktor der Reichsanstalt für Holzforschung Eberswalde  
 1949-1953: Direktor der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, Professor an der Universität Hamburg  
 1954-1972: Professor für Holztechnologie, Direktor des Instituts für Holzforschung an der TH München  
 Bücher: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Berlin 1952

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...“[3].

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.“ [4].

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. „...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]. 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 Gesellschaft für Holzforschung** umgewandelt. Damit sollte die Holzforschung weiter zusammengeschlossen und noch direkter auf die Belange der Holzwirtschaft ausgerichtet werden. „Anlässlich der 11. Holztagung ist 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 nicht mehr und nicht weniger, als um die Konzentration der gesamten Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Wald- und Forstwirtschaft, die vom Reichsausschuß für Holz betreut und finanziell unterstützt wird.“ [6].

## Wilhelm Klauwitz, Prof. Dr.- Ing.



Geboren: 24. 02. 1903 in Vechelde  
 Gestorben: 30.06.1963: in Braunschweig  
 1929-1939: Verschiedene Tätigkeiten in der Industrie  
 1939-1945: Leitung des chemisch-technologischen Instituts an der Reichsanstalt für Holzforschung Eberswalde, Lehrstuhl für Chemie an der Forstlichen Hoch-

schule Eberswalde  
 1950-1963: Lehrstuhl für Holzforschung und Holztechnologie an der TH Braunschweig

## Herbert Flemming, Prof. Dr.- Ing.



Geboren: 06.02.1903 in Globenstein  
 Gestorben: 03.11.1966 in Dresden  
 1926-1951: Verschiedene Tätigkeiten in der Industrie  
 1951-1966: Lehrstuhl für Mechanische Holztechnologie TU Dresden, Direktor des Instituts für Holztechnologie Dresden, Lehrstuhl für Holz- und Faserwerkstofftechnik TU Dresden

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden in beiden Teilen Deutschlands unterschiedliche Holzforschungseinrichtungen aufgebaut. Dazu zählten in der Bundesrepublik das 1946 von Wilhelm Klauditz (1903-1963) in Braunschweig gegründete Institut für Holzforschung (heute Wilhelm- Klauditz- Institut der Frauenhofergesellschaft), das 1954 von Franz Kollmann an der TU München gegründete Institut für Holzforschung und Holztechnik, die von W. Liese, D. Noack und W. Sandermann an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg- Reinbeck gegründeten Institute für Holzbiologie, Holzphysik und Holzchemie, und 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 Institut 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 Stuttgart 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 zur Verfügung.

## Elmar Krabbe, Prof. Dr.- Ing.



Geboren: 16.04.1925 in Recklinghausen

Gestorben: 05.01.1985

1955-1960: wissenschaftlicher Mitarbeiter TH Hannover

1964-1980: Baudirektor an der Staatlichen Ingenieurschule Recklinghausen, Professor für Bautechnik und Holzbau an der Ruhr- Universität Bochum, Ordinarius für Gestaltung an der RWTH Aachen

In der DDR entsprach die Holzbauforschung bis Anfang der 80er Jahre nicht den Anforderungen eines modernen Holzbaues. Es gab zwar eine leistungsfähige Forschungseinrichtung innerhalb des Kombinates Bauelemente und Faserbaustoffe Leipzig. Die dort betriebene Forschung war primär anwendungsorientiert. 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. U. 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 dem Lehrstuhl für konstruktive Bauwerkserhaltung und Holzbau, einer bisher einmaligen Kombination, unter Eberhard Kothe (1942-2002).

## Eberhardt Kothe, Prof. Dr.- Ing. habil.



Geboren: 02.11.1942 in Chemnitz

Gestorben: 13.03.2002 in Dresden

1969-2002: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stahlbeton Dresden, an der Dozentur für Holz- und Plastbau der TU Dresden, Professor an der HTWK Zittau, Leiter des Lehrstuhls konstruktive Bauwerkserhaltung und Holzbau an der BTU Cottbus

Der Zwang zur massiven Materialeinsparung im Holzbau der Nachkriegszeit führte in der Bundesrepublik zu der Erkenntnis, dass die Forschung forciert werden müsse. Der 1948 wieder gegründeten **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 [7]: *„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...“*

Um die Förderung der Holzbauforschung in Westdeutschland hat sich ganz besonders Ministerialrat Prof. Wedler (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“.

## Bernhard Wedler, Prof. Dr.- Ing. e. h.



Geboren: 23.03.1895 in Wesseling

Gestorben: 15.08.1975 in Berlin

1934-1945: Leiter der Prüfstelle für statische Berechnungen bei der Preußischen Bau- und Finanzdirektion, Referent für Bauingenieurfragen der Baupolizei und Hochbauverwaltung im Preußischen Innenministerium

ab 1950: Leiter der Unterabteilung Bautechnik im Bundesministerium für Wohnungswesen Bonn

Die zur Ablösung der noch aus den 40-er Jahren stammende DIN 1052 im Jahre 1969 herausgegebene und grundlegend

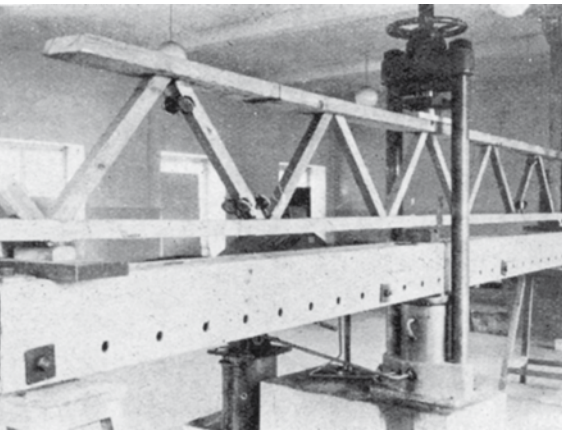


Bild 5: Untersuchungen an der TH Karlsruhe an Fachwerkträgern mit geklebten Knotenpunkten 1953/1954 (aus [12])

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). 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 bauaufsichtlichen Zulassungen ihren Niederschlag gefunden haben...“ [8].

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 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 rationalen Instandsetzungsmethoden.

## 2. 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 und durch die Baupolizeibehörden verfügte zulässige Festigkeitswerte, aber insgesamt entsprach der Kenntnisstand bis etwa 1925 nicht den Anforderungen eines ingenieurmäßigen Holzbaus.

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 und Laubhölzer angegeben.

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 Baupolizei Bestimmungen 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.“ [9].

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;...“ [10].

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, Stuttgart und die Christoph

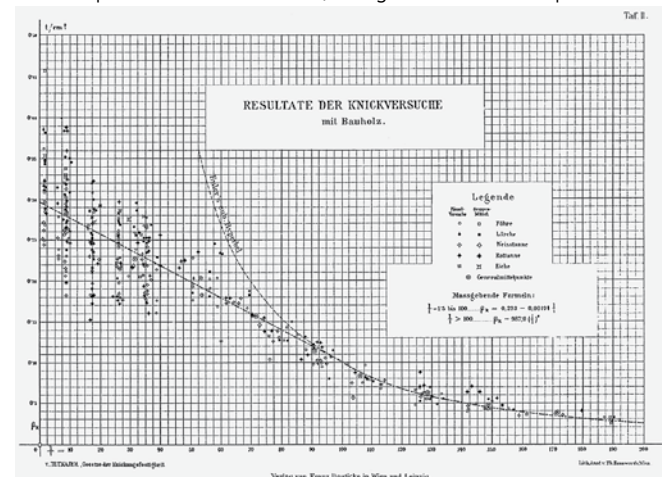


Bild 6: Ergebnisse der Knickversuche von Tetmajer (aus [41])

& Unmack AG, Niesky vor allem die Deutsche Reichsbahn, hier insbesondere 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) zwischen 1880 und 1900 durchgeführten Versuche ausschließlich nach der Eulerformel unter Zugrundelegung einer sieben- bis zehnfachen Sicherheit vorschreibt.

1921 wurde vom Reichsverkehrsminister ein **Fachausschuss für Holzbau** gegründet, der den Auftrag erhielt, besondere Vorschriften für Holzbauten der Deutschen 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.“ [11]. Dies war ein ganz wichtiger Schritt zur Schaffung einer Holzbaunorm. Die Reichsbahn-Bestimmungen berücksichtigten neuere Holzbauversuche, und sie führten für die Knickberechnung das auch heute noch gültige  $\Omega$ -Verfahren ein, welches die Bemessung nach der Euler- bzw. Tetmajerformel festlegte. Alle bis dahin verwertbaren Materialprüfungen aus dem deutschsprachigen Raum wurden in Vorbereitung auf die Reichsbahnvorschrift ausgewertet und eigene Prüfungen durchgeführt.

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 konstruktiven Durchbildung und ingenieurmäßigen 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 Egnor oder die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe unter Erich 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... 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.“ [12]. 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 [13].

Umfangreiche Untersuchungen wurden in den 50er Jahren zur Klärung des Trag- und Verformungsverhaltens zusammengesetzter Druck- 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 waren 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.“ [13]. 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 Gebrauchstauglichkeit.

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 geraden oder gekrümmten Untergurt herzustellen, und es stand das Problem der rechnerischen Erfassung von örtlichen Längs- und Quersugbeanspruchungen. 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, bargen aber die Gefahr des Versagens infolge Überschreitung der Quersugfestigkeit des Holzes (Bild 7). Fragen der Brettschichtholzfestigkeit bei Herstellung aus festigkeitssortierten Brettlagen, der Einfluss der Bauteilhöhe auf die Biegefestigkeit (Bild 8), das Verhalten unter Dauerlast, der Einfluss der Keilzinkenfestigkeit auf die Biegefestigkeit standen ebenso im Mittelpunkt der Forschung der letzten Jahre, wie die generelle 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 zwischen 1980 und 2000 konzentrierte sich vor allem

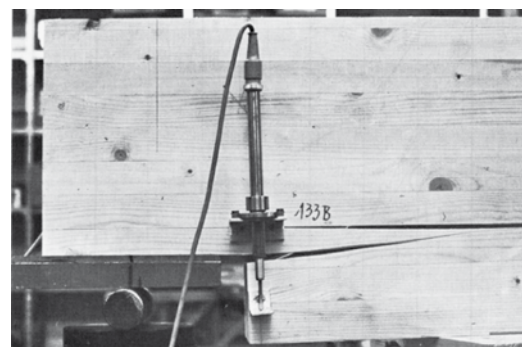


Bild 7: Untersuchungen an der TH Karlsruhe zum Lastabtrag bei am Endauflager ausgeklinkten Trägern (aus [42])



Bild 8: Untersuchungen der Bauakademie der DDR und am Forschungsinstitut des Kombiniertes Bauelemente und Faserbaustoffe zum Einfluss der Trägerhöhe auf die Biegefestigkeit von Brettschichtholz (aus [43])

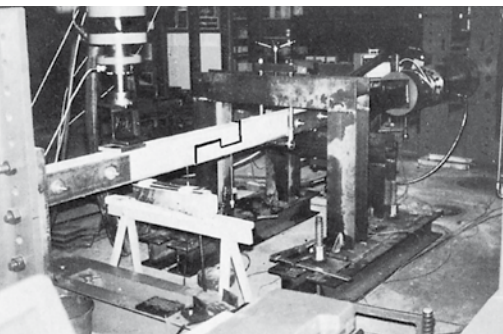


Bild 9: Untersuchungen zum Tragverhalten von Hakenblattverbindungen

auf die Feststellung der technischen Eigenschaften von Altholz und von verdeckter 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 9).

### 3. Mehr aus Holz machen- Die Innovationen für neue Holzwerkstoffe

Die Verarbeitung des Rohholzes nach der Entrindung führt zu den unterschiedlichsten Werkstoffen (Bild 10). 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 mechanisch- technologischen Holzforschung wäre der heutige Entwicklungsstand nicht erreichbar gewesen (s. auch dazu das Standardwerk von Prof. Kollmann [14]).

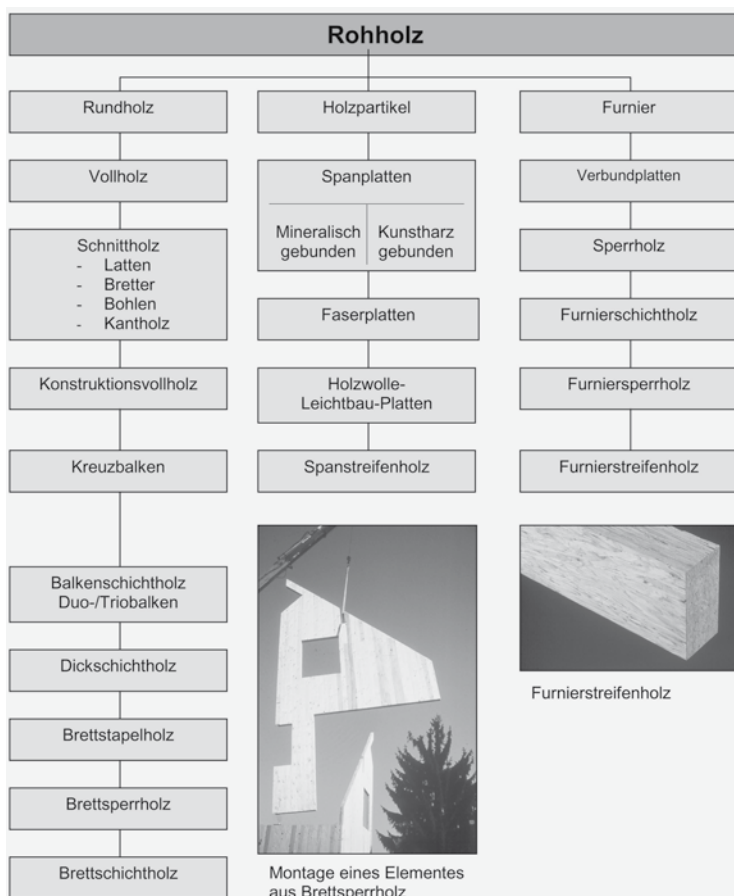


Bild 10: Stufen der Veredelung von Holz - Einteilung der Holzwerkstoffe (Foto: Archiv Arge Holz Düsseldorf)

Wesentlicher Schwerpunkt der Forschung war die Entwicklung leistungsfähiger Holzwerkstoffe, so u. a. das Sperrholz, Die Spanplatte, Holzfaserplatten, Furnierschicht- oder spanholz. 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. Die Anwendung der Spanplatte im Holzhausbau setzte Ende der 50er Jahre ein. Heute wird die klassische Spanplatte zunehmend durch die preiswertere **OSB- Platte** ersetzt.

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 bauaufsichtlichen Fragen der Ausführung und der Berechnung von Holzhäusern in Holztafelbauart regelte. „In den 1967 erschienenen „Vorläufigen Richtlinien für Dachschalungen aus Holzspanplatten oder Bau-Furnierplatten“ ist die Anwendung der Holzwerkstoffplatten als Dachschalung geregelt.“ [15].

Beide Richtlinien wurden durch die im Jahre 1969 herausgegebene Norm DIN 1052 ergänzt. Neu war, dass als erster Holzwerkstoff das Sperrholz generell für tragende 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. 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.

### 4. 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 veranlasste innovative Holzbauunternehmer und Ingenieure zur Entwicklung neuer Verbindungsmittel, wie zum Beispiel von Scheiben- und Krallendübeln (Bild 11) und später von Nagelverbindungen sowie von leistungsfähigen Klebetechniken. Die bekannten Holzbaupraktiker und Buchautoren Gattnar/Trysna sprachen im Jahre 1960 rückblickend von einer bahnbrechenden Entwicklung: „Bahnbrechend für den ingenieurmäßigen Holzbau“

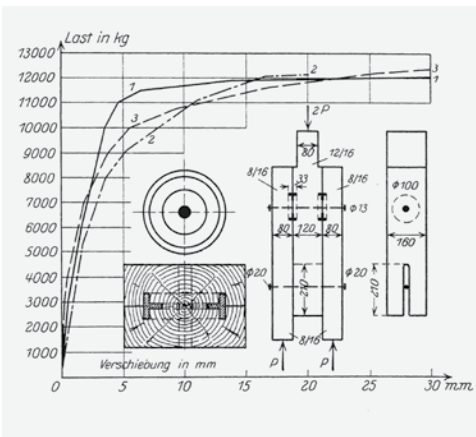


Bild 11: Last-Verformungs-Kurve-Ringdübel der Fa. Christoph & Unmack, AG, Niesky (aus [21])

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 Weise aufnehmen und weiterleiten konnten.“ [16].

Doch damit allein war es nicht getan. Wenn man mit dem Stahlbau mithalten wollte, musste der Holzbau auf eine ingenieurmäßige fundierte Grundlage gestellt werden.

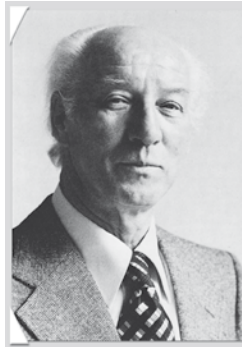
Erst mit der behördlichen Einführung spezieller Berechnungsvorschriften ab 1920 setzte die ingenieurmäßige Durchdringung des Holzbaus ein. Ohne eine engere Verbindung von Forschung und Praxis war dies nicht zu bewältigen. Diese neue Qualität der Holzbauforschung wurde etwa 1928/1930 erreicht. „Wohl auf 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 Ingenieurholzbaues, 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.“ [17]. 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.“ [18].

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 althergebrachten Zimmermannsbauweise verwendete Verbindungsmittel, wie den Bolzen und den Nagel, einer eingehenden versuchsmäßigen und theoretischen Untersuchung zu unterziehen.“ [12].

Deshalb wurde die Erforschung neuer Techniken zur Verbindung des Holzes auch immer wieder notwendig. Karl Möhler bemerkt dazu 1954 weiter: „Der Ingenieurholzbau benötigt aber neben dem Baustoff Holz hochwertige Verbindungsmit-

tel, die es ihm gestatten, die einzelnen Bauelemente zu gemeinsam tragenden Konstruktionen zusammenzufassen, wobei Schub-, Zug- und Druckkräfte in gleicher Weise zuverlässig übertragen werden müssen... 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.“ [12].

## Karl Möhler, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. e. h.



Geboren: 05.06.1912 in Karlsruhe

Gestorben: 05.08.1993 in Karlsruhe

1938-1964: Assistent an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der TH Karlsruhe, außerordentlicher Professor am Lehrstuhl für Baukonstruktionen und Holzbau, Ordinarius

1969-1981: Direktor der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine TH Karlsruhe

Und diese Bedeutung hat die Verbindungstechnik bis heute für den Holzbau nicht eingebüßt (Bild 12).

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.

Die Vielfalt nutzbarer Verbindungstechniken ist ohne eine intensive Forschung nicht denkbar. Beispielgebendes wurde geleistet auf dem Gebiet Holz-Stahl- und Holz-Holzwerkstoffanschlüsse, der Verbindungstechniken für hohe Beanspruchungen, eingeklebte Stahlstäbe, Queranschlüsse an Brettschichtholz, zur Berechnung und Konstruktion von Stabdübelverbindungen und zur Tragfähigkeit historischer Verbindungen.

### 4.1 Leime/ Klebstoffe/ Brettschichtholz

Seit der ingenieurmäßigen Durchdringung des Holzbaus gab es immer wieder Versuche, durch die Anwendung von Leimverbindungen die Leistungsfähigkeit von Holzkonstruktionen zu verbessern.

Es war jedoch das Verdienst des Weimarer Zimmermeisters Otto Hetzer (1846-1911), mit Pioniergeist und in langjährigen Versuchen mit Kaseinleim zwischen 1890 und 1910 die Brettschichtbauweise in vielfältiger Anwendung zur industriellen Verbreitung gebracht zu haben.

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 13). Die Versuche bewiesen eine ausreichende Festigkeit der Brettschichtholzbauweise selbst nach monatelanger Lagerung im Freien und

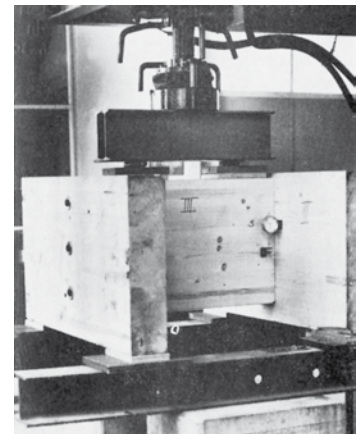


Bild 12: Versuche an der Universität Karlsruhe über das Tragverhalten von Ringkeildübeln im Hirnholz von Brettschichtholz (aus [46])



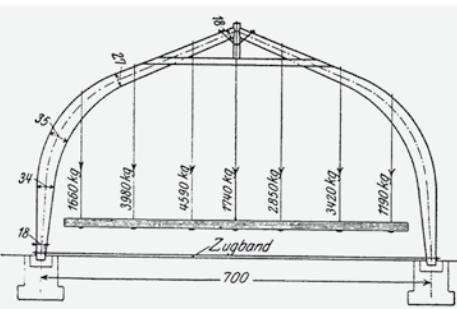


Bild 13: Versuche zum Tragverhalten einer Hetzerkonstruktion, durchgeführt im Zusammenhang mit dem Bau eines Lokschuppens für die schweizerischen Eisenbahnen in Bern im Jahre 1912 (aus [21])

Beanspruchungen unter extremen Witterungsverhalten.

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 geklebte Bauteile mit gegenüber Feuchteinwirkungen dauerhafterer Klebfuge möglich. Außerdem waren mit diesen Verbindungen höhere Festigkeiten erreichbar.

Vorausgegangen war die Entwicklung der Kunstharzklebstoffe. Mit der Produktion des 1928 patentierten Kauritklebstoffes stand ein kalthärtender Kunstharz zur Verfügung, der absolut wasser- und schimmel-

fest 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.

Neben einer intensiven Weiterentwicklung der Klebetechnik befasste sich vor allem Fritz Egner im Zeitraum von 1936 bis 1942 mit der Entwicklung effektiver Stoßausbildungen der Brettstöße innerhalb von Brettschichtholzquerschnitten.

## Karl Egner, Prof. Dr.-Ing. habil.



Geboren: 23.10.1906 in Bad Urach-Wittlingen

Gestorben: 11.01.1987 in Schopfloch

1930-1971: Eintritt in die MPA Stuttgart, außerordentlicher Professor an der TH Stuttgart, Direktor der Amtlichen Forschungs- und Materialprüfungsanstalt an der Universität Stuttgart

Egner entwickelte die Schiftzinkung für Bretter, die er aber auch für größere Querschnitte empfahl, und er regte die Entwicklung entsprechender Holzbearbeitungsmaschinen an. Mit der Form C (Bild 14) 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.“ (Karl Möhler 1968 in [19])

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.“ [20].

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.

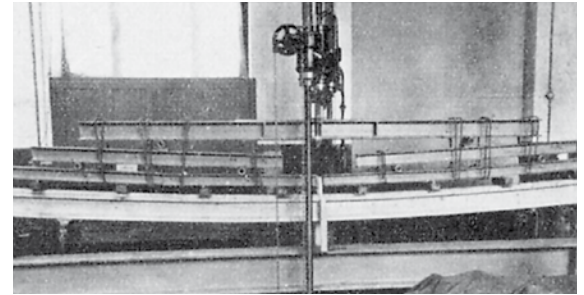


Bild 15: Untersuchungen an der TH Stuttgart über das Tragverhalten von holz sparenden Balken aus geklebten Einzelquerschnitten im Jahre 1941 (aus [45])

Die von Egner, Graf und auch Gaber durchgeführten Untersuchungen an geklebten Laschenverbindungen, Sparbalken für Holzbalkendecken (Bild 15), an geklebten Rahmenecken aus Voll- und Sperrholz (Bild 16) haben zur grundlegenden Weiterentwicklung der geklebten Holzbauweisen beigetragen.

Sehr viel weitgehender waren auf Grund des neuesten Forschungsstandes die Festlegungen der Normfassungen von 1941 und 1944 zu den Leimverbindungen. Mit dem Entwurf

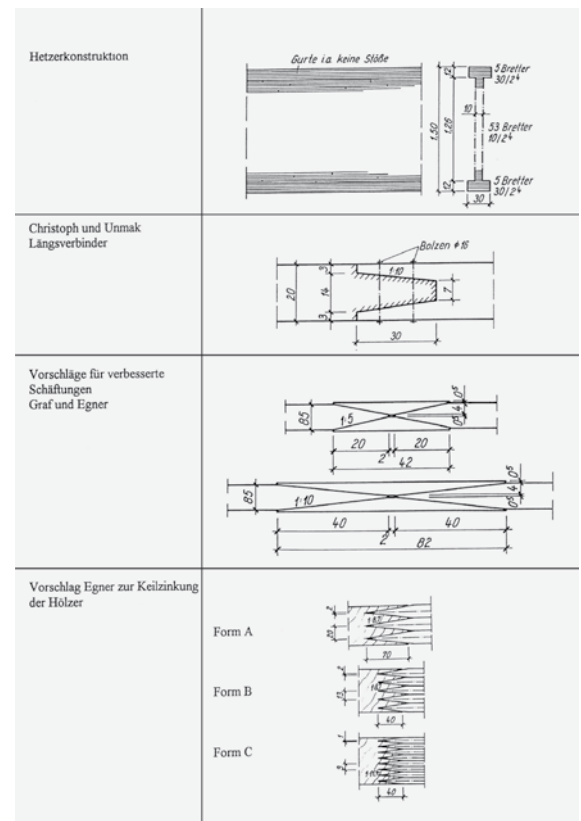


Bild 14: Entwicklung der Stoßausbildung im Holzleimbau (aus [44])

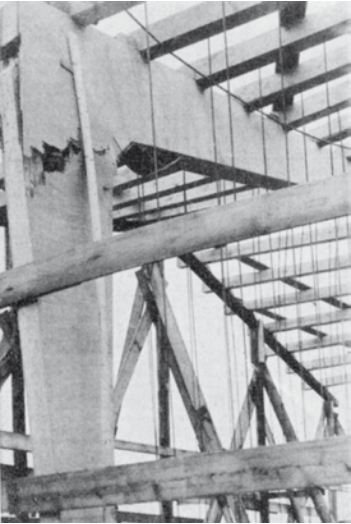


Bild 16: Untersuchungen an der TH Stuttgart über das Tragverhalten von Rahmenecken aus Voll- und Sperrholz (geklebt) im Jahre 1943 (nach Belastungsversuch) (aus [45])

und der Ausführung geleimter Bauteile durften nur Betriebe betraut werden, die eine spezielle Zulassung des Reichsarbeitsministers besaßen. Diese Liste 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 kunstharzverklebte Sperrhölzer beschränkt. 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.

Heute werden die von Egner entwickelten Keilzinkenverbindungen aber auch als Längsverbinding für Kanthölzer oder als Verbindung in der Ecke von Rahmen aus Brettschichtholz verwendet. Neben den Forschungsarbeiten oblag Egner auch die Überwachung und Zertifizierung der Brettschichtholzersteller. In der DIN 1052 des Jahres 1969 wurden von ihm die Regeln für 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 Werkrichtungen verfügen; sie müssen im Besitz einer amtlichen Zulassung sein.“ Welchen Bedingungen sich die Betriebe unterwerfen mussten, wurde in der DIN 1052:1969 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 Brettschichtholz, die entsprechend der Gütesortierung nach Güteklassen (Güteklasse II und I) angegeben waren. Brettschichtholz der Güteklasse I hatte danach bei Biegespannung eine 1,4-fach höhere zulässige Festigkeit als Vollholz der Güteklasse II. Da durch das Verkleben von Brettern, bei denen große Äste vorher entfernt wurden, eine Vergütung des Schichtholzquerschnittes auftrat, lagen die zulässigen Spannungen für Brettschichtholz höher als für Vollholz. Als im Jahre 1996 die maschinelle Festigkeitsortierung eingeführt wurde, kamen weitere Brettschichtholzklassen hinzu. Mit der maschinellen Sortierung kann das Holz zuverlässiger nach der Festigkeit sortiert werden, wodurch weitere Anhebungen der zulässigen Festigkeiten möglich waren. Die Brettschichtholzklasse MS 18 hat heute eine 1,8-fach höhere Biegefestigkeit als ein Vollholzbalken in der Sortierklasse S 10.

## 4.2 Nagelverbindungen in materialsparenden Holzbauteilen

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 [21] den Erkenntnisstand wie folgt zusammen: „Nägel kommen als Verbindungsmittel nur für ganz untergeordnete Teile in Frage, allenfalls noch Brettbinder ...“ - 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.“ [22].

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.

Durch weitere sehr umfangreiche Forschungen wurden die Grundlagen vertieft und die Berechnungsvorschriften weiter verbessert.

### Wilhelm Stoy, Prof. Dr.- Ing. habil., Dr.- Ing e. h.



Geboren: 26.08.1887 in Kleinfischbach

Gestorben: 23.11.1958 in Braunschweig

1912-1918: Tätigkeit in der Industrie und Kriegsdienst

1920-1927: Studienrat an der höheren Landesbauschule Holzminnen, Gründung eines Ingenieurlaboratoriums mit Felix Fonrobert

1927-1953: Privatdozent, außerordentlicher Professor und ordentlicher Professor an der TH Braunschweig

1955: Mitglied der Amerikamischen Gesellschaft für Holzforschung

Die große Unterstützung der Grundlagenforschung ergab sich nicht nur aus der Leistungsfähigkeit der Nagelverbinding, 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 materialsparenden Holzkonstruktionen besonders in Kriegszeiten sprunghaft stieg.

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 Nieten 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 Nagelverbinding patentrechtlichen Schutz zu erlangen.“ [22].

Das die Nagelverbindungen in der Praxis so schnell angenommen wurden, ist wohl auch auf eine neue Qualität der Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung zurückzuführen. Ab 1935 forschte Stoy nicht mehr alleine, sondern Grabbe, Marten, Gaber und Egner verstärkten mit ihren Arbeiten die Forschungsbemühungen.

Gaber untersuchte die Möglichkeiten des Ersatzes von Stahl durch genagelte Holzträger (Bild 17) im Hoch- und Brückenbau, auch für hohe Verkehrslasten, wie zum Beispiel bei Brücken mit 60 Tonnen Tragfähigkeit.

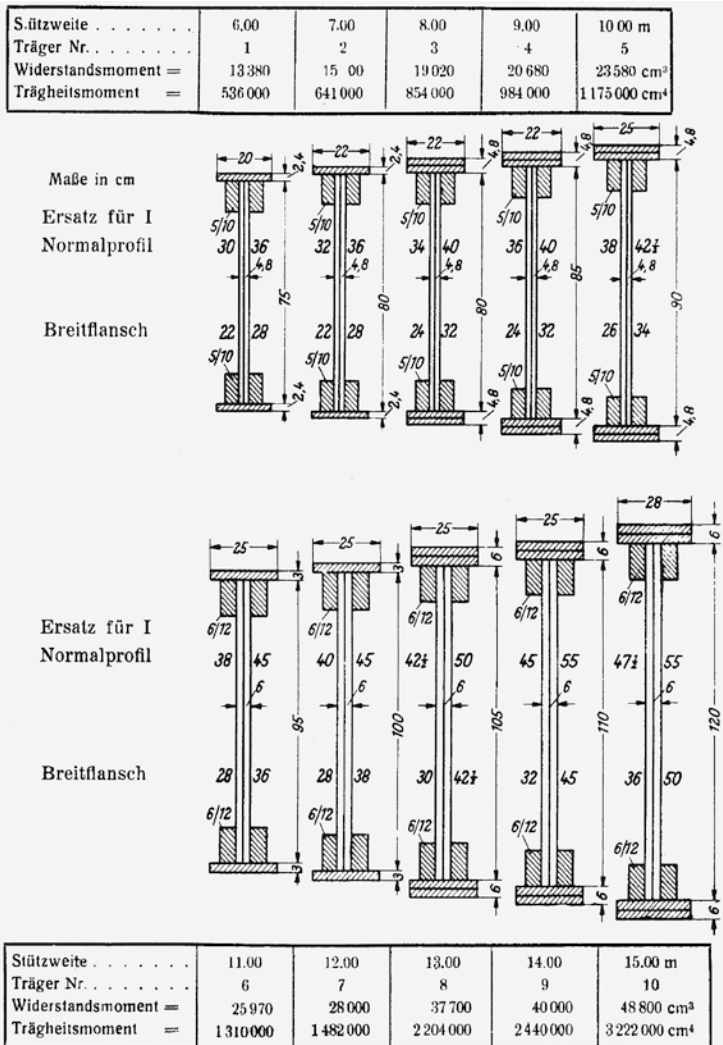
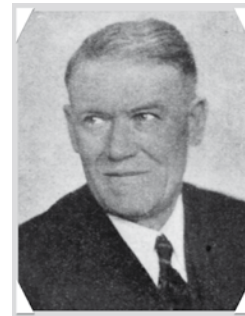


Bild 17: Holzträger als Ersatz für Stahlträger für Spannweiten von 6 bis 15 m nach Gaber (aus [47])

Wesentliche Bedeutung hatten die Versuche von Gaber zur Entwicklung weitgespannter Brückenkonstruktionen. Seine Versuche zur Erforschung des Tragverhaltens an Brückenbauteilen in Bauteilabmessungen (Bild 18) und die Erprobung seiner Erkenntnisse an verschiedenen Straßen- und Eisenbahnbrücken brachten neue Konstruktionsprinzipien für hochbelastete 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.“ [12].

## Ernst Gaber, Prof. Dr.-Ing.



Geboren: 12.04.1881 in Mannheim  
 Gestorben: 1952  
 1903-1914: Ingenieurpraktikant, Regierungsbaumeister, Oberbauinspektor im badischen Staatsdienst  
 1914-1918: Kriegsdienst  
 ab 1921: ordentlicher Professor für Brückenbau, Baustatik und wissenschaftliche Betriebsprüfung

an der TH Karlsruhe, Nachfolge von Prof. Engesser  
 1921: Gründung der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der TH Karlsruhe

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 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 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 werden, ergibt hohe Steifigkeit und Tragfähigkeit.“ [12].

Während nach Stoy und Mlynek höhere Festigkeiten des für Nägel verwendeten Stahles keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit einer Nagelverbindung hat, 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. Auch für genagelte

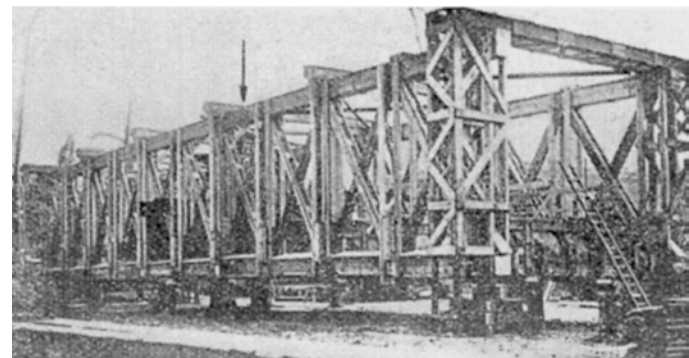


Bild 18: Prüfung von Fachwerkbrückenträgern in Bauteilabmessungen, Brückenlast 2260 kN (aus [12])

Anschlüsse aus Buchenfurnier-Sperrholz mit einer bestimmten Anzahl an Furnierlagen an Vollholz ergaben Versuche eine höhere Tragfähigkeit. Die an 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 experimentelle Untersuchungen an Nagelverbindungen durchgeführt, welche als Grundlage zur Einführung des Bemessungskonzeptes nach EC 5 in der TGL 33135 diente.

### 4.3 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.

Wesentlich für die Entwicklung des Ingenieurholzbau in den ersten 25 Jahren war die Neuentwicklung von Scheibendübeln, die in geometrisch konforme Ausfräsungen im Holz eingelassen wurden.

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. „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 vornehmen zu lassen, wozu der Unternehmer die Baustoffe kostenfrei zu liefern hat.“ [19].

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 in den Jahren 1942/1943 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.

### Otto Graf, Prof. Dr.-Ing. e. h.



Geboren: 15.04.1881 in Vordersteinwald

Gestorben: 29.04.1956 in Stuttgart

1901-1914: Mitarbeiter von Carl Bach an der Materialprüfanstalt der königlichen TH Stuttgart

1914-1918: Kriegsdienst

1927-1950: Leiter der Abteilung Bauwesen der MPA, Professor für Baustoffkunde und Materialprüfung,

Direktor des 1936 gegründeten Instituts für Bauforschung und Materialprüfung TH Stuttgart

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 19) bezüglich ihrer Tragfähigkeit und konstruktiven Verwendung bekannt gemacht und allgemein für die Holzbaupraxis geregelt.

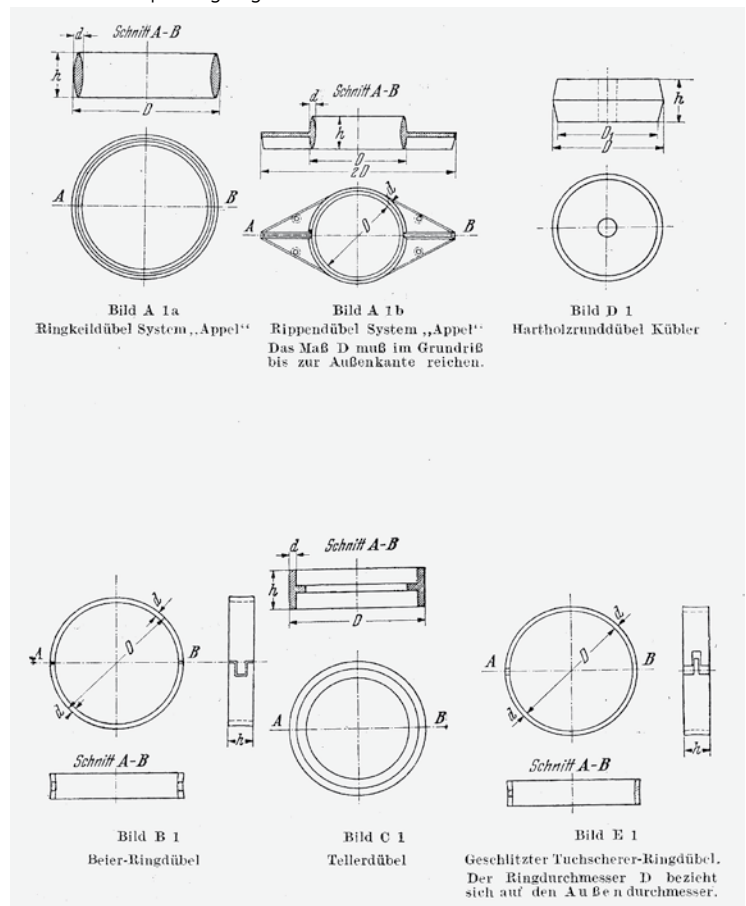


Bild 19: Genormte Dübel nach DIN 1052, Fassung 1943, Anlage 2, Ringkeildübel

Für spätere Normfassungen behielt man diese Praxis bis zur Fassung aus dem Jahre 1988 bei. Mit der Verdrängung der hauptsächlich mit Dübeln besonderer Bauart hergestellten weitgespannten Fachwerkträger durch die aufkommende Brettschichtholzbaupraxis ging ihre Bedeutung für den Holzbau schrittweise zurück.

## 4.4 Die Verbindungsmittelforschung heute

Neue Verbindungsmittel, wie Sondernägeln, 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 wenig Erkenntnisse vor.

Mit der Einführung der Methode der Grenzzustände im Holzbau der DDR waren für die Verbindungsmittel charakteristische Tragfähigkeiten festzulegen.

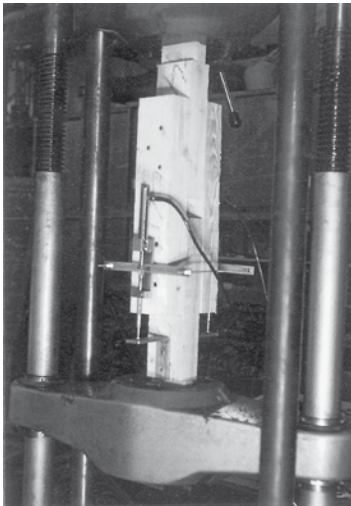


Bild 20: Untersuchungen der TU Dresden zur charakteristischen Tragfähigkeit von Nägeln, Zugversuch (aus [48])

Zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Nägeln in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt (Bild 20). Dabei ist der Einfluss der Holzqualität, des Jahrringverlaufes, der Beanspruchungsart sowie der Holzfeuchte untersucht worden [24].

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.

Weltweit wird an der Erfindung neuer Holzbauverbindungen gearbeitet. Hier mitzuhaltan wird auch zukünftig ein wichtiger Punkt in den nationalen Forschungsbemühungen sein.

## 5. Die Normung im Holzbau

### 5.1 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.

Die Erweiterung des Aufgabengebietes auch auf andere Industriezweige und ab den 1920er Jahren auch auf Belange der Hauswirtschaft und des Gesundheitswesens führte dann am 06. 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 kon-

zentrierten sich aber nicht auf Regelwerke für den Stahl- oder Stahlbetonbau, sondern entsprechend der wirtschaftlichen Notlage nach dem Ersten Weltkrieg auf materialsparende 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 materialsparenden Querschnitten und Tragfähigkeitstabellen. Im April 1919 wurde sie verbindlich eingeführt (Bild 21). Die folgenden DIN-Normen widmeten sich der Normung von Holzfenstern, Türen und Treppen. 1926 wurden in der Reichsverdingungsordnung für Bauleistungen auch für Zimmerer- und Tischlerarbeiten die technischen Vorschriften vereinheitlicht (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.

Balken-Querschnitt	70	75	80	85	90	95	100
12/14	0,0148	350	345	338	330	324	318
12/16	0,0148	400	393	384	377	370	362
13/16	0,0209	—	—	—	—	—	—
13/18	0,0209	450	443	433	424	416	407
13/18	0,0224	—	—	—	—	—	—
13/18	0,0224	500	491	481	471	462	452
13/20	0,0224	—	—	—	—	—	—
14/20	0,0224	—	—	—	—	—	—

Balken-Querschnitt	70	75	80	85	90	95	100
12/14	0,0148	311	305	298	290	284	278
12/16	0,0148	350	343	335	327	320	312
13/16	0,0209	—	—	—	—	—	—
13/18	0,0209	400	393	384	377	370	362
13/18	0,0224	—	—	—	—	—	—
13/18	0,0224	450	443	433	424	416	407
13/20	0,0224	—	—	—	—	—	—
14/20	0,0224	—	—	—	—	—	—

Bild 21: Erste Holzbaunorm DIN 104, Holzbalken für Kleinhäuser

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 regelte die Mindestanforderung an den Wärme-, Schall- und Brandschutz sowie die Qualität der Ausführung mit dem Ziel der Garantie einer Mindestlebensdauer von 80 Jahren. Bild 22 zeigt Häuser, welche nach den neuen Gütevorschriften errichtet wurden. Nach 1933 wurde der empfehlende Charakter der Normen unter dem Zwang der Einsparung kriegswichtiger Baustoffe als verbindlich erklärt 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 Nadelstichtholz, 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



Bild 22: Holzhäuser der Firma Christoph & Unmack AG, Niesky, errichtet 1927, Dresden/Neuostra, produziert und errichtet nach den Regeln der DIN 1990 (Zustand 2001)

Gedanke leitend war, dass alle Holzbauwerke bei größtmöglicher Holzeinsparung die notwendige Standfestigkeit in allen Teilen aufweisen.“ [25]. 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 Deutsche 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 er 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).“ [26]. 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 so genannte 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.“ [26].

## 5.2 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 häufig Holzkonstruktionen, waren sie doch gegenüber den säurehaltigen Dämpfen der Dampflokomotiven sehr viel widerstandsfähiger als Stahlkonstruktionen.

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 Bauverfahren gesammelt und gesichert sind und die als allgemein anerkannte Regeln der Baukunst im Sinne der Gesetzgebung angesprochen werden dürfen.“[27]. 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 23 zeigt das Ergebnis zum Einfluss der Feuchte

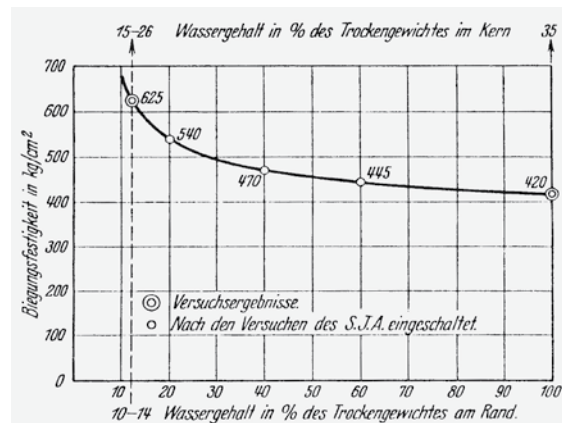


Bild 23: Einfluss der Feuchte auf die Biegefestigkeit (aus [49])

auf die Biegefestigkeit und Bild 24 das Ergebnis zur Knickfestigkeit [27]. Das für den Nachweis des Knickens eingeführte  $\omega$ -Verfahren wurde ohne Änderungen in die DIN 1052, Aus-

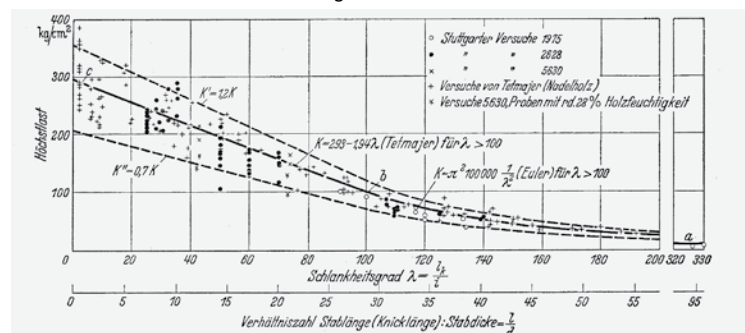


Bild 24: Knickfestigkeit von Holzstützen nach verschiedenen Versuchen (aus [50])

gabe 1933 übernommen 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 Wertung unterzogen. Bezogen auf die zulässigen Spannungen brachten sie einige Fortschritte.

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 Baupolizei Bestimmungen 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...“ [28].

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 und der Ästigkeit auf die Festigkeitseigenschaften der Hölzer. Aber auch der Einfluss der Feuchte und der Rohdichte wurde untersucht. „Für die Einstufung von Bauholz in die einzelnen Güteklassen sind also im wesentlichen die Merkmale maßgebend, die auch bisher der erfahrene Zimmermann bei der Auswahl des Holzes angewendet hat.“ [29].

Bis 1947 erschienen in relativ kurzen Zeiträumen allein fünf neue Ausgaben der DIN 1052, in die neue wissenschaftliche Erkenntnisse eingearbeitet 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 zwischen 1925 und 1945. Einen

wesentlichen Fortschritt brachte die dritte Ausgabe der DIN 1052. Die 1939 mit der Herausgabe der DIN 4074 erlassenen „Gütebedingungen für Bauholz“ gestatteten nun eine Abstufung der zulässigen Spannungen nach Güteklassen (Bild 25). Durch die Festlegung von Sortierkriterien für eine Sortierung des Bauholzes nach Güteklassen war eine Anhebung der zulässigen Spannungen möglich. Über sechzig Jahre erhielt sich diese Praxis, bis 1996 die Einführung 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 Reichsarbeitsminister verfügte dritte Fassung. Sie regelte die nach Güteklassen abgestuften höheren zulässigen Spannungen. „Die Abstufung der zulässigen Spannungen nach den drei Güteklassen bezweckt eine möglichst weitgehende Ausnutzung des anfallenden Schnittholzes für tragende Holzbauteile. Zu dem gleichen Zweck sind die Sicherheiten bei der Festsetzung 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.“ [30].

Die Normfassung des Jahres 1941 enthielt auch neue Erkenntnisse zu den Dübel- und Leimverbindungen. Dabei wurde nicht die ganze Norm geändert, sondern die Änderungen wurden als Ergänzungen zur bestehenden Norm bekannt gemacht. Für die Anwendung der Leimverbindungen wurde nun ein Eignungsnachweis in Form einer 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 Holzbauproduktion 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.

Nachlesen kann man den Entwicklungsstand der Holzbaunormung in den von Robert von Hala'sz ab 1943 herausgegebenen Holzbautaschenbuch.

## Robert von Hala'sz, Prof. Dr.- Ing. e. h.



Geboren: 24.07.1905 in Höxter  
 Gestorben: 28.11.2004 in Berlin  
 1931-1948: Verschiedene Tätigkeiten in der Industrie  
 1948-1962: Ordentlicher Professor für Baukonstruktionen an der TH Berlin  
 1962-1970: Lehrstuhl für Allgemeinen Ingenieurbau an der TH Berlin, Bücher: Herausgeber des Holzbautaschenbuches, Berlin, 1. Auflage 1943, 10. Auflage 2005

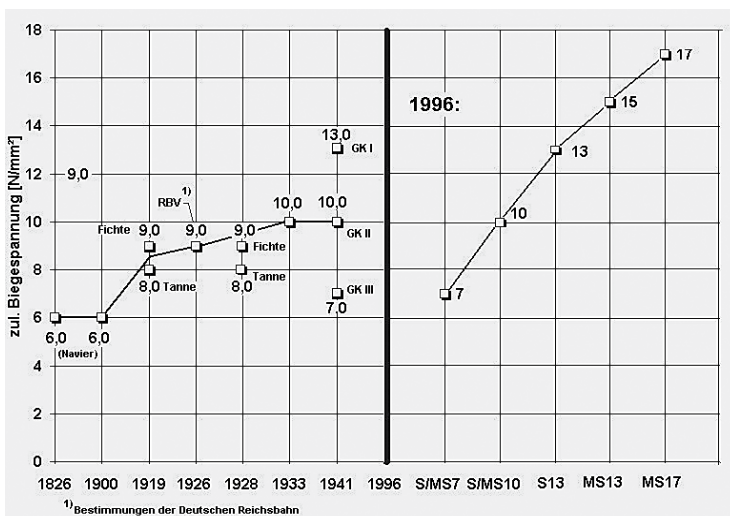


Bild 25: Zeitliche Entwicklung der zulässigen Biegespannungen von Nadelholz

Im Jahre 1960 publizierte Karl Möhler erste Vorschläge zu einer Neufassung, der noch aus den 40er Jahren stammenden Holzbauvorschriften.

Der Entwurf der neuen Ausgabe der DIN 1052 erschien dann 1965; bauaufsichtlich eingeführt wurde sie - grundlegend überarbeitet im Jahre 1969.

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. 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, in dem man eine bauaufsichtliche Zulassung des Instituts für Bautechnik vorlegte. Wahrscheinlich aus Gründen des innerdeutschen Holzhandels vollzog man im DDR-Holzbau den behördlich festgelegten 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.

### 5.3 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. 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 gute und lang

brauchbare Holzbauten entstehen, festgelegt.“ formulierte Otto Graf (1887 - 1956) im Jahre 1938. 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.“ [31].

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.

### 5.4 Zur Entwicklung eines neuen Sicherheitskonzeptes - eine internationale Angelegenheit

Die Grundlagen für die probabilistische Betrachtung des Sicherheitsproblems der Baukonstruktionen wurde 1926 erstmals von dem deutschen Forscher M. Mayer erarbeitet [32]. Unabhängig davon wurden von polnischen, französischen, aber vor allem von sowjetischen Wissenschaftlern die generellen Grundlagen ausgearbeitet [33].

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 [34]. Der Standard bildete die Grundlage für die Vereinheitlichung aller Bemessungsnormen in den RGW- Ländern auf der Basis der Methode der Grenzzustände.

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 [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. 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. Blatt 1 sollte analog dem CIB-W18-Code, dem ISO-TC-165-Code bzw. Eurocode 5 gestaltet werden, damit eine allgemeine Abkopplung vom internationalen Trend verhindert wird [36]. 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 und Fragen der Verstärkung von Brettschichtholzquerschnitten sollten geklärt werden (Bild 26).

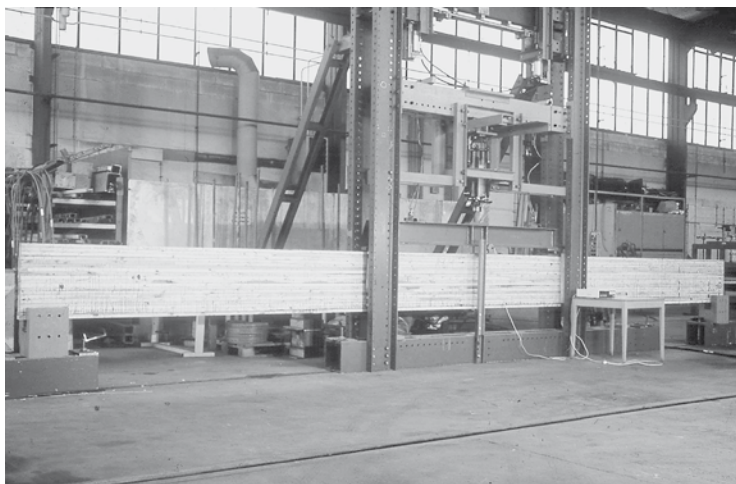


Bild 26: Traglastversuch (Trägerhöhe 608 mm) im Rahmen eines Forschungs-  
vorhabens an der Bauakademie der DDR zum Einfluss einer Verstärkung von  
Brettschichtholz mit glasfaserverstärkten Kunststoffen auf die Biegefestigkeit

Die Arbeiten mussten im Zuge der Vereinigung beider Deutscher Staaten eingestellt werden. Eine Integration der ostdeutschen Forschungskapazitäten in die westdeutsche Forschungslandschaft gelang nicht.

In den westlichen Ländern Europas wurde seit Mitte der 70er Jahre eine Harmonisierung der Holzbaunormen angestrebt. 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.

Charakteristisch für die ab Mitte der 70er Jahre vorliegenden überregionalen europäischen Normen und die ab Mitte der 80er Jahre vorliegende ISO- Norm 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.

## 5.5 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 Ergän-

zungen aus dem Jahre 1996 auf der Grundlage zulässiger Spannungen und Verformungen.

In Vorbereitung ist zurzeit die Einführung einer Neufassung der DIN 1052. Diese Norm wird voraussichtlich im Jahre 2008 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 Norm (z. B. des Brand- und Schallschutzes) ist ebenfalls erforderlich.

Eine so genannte „Heiße Bemessung“ von Holzbauteilen nach DIN 4102, Teil 22 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, Teil 22 ersetzen.

## 6. 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 27). Darüber hinaus steht es bei verantwortungsvoller Forstpolitik dem Bauwesen in nahezu unbegrenztem Maße zur Verfügung. Man kann also mit Recht von einer unerschöpflichen Rohstoffquelle sprechen. Das wird auch daran deutlich, dass nach Glos (in [37]) nur 1,5 Prozent des in den Wäldern Deutschlands stehenden Holzvorrates jährlich genutzt wird. Wer also Ökologie und Nachhaltigkeit im Bauen ernstnimmt, 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 unterschiedlichsten Eigenschaften wählen, angefangen von Rundholz und Vollholz bis hin zu Brettschichtholz, Furnierschichtholz, Furnierstreifenholz u. s. w.. Gerade das Brettschichtholz, vor einhundert Jahren erstmals industriell hergestellt, kombiniert und verbunden mit einer intelligenten und tragfähigen Verbindung, eröffnet dem Holzbau immer neue Spannweiten und architektonische Möglichkeiten.

**Der ehemalige Vizepräsident der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung** Franz Kollmann verwies im Jahre 1987, quasi als Resumé seines schaffensreichen Wirkens auf die Notwendigkeit:

„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.“ [2].

Eine Aufgabe, der sich auch in Zukunft die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung stellen muss.

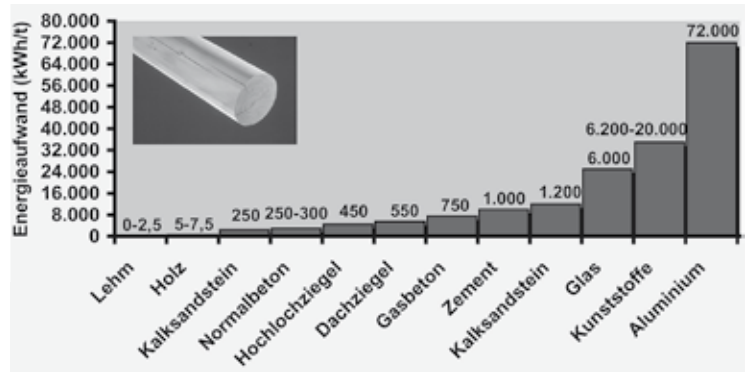


Bild 27: Energieaufwand von Baumaterialien

## Literatur:

- [1] Lang, G.: Das Holz als Baustoff, Wiesbaden 1915.
- [2] Kollmann, F.: Die Zukunft des Holzes ist gesichert, in: Holz-Zentralblatt (1987), Nr. 78, S. 1138.
- [3] Götz, H., Schultze-Dewitz, G.: Die Eberswalder Holzforstwirtschaft - Entwicklung und Tradition, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 104, 28.08.1992, S. 1562-1566.
- [4] Wappes: Deutscher Wald - deutsches Holz, in: Der deutsche Zimmermeister (1934), H. 9, S. 97-99.
- [5] Stegemann, R. (Hg.): Vom Wirtschaftlichen Bauen, 21. Folge, Holz im Wohnungs- und Siedlungsbau, Dresden 1938.
- [6] Ohne Autor: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung gegründet, in: Der deutsche Zimmermeister (1942), H. 25, S. 289-290.
- [7] Ohne Autor: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, in: Der Zimmermeister 52 (1950), H. 2, S. 9.
- [8] Ohne Autor: Karlsruher Forschungsarbeiten und Versuche im Ingenieurholzbau von 1972-1977, in: bauen mit holz (1977), H. 5, S. 205-220.
- [9] Schönhofer: Zur Frage der zulässigen Beanspruchung von Bauholz, in: Die Bautechnik (1921), S. 439-443.
- [10] Kersten, C.: Wird der freitragende Holzbau wettbewerbsfähig bleiben?, in: Der Deutsche Zimmermeister (1927), H. 18, S. 151-152.
- [11] 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.
- [12] Möhler, K.: Versuche und Erfahrungen mit neuzeitlichen Holzverbindungen und Holzkonstruktionen, in: Deutscher Zimmermeister (1954), H. 24, S. 520-550.
- [13] Möhler, K.: Holzforschung und Holzbauvorschriften, in: bauen mit holz (1968), H. 2, S. 53-59.
- [14] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Band 1 und 2, Berlin 1951.
- [15] Möhler, K.: Holzforschung und Holzbauvorschriften, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 21, 16.02.1968, S. 1-9.
- [16] Gattnar, A., Trysna, F.: Hölzerne Dach- und Hallenbauten, 7. Auflage, Berlin 1961.
- [17] Bund Deutscher Zimmermeister (Hg.): 75 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister, Karlsruhe 1978.
- [18] Kersten, C.: Holzbauten in ingenieurmäßiger Ausführung, in: Holz als Roh- und Werkstoff (1938), H. 8, S. 299-302.
- [19] Möhler, K.: Holzforschung und Holzbauvorschriften, in: Holz-Zentralblatt, Nr. 21, 16.02.1968, S. 1-9.

- [20] Vorläufige Bestimmungen für Holztragwerke (BH), Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, 3. berichtigte Auflage, Berlin 1931.
- [21] Kersten, C.: Freitragende Holzbauten, 2. völlig umgearbeitete Auflage, Berlin 1921.
- [22] Schaechterle, K.: Ingenieurholzbauten bei der Reichsbahndirektion, Stuttgart, Berlin 1925 bzw. in: Bautechnik 23, Mai 1924, Heft 22, S. 236-230.
- [23] Seidel, E.: Fortschritte des Bauingenieurwesens im neuen Deutschland 1933-1943, VII, Die Entwicklung der Holz-Nagelbaus, in: Die Bautechnik 21(1943), S. 204-207.
- [24] Zimmer, K.; Lißner, K.: Berechnung von Verbindungsmitteln im Vergleich zum internationalen Stand, in: Holz als Roh- und Werkstoff 50(1992), S. 53-56.
- [25] Ohne Autor: Die Gütebedingungen für Bauholz nach DIN 4074, in: Der Deutsche Zimmermeister (1939), H. 20, S. 242.
- [26] Heidrich, K.-D.: Historische Betrachtungen über die Bauordnung in Deutschland, Teil 1, in: Bauzeitung (1991), H. 5, S. 354-356, Teil 2: (1991), H. 6, S. 422-424.
- [27] 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.
- [28] Stoy, W.: Holzbau-Grundlagen der Festigkeitsberechnung, Taschenbuch der Bauingenieure, Berlin 1949.
- [29] Wedler, B.: Neue Berechnungsgrundlagen für Holzbauwerke, in: Zentralblatt der Bauverwaltung (1941), S. 29-37.
- [30] Durst: Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung (DIN 1052), in: Der Deutsche Zimmermeister (1941), H. 8, S. 124-125.
- [31] Graf, O.: Tragfähigkeit der Bauhölzer und der Holzverbindungen, Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen, Heft 20, Berlin 1938.
- [32] Mayer, M.: Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzzuständen anstatt nach zulässigen Spannungen, Berlin 1926.
- [33] Murzewski, J.: Sicherheit der Baukonstruktionen, Berlin 1974.
- [34] TGL 38792: Baukonstruktionen und Grundlagen, Grundsätze für die Berechnung, Mai 1981.
- [35] Zimmer, K.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, in: Holztechnologie. Leipzig 23 (1982), H. 4
- [36] Rug, W.; Kofent, W.: Stand und Entwicklungstendenzen des Holzbaus in der DDR, in: Bauplanung - Bautechnik (1986), H. 12, S. 531-535.

- [37] Glos, P.: Faszination Holz, in: bauen mit holz (1998), H. 12, S. 24-27.
- [38] Gaber, E.: Zusammengesetzte Holzbiegeträger als Ersatz im Hoch- und Brückenbau, in: Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 21, 1938.
- [39] Stoy, W., Fonrobert, F.: Holz-Nagelbau, Schriftenreihe der Reichsarbeitsgemeinschaft Holz e.V., Nr. 6, 5. Auflage, Berlin 1943.
- [40] Graf, O.: Aus neueren Versuchen mit Bauholz, in: Mitteilung des FA für Holzfragen, Heft 26, 1940.
- [41] Tetmajer, L.: Die Gesetze der Knickungs- und der Zusammengesetzten Druckfestigkeit der wichtigsten Baustoffe, Leipzig 1903.
- [42] Möhler, K., Mistler, L.: Ausklinkungen am Endauflager von Biegeträgern, in: Holzbau - Statik - Aktuell, Folge 4, November 1979
- [43] Rug, W., Badstube, M., Schöne, W.: Einfluß der Trägerhöhe auf die Biegefestigkeit von Brettschichtholz, in: Holz als Roh- und Werkstoff (1992), S. 317-321.
- [44] 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.
- [45] Egner, K.: Versuche mit geleimten Baugliedern, besonders Trägern, und die Bedingungen für Ihre sachgemäße Herstellung, Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 23, 1939.
- [46] Möhler, K., Ehlbeck, J.: Ringkeil-Dübelverbindungen in Brettschicht-Hirnholz-Anschlüssen, in: bauen mit holz (1971), H. 9, S. 430-432.
- [47] Gaber, E.: Zusammengesetzte Holzbiegeträger als Ersatz im Hoch- und Brückenbau, in: Mitteilungen des FA für Holzfragen, Heft 21, 1938.
- [48] Lißner, K.: Ein Beitrag zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach der Methode der Grenzzustände. Dissertation, TU Dresden 1988.
- [49] 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.
- [50] Stoy, W.: Der Holzbau, 5. Auflage, Berlin 1952.



*Holzbearbeitung im Wald um 1870*