

Rekonstruktion alter Holzkonstruktionen

Aufgabenstellung

Die Erhaltung der vorhandenen Bausubstanz ist eine generelle volkswirtschaftliche Forderung im Rahmen der intensiverweiterten Reproduktion der Volkswirtschaft.

Entsprechend der Verantwortung zur Erhaltung sind die vorhandenen Bauwerke bzw. Baukonstruktionen hinsichtlich ihres Bauzustandes einzuschätzen und notwendige Maßnahmen für die Rekonstruktion festzulegen. Dies trifft auch auf notwendige Erweiterungen zu.

Aufgrund der spezifischen Eigenschaften des Holzes, wie leichte Bearbeitbarkeit, geringes Eigengewicht bei gleichzeitiger relativ großer Tragfähigkeit oder hoher Resistenz gegen chemisch aggressive Medien, wurden über Jahrhunderte Holzkonstruktionen in vielen Anwendungsgebieten errichtet.

Tabelle 1 zeigt die Größenordnung des Anteils von Holzkonstruktionen gegenüber Stahlbeton- und Stahlkonstruktionen. Für die Dachtragschale liegt der Anteil im Bereich der in Tabelle 1 angegebenen oberen Grenzwerte und darüber.

Bei Lagerhallen in der chemischen Industrie liegen die Anteile noch höher. Auch die gegenwärtige Struktur der Verwendung von Holzkonstruktionen in der Volkswirtschaft wird an den in Tabelle 1 angegebenen Zahlen wenig ändern (siehe Tabelle 2).

Im Auftrage der Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, bearbeitete die Ingenieurhochschule Wismar das Forschungsthema „Grundlagen zur Rekonstruktion von Holzkonstruktionen“. Das Ziel der Aufgabe bestand vor allem in

- der Erarbeitung einer rationellen Methodik zur Beurteilung des Bauzustandes alter Holzkonstruktionen
- der Erarbeitung von rationellen Methoden zur Instandsetzung, Verstärkung bzw. Rekonstruktion.

Im Rahmen dieser Aufgabe sollten zerstörungsarme Prüfmethode, die Wirkung aggressiver Medien auf die Festigkeit von Holz, der Einfluß von speziellen Schutzsystemen auf die festigkeitsmindernde Wirkung ausgewählter chemisch aggressiver Medien und ausgewählte Methoden für die Instandsetzung erprobt werden.

Ergebnis

Im Rahmen der Analyse des Bauzustandes werden die wesentlichsten Bauschäden und der Schadensumfang erfaßt sowie Wege zur Beseitigung der aufgetretenen Schäden festgelegt. Dies erfolgt im wesentlichen in 4 Arbeitsschritten (Bild 1).

Tabelle 1 Anteil von Holzkonstruktionen nach Einsatzbereichen

Industriezweig	Anteil tragender Holzkonstruktionen im Vergleich zu Stahlbeton oder Stahlkonstruktionen in %
Chemische Industrie	30 ... 45 % (80 ... 95 %) ¹⁾
Übrige Industrie	5 ... 15 %
Landwirtschaft	40 ... 60 %

1) gilt für Lagerhallen zur Lagerung von chemischen Stoffen

Tabelle 2

Anwendungsbereiche
von Holzkonstruktionen
in der DDR

Bereich	Anteil in %
Landwirtschaftsbau	51
Gesellschaftsbau	7
Industriebau	10
Wohnungsbau	15
Sonstige Bedarfsträger	13

Im ersten Arbeitsschritt wird der Bauzustand des Bauwerkes ermittelt. Neben den Angaben zum Bauwerk und den Erscheinungsbildern der Schäden, werden die Einflüsse auf das Bauwerk erfaßt. Als rationelle Arbeitsmittel haben sich bei diesem Arbeitsschritt Formblätter bewährt.

Der 2. Arbeitsschritt umfaßt die Ursachenermittlung mit der Aufstellung der Schadensursachengruppen.

Im 3. Arbeitsschritt erfolgt die Bewertung des Bauzustandes dadurch, daß die erforderlichen Prüfungen und Messungen durchgeführt werden und die vorhandene Tragfähigkeit und Standsicherheit überprüft wird. Es erfolgt eine Einordnung in die Bauzustandsstufen (Tabelle 3).

Unter Beachtung der nutzertechnologischen Forderungen wird die Restnutzungsdauer festgelegt.

Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen zur Sicherung der Funktionsfähigkeit des Bauwerkes (Instandsetzung, Rekonstruktion und/oder Abbruch) werden im 4. Arbeitsschritt festgelegt.

Tabelle 3 Kriterien für Bauzustandsstufen

Bauzustandsstufe	Verschleißgrad	Allgemeine Kriterien	Holzkonstruktionen
1	0...5%	• guter Erhaltungszustand • keine Funktionsminderungen • volle Tragfähigkeit • unbedeutende Mängel • geringe Qualitätsminderung an den Oberflächen	• keine Schäden • geringe Mängel z.B. Verbindungsmittel gering korrodiert, örtlich begrenzte Schwindrisse • Holzschutz vorhanden
2	6...25%	• geringe Schäden • Funktionsfähigkeit ist vorhanden, teilweise beeinträchtigt • volle Tragfähigkeit der Konstruktion • Risse und Brüche geringer Auswirkung • geringe Korrosion	• verminderte Tragfähigkeit einzelner untergeordneter Bauteile z.B. - örtlich begrenzter Insektenbefall - örtlich begrenzte Naßfäule - längere, aber nicht durchgehende Schwindrisse • Formänderung oder Verschiebung einzelner Bauteile • Verbindungsmittel teilweise gelockert • Chemischer Holzschutz flächenhaft nicht mehr wirksam
3	26...50%	• <u>schwere Schäden</u> • größere Mängel • Funktionsfähigkeit erheblich eingeschränkt • Tragfähigkeit einiger Teile nicht gewährleistet • Brüche, Risse bedeutend • sofortige Instandsetzung erforderlich	• erhebliche Schäden in großen Bereichen der Holzkonstruktion • Projekt ist für Instandsetzung erforderlich! - Beispiele für Schädigungen: - starker Insektenbefall (> 1/3 der Querschnitte der Bauteile) - Echter Hausschwamm - mehrere Brüche tragender Bauteile - örtlich begrenzte, aber teilweise durchgehende Risse - mehrere schräggestellte Stützen oder Binder - starke Holzkorrosion oder starke Korrosion der Verbindungsmittel - große Durchbiegungen z.B. Balkendecken über 1/150
4	über 50%	• <u>unbrauchbare Haupttragglieder</u> • Funktionsfähigkeit nicht mehr gewährleistet • erhebliche Schäden an vielen Bauteilen • Tragfähigkeit überwiegend nicht gewährleistet • bedeutende Verformungen und Brüche • umfangreiche Instandsetzung oder Abriss	• Holzkonstruktion nicht mehr funktionssicher • Holzkonstruktion nicht mehr standsicher - Beispiele: - Gefahr des Abstürzes von Bauteilen bis zur Einsturzgefahr - Verbindungen zum großen Teil nicht mehr wirksam - erhebliche Querschnittsminderungen durch Pilze, Insekten - großflächig extreme Holzfeuchte - starke Verformung der Konstruktion - zerstörte Auflager oder Stützenfüße

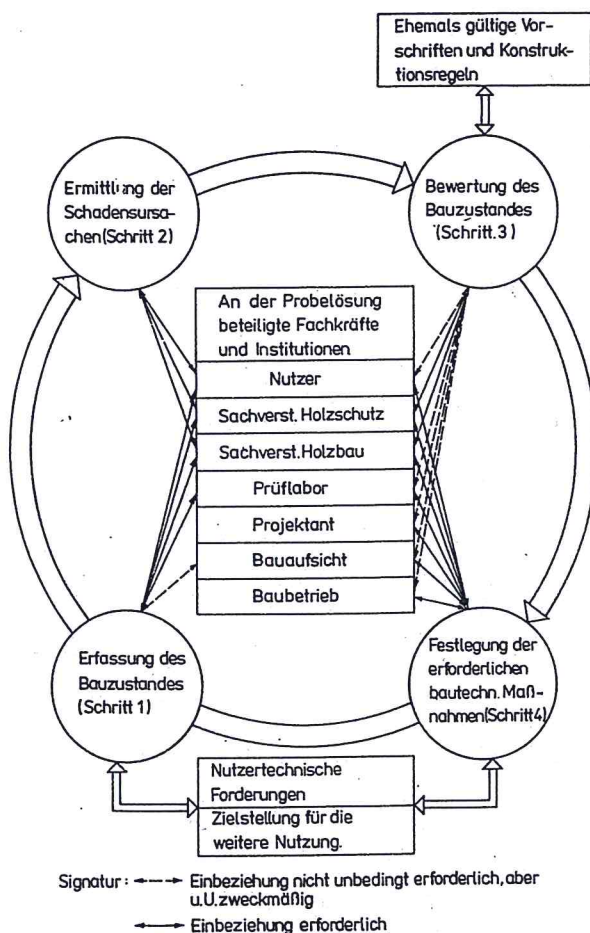


Bild 1 Arbeitsschritte für die Analyse des Bauzustandes alter Holzkonstruktionen einschließlich Kommunikationsstruktur zwischen den an der Problemlösung beteiligten Fachkräften und Institutionen

Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist eine Bauzustandsanalyse nur dann erfolgreich, wenn alle Maßnahmen unternommen werden, um mit möglichst geringem Aufwand eine Weiternutzung des Bauwerkes oder der Konstruktion zu gewährleisten.

Wie in Bild 1 dargestellt, sind diese Aufgaben nur durch ein interdisziplinär zusammengesetztes Kollektiv fachgerecht zu lösen. Die enge Zusammenarbeit aller beteiligten Partner ist eine Voraussetzung für die aus volkswirtschaftlicher Sicht erfolgreiche Lösung der Aufgabe. Schwierigkeiten bereitet vor allem die Durchführung von Untersuchungen zur Ermittlung der noch vorhandenen Materialfestigkeit für die Beurteilung der Tragfähigkeit und Standsicherheit. Eine Schwierigkeit besteht darin, daß es z. Z. für die Beurteilung alter Holzkonstruktionen noch keine speziellen Vorschriften gibt.

Bei der Beurteilung der Tragfähigkeit und Standsicherheit einer Holzkonstruktion kann nicht einfach auf den gültigen Berechnungsstandard /1/ zurückgegriffen werden, da er ausschließlich für die Projektierung neuer Konstruktionen konzipiert wurde. Die Belange der Berechnung alter Konstruktionen wurden nicht berücksichtigt. Das betrifft vor allem Aussagen zur Querschnitts- und Spannungsabminderung des Holzes infolge Dauerlast, Rissen, Temperatur oder Korrosion des Holzes.

Bisher liegt hierfür nur ein Näherungsverfahren vor, das *Mönck* in /4/ veröffentlichte. Dieses Verfahren berücksichtigt aber bisher nicht die Abminderung der Spannungen infolge Korrosion des Holzes durch chemisch aggressive Stoffe, und die Abminderungsfaktoren wurden vielfach geschätzt.

Neben der Beurteilung der Tragfähigkeit der Konstruktion der Holzbauteile sind natürlich auch Aussagen zu den Verbindungsmitteln und zur Standsicherheit der gesamten Baukonstruktion auf der Grundlage der heute gültigen Vorschriften zu treffen. Aus dieser kurzen Problemschilderung wird deutlich, daß der verantwortliche Sachverständige ein Spezialist auf dem Gebiet des Holzbaues sein muß. Er muß u. a. umfassende Kenntnisse haben:

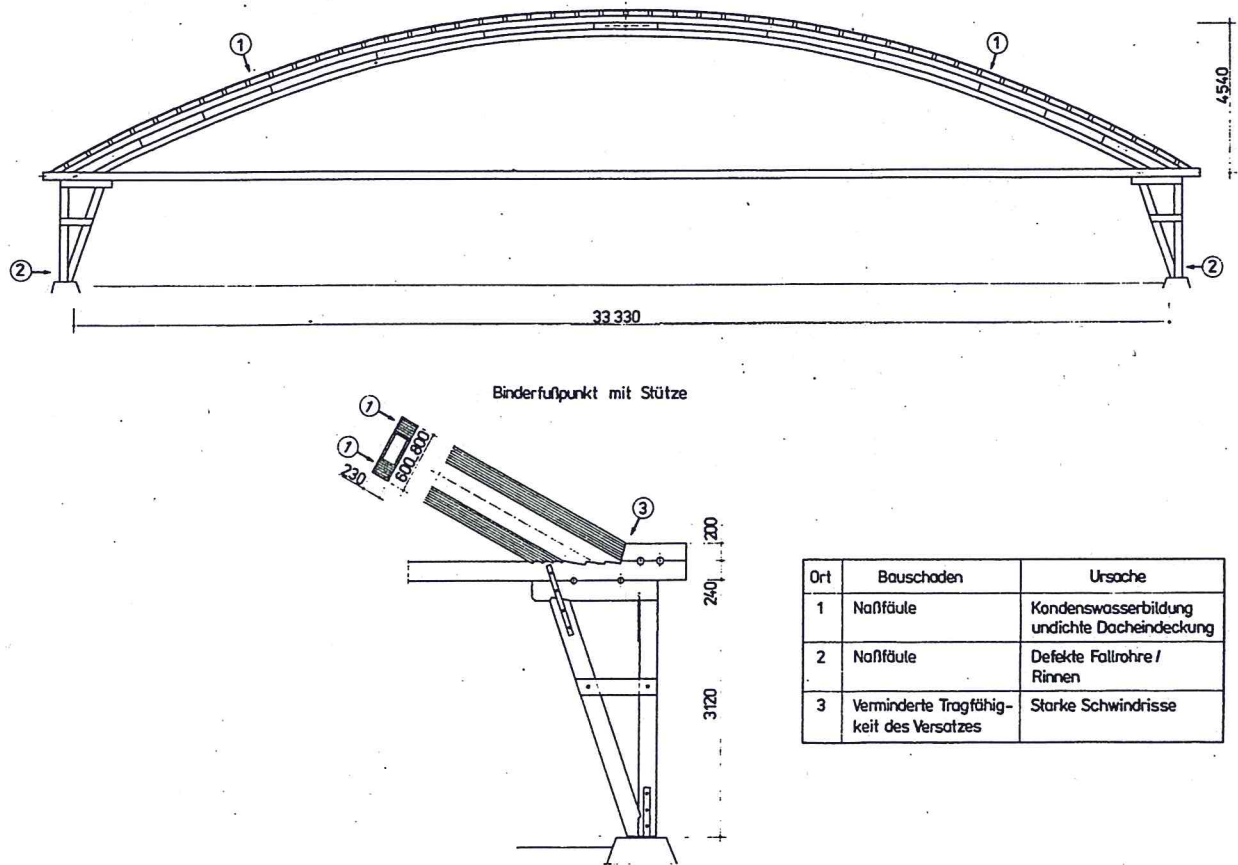


Bild 2 Bogenbinder einer Produktionshalle 35 m X 35 m (Baujahr 1941)

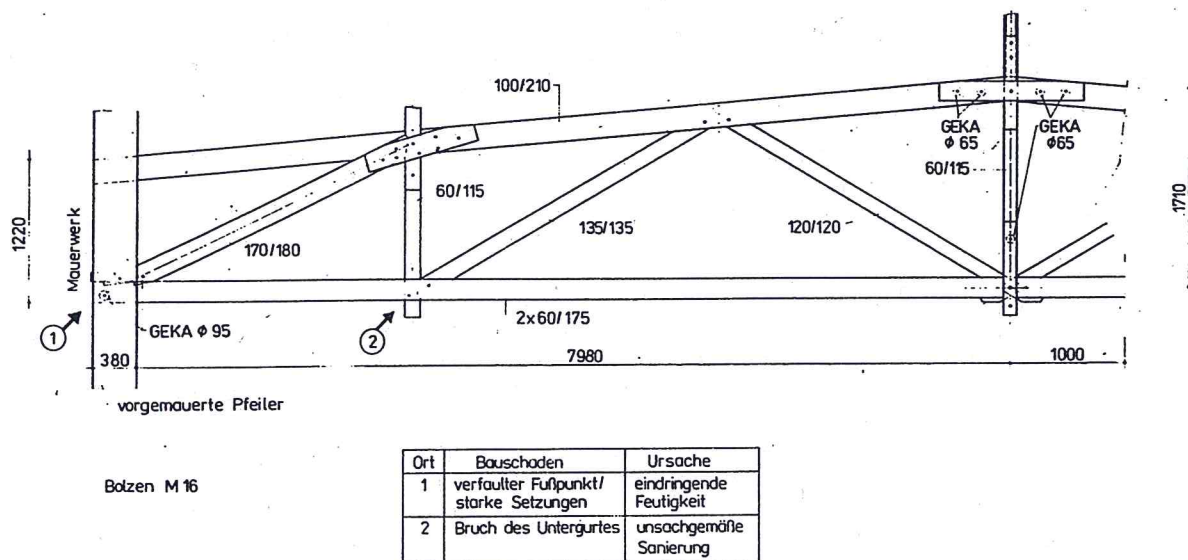


Bild 3 Fachwerkbinder einer Produktionshalle 16 m X 60 m (Baujahr 1925)

- vom Baustoff Holz und seiner sach- und fachgerechten Anwendung und Verarbeitung in den verschiedensten baugeschichtlichen Epochen
- von vorhandenen und neuen Konstruktionsweisen einschließlich der rationellsten Verbindungsmittel
- von den zweckmäßigen Mitteln zur Schadenserfassung und der Beurteilung des baulichen Zustandes
- von der statischen Berechnung und Einschätzung der Standesicherheit und Tragfähigkeit alter Holzkonstruktionen
- von der Schadensbehebung bzw. zweckmäßigen Bautechnologie bzw. -verfahren.

Über diese speziellen Kenntnisse verfügen i. allg. die im KDT-Fachausschuß Ingenieurholzbau zusammengeschlossenen Fachleute. Wurden alte Holzkonstruktionen zum Zeitpunkt ihrer Errichtung fachgerecht ausgeführt, so ist bei den meisten Holzkonstruktionen nach der Instandsetzung eine weitere Nutzung möglich, auch wenn sie einer jahrzehntelangen chemischen Beanspruchung unterlagen. Nach unseren Erfahrungen ist der normale physische Verschleiß in vielen Fällen nicht allein die Schadensursache, sondern weitere Faktoren während der Nutzung, wie

Flächenmäßige
Einordnung der
Holzkonstruktionen
in Bauzustandsstufen

 Bauzustandsstufe I
 Bauzustandsstufe II
 Bauzustandsstufe IV

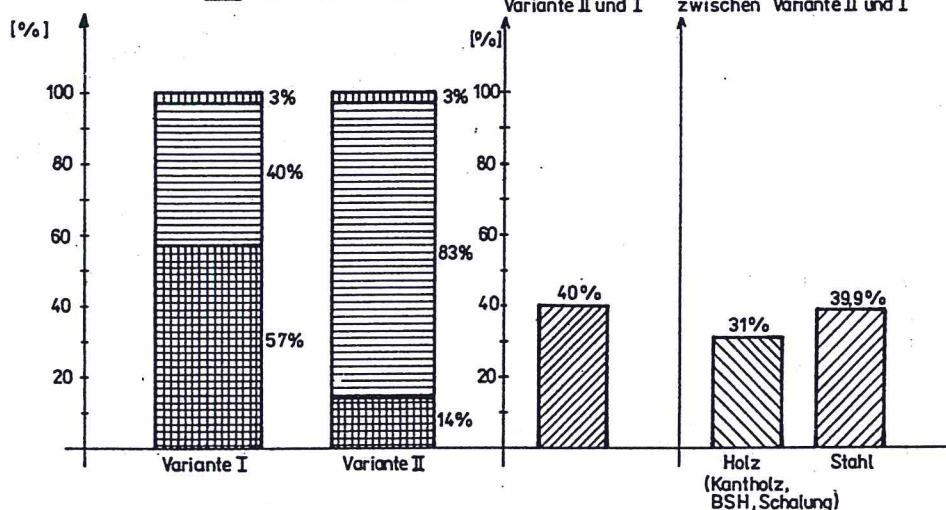


Bild 4

Beurteilung des Bauzustandes der Dachkonstruktionen einer Industriehalle (GF rd. 20 000 m²)

- unterlassene Instandhaltungsmaßnahmen am Gebäude (z. B. geklebte Dacheindeckung bzw. Fallrohre, defekte Belüftung und Entlüftung)
- nicht fachgerecht ausgeführte Umbau- und Einbaumaßnahmen, in deren Folge die Standsicherheit und Tragfähigkeit gefährdet wird.

Folgende Beispiele sollen diese Umstände näher erläutern. Das 1. Beispiel ist eine Produktionshalle einer Werkzeugmaschinenfabrik. Die Tragkonstruktion besteht aus einem Zweigelenkbogen mit Zugband auf Holzstützen aus Vollholz.

Der Bogenbinder, der 1941 errichteten Holzkonstruktion, besteht aus einem über seine Spannweite veränderlichen Kastenquerschnitt. Die Halle wurde ursprünglich als Kaltbau errichtet. Für die Nutzung als Produktionshalle wurde das Dach nachträglich zu einem Warmdach umgebaut.

Konstruktive Fehler beim Einbau der Wärmedämmung führten dann, infolge Durchfeuchtung, zu örtlich erkennbaren Schäden an der Dachkonstruktion, so daß eine Instandsetzung entsprechend der Bauzustandsstufe I und II erforderlich wurde.

Bild 2 zeigt die Tragkonstruktion der Halle und die Hauptschäden mit ihren Ursachen.

Das 2. Beispiel ist ebenfalls eine Produktionshalle. Die Dachkonstruktion der 1920 errichteten und 1940 erweiterten Halle besteht aus Holzfachwerkbinder, Pfetten und Dachschalung. Bild 3 zeigt die an den Fachwerkbinder aufgetretenen Hauptschäden und ihre Ursachen. Aufgrund einer ständigen Durchfeuchtung verfaulen die vollständig eingemauerten Binderfußpunkte. Das Verfaulen der Fußpunkte führte zu Setzungen. Die nach Erkennen der Schäden durch den Nutzer festgelegten Instandsetzungsmaßnahmen wurden nicht fachgerecht ausgeführt, was die Schadensausbreitung beschleunigte.

Aufgrund des analysierten Schadensumfanges mußten bei 3 Bindern je eine Binderhälfte und 4 Binder vollständig ersetzt werden. Die neuen Binder bzw. Binderhälften wurden so konstruiert, daß sie kurzfristig vom Nutzer selbst hergestellt werden konnten.

Das letzte Beispiel macht deutlich, daß durch die Untersuchung von Varianten das ökonomische Ergebnis der Rekonstruktion eines Gebäudes oder Gebäudeteiles entscheidend verbessert werden kann.

Im Rahmen einer Studie wurde von der BA der DDR, Institut für Industriebau, für ein großes Gebäude mit 20 000 m² überdachter Fläche zunächst unter Berücksichtigung zukünftiger Forderungen der Nutzer und konstruktiver Schwachpunkte der flächenmäßig größere Teil der Konstruktionen in die Bauzustandsstufe IV (Abriß) eingeordnet.

Im Verlauf weiterer Untersuchungen wurde eine 2. Variante untersucht, bei der nur noch 14 % der Fläche der Bauzustandsstufe IV zugeordnet wurden (Bild 4), wodurch 60 % Kosten, rd. 70 % Holz und rd. 60 % Stahl eingespart werden.

Im Ergebnis der durchgeführten Forschungsarbeiten wurde der Entwurf einer Richtlinie/6/ vorgelegt, die 1986 als gedrucktes Material vorliegen wird.

Anwendung und Nutzen

Die in der Richtlinie dargestellten Untersuchungen und Instandsetzungshinweise beziehen sich vorrangig auf Gebäude und bauliche Anlagen in der Industrie und in der Landwirtschaft. Sie sind aber auch auf Konstruktionen des Wohnungs- und Gesellschaftsbau anwendbar. Schwerpunktmäßig werden behandelt:

- die Schadensbehebung und Bauzustandsermittlung von Gebäuden und Holzkonstruktionen
- Methodik und Lösungen bei der Beurteilung, Instandsetzung und Erhöhung der Tragfähigkeit von Holztragwerken.

Der Aufwand für die Rekonstruktion einer Holzkonstruktion liegt gegenüber einer neuen Konstruktion zwischen 20 und 40 %.

Angebot

- Verkauf der Richtlinie
- Gutachten und Konsultation zu speziellen Fragen der Rekonstruktion von Gebäuden mit Holzkonstruktionen
- Kurzfristige Lösung bestimmter Probleme im Rahmen der Arbeit des Fachausschusses Ingenieurholzbau bei der KDT.

Anfragen sind zu richten an:

► Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau
Plauener Straße, Berlin, 1092, Telefon 2 23 94 06

/1/ Holzbau / Mönck, W. - Berlin: Verlag für Bauwesen 1984

/2/ TGL 33 135/01 und 02, Holzbau, Tragwerke

/3/ Grundlagen zur Rekonstruktion von Holzkonstruktionen: F/E-Bericht/ Ingenieurhochschule Wismar; Erler, K.; Müller, K. - Wismar 1985

/4/ Überschlägliche Ermittlung der Tragfähigkeit biegebeanspruchter Hölzer bei Bauzustandsuntersuchungen / Mönck, W. - In: Bauzeitung. - Berlin 40 (1976) 9, S. 499 - 503

/5/ Industriell vorgefertigte leichte Dachkonstruktionen in Holzklebbauweise / Kofent, W., - In: 3. Internationales Symposium „Holz in Baukonstruktionen“, Bratislava 1984

/6/ Bauzustandsanalyse, Instandsetzung und Erhöhung der Tragfähigkeit von Holzkonstruktionen: Richtlinie / IHS Wismar/BA der DDR, Institut für Industriebau; Erler, K., Wismar-Berlin 1986