



Zusammenfassung

Die Verantwortung zur Erhaltung der vorhandenen Bauwerke erfordert eine kontinuierliche Einschätzung des Bauzustandes und die Festlegung von notwendigen Maßnahmen für die Rekonstruktion. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden methodische Grundlagen für die Beurteilung des Bauzustandes alter Holzkonstruktionen und zur Instandsetzung, Verstärkung bzw. Rekonstruktion erarbeitet.

Schwierigkeiten bei der Rekonstruktion alter Holzkonstruktionen bereitet vor allem die Beurteilung der Tragfähigkeit und Standesicherheit sowie der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel. Diese Probleme können nur von erfahrenen Holzbauingenieuren gelöst werden, die über die speziellen Kenntnisse verfügen. Die Ökonomie einer Rekonstruktion wird wesentlich beeinflusst von der fachgerechten Durchführung der Bauzustandsuntersuchungen einschließlich der Einordnung der Bauwerke in die entsprechende Bauzustandsstufe.

Werden die alten Holzkonstruktionen zum Zeitpunkt ihrer Errichtung fachgerecht ausgeführt, so ist bei den meisten Holzkonstruktionen nach der Instandsetzung eine weitere Nutzung möglich.

1. Aufgabenstellung

Die Erhaltung der vorhandenen Bausubstanz ist eine generelle volkswirtschaftliche Forderung im Rahmen der intensiv erweiterten 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, geringe Eigenmasse bei gleichzeitiger relativ großer Tragfähigkeit oder hoher Resistenz gegen chemisch aggressive Medien, wurden über Jahrhunderte Holzkonstruktionen vielfach angewendet. Tab. 24 zeigt die Größenordnung des Anteils von Holzkonstruktionen gegenüber Stahlbeton- und Stahlkonstruktionen. Für die Dachtragschale liegt der Anteil im Bereich der in Tab. 24 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 Tab. 24 angegebenen Zahlen wenig ändern. (Tab. 25).

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.

Tabelle 24 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 25 Anwendungsbereiche von Holzkonstruktionen in der DDR (Stand 1984)

Bereich	Anteil in %
Landwirtschaftsbau	51
Gesellschaftsbau	7
Industriebau	10
Wohnungsbau	15
Sonstige Bedarfsträger	17

2. Voraussetzungen und Arbeitsschritte für Bauzustandsanalysen an Holzkonstruktionen

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 50).

Im ersten Arbeitsschritt wird der Bauzustand des Bauwerkes erfaßt. 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 (Tab. 26).

Unter Beachtung der nutzertechnologischen Forderungen wird die Restnutzungsdauer bestimmt. Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen zur Sicherung der Funktionsfähigkeit des Bauwerkes (Instandsetzung, Rekonstruktion und/oder Abbruch) werden im 4. Arbeitsschritt festgelegt.

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

Wie aus Bild 50 ersichtlich, können die Probleme nur durch ein interdisziplinär zusammengesetztes Kollektiv fachgerecht gelöst werden. Mit zunehmendem Arbeitsfortschritt muß sich das Kollektiv folgerichtig vergrößern. 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 weitere Schwierigkeit besteht darin, daß es zur Zeit für die Beurteilung alter Holzkonstruktionen noch keine speziellen Vorschriften gibt.

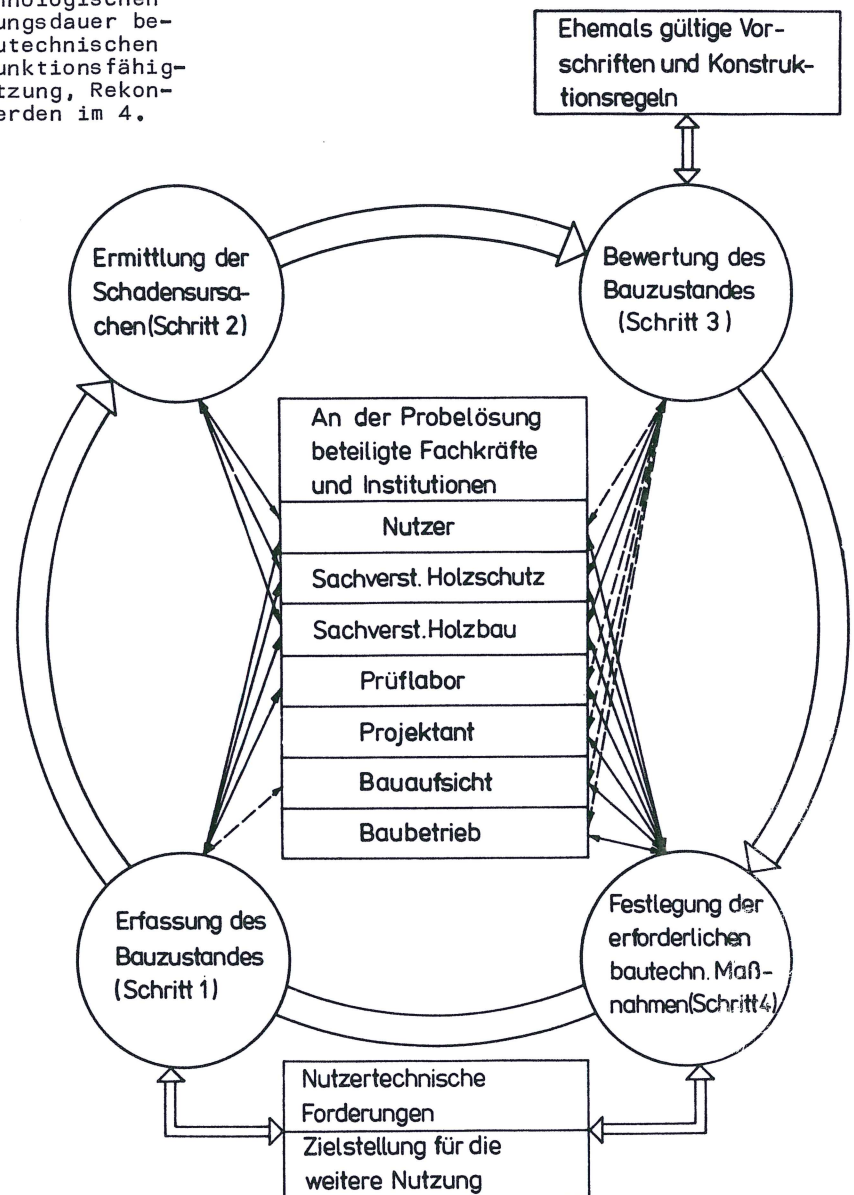


Bild 50

Analyse des Bauzustandes alter Holzkonstruktionen einschließlich Kommunikationsstruktur

Signatur: \dashrightarrow Einbeziehung nicht unbedingt erforderlich, aber u.U.zweckmäßig
 \longrightarrow Einbeziehung erforderlich

Tabelle 26 Kriterien für Bauzustandsstufen

Bauzustandsstufe	Verschleißgrad	Allgemeine Kriterien	Holzkonstruktionen
1	0 bis 5 %	<ul style="list-style-type: none"> • <u>guter Erhaltungszustand</u> • keine Funktionsminderungen • volle Tragfähigkeit • unbedeutende Mängel • geringe Qualitätsminderung an den Oberflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Schäden • geringe Mängel z. B. Verbindungsmittel gering korrodiert, örtlich begrenzte Schwindrisse • Holzschutz vorhanden
2	6 bis 25 %	<ul style="list-style-type: none"> • <u>geringe Schäden</u> • Funktionsfähigkeit ist vorhanden, teilweise beeinträchtigt • volle Tragfähigkeit der Konstruktion • Risse und Brüche geringer Auswirkung • geringe Korrosion 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 bis 50 %	<ul style="list-style-type: none"> • <u>schwere Schäden</u> • größere Mängel • Funktionsfähigkeit erheblich eingeschränkt • Tragfähigkeit einiger Teile nicht gewährleistet • Brüche, Risse bedeutend • sofortige Instandsetzung erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 %	<ul style="list-style-type: none"> • <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 	<ul style="list-style-type: none"> • Holzkonstruktion nicht mehr funktionssicher • Holzkonstruktion nicht mehr standsicher Beispiele: - Gefahr des Absturzes 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

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 /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

- vom Baustoff Holz und seiner sach- und fachgerechten Anwendung und Verarbeitung in den baugeschichtlichen Epochen
- von vorhandenen und neuen Konstruktionsweisen einschließlich der rationellsten Verbindungsmittel
- von den zweckmäßigen Mitteln zur Schadens- erfassung und der Beurteilung des baulichen Zustandes

- von der statischen Berechnung zur Einschätzung der Standsicherheit und Tragfähigkeit alter Holzkonstruktionen
- von der Schadensbehebung bzw. zweckmäßigen Bautechnologie bzw. -verfahren.

Über diese speziellen Kenntnisse verfügen i. allg. die im KDT-Fachauschuß Ingenieuroldzbau zusammengeschlossenen Fachleute.

3. Praktische Ergebnisse der Auswertung von Bauzustandsanalysen

Wurden die alten Holzkonstruktionen fachgerecht ausgeführt, so ist bei den meisten nach der Instandsetzung eine weitere Nutzung möglich, auch wenn sie einer jahrzentelangen chemischen Beanspruchung unterlagen. Nach unseren Erfahrungen ist der normale physische Verschleiß in vielen Fällen nicht allein die Schadenursache, sondern weitere Faktoren während der Nutzung, wie

- unterlassene Instandhaltungsmaßnahmen am Gebäude, z. B. bei geklebter Dacheindeckung, bei Fallrohren, defekte Be- und Entlüftung
- nicht fachgerecht ausgeführte Um- und Einbaumaßnahmen, in deren Folge die Standsicherheit und Tragfähigkeit gefährdet wird.

Zwei Beispiele sollen diese Umstände näher erläutern:

Beim 1. Beispiel handelt es sich um eine Produktionshalle einer Werkzeugmaschinenfabrik. Die Tragkonstruktion besteht aus einem Zweigelenkbogen mit Zughand auf Holzstützen aus Vollholz.

Der Bogenbinder der 1941 errichteten Holzkonstruktion besteht aus einem über seine Spannweite veränderlichen Kastenquerschnitt.

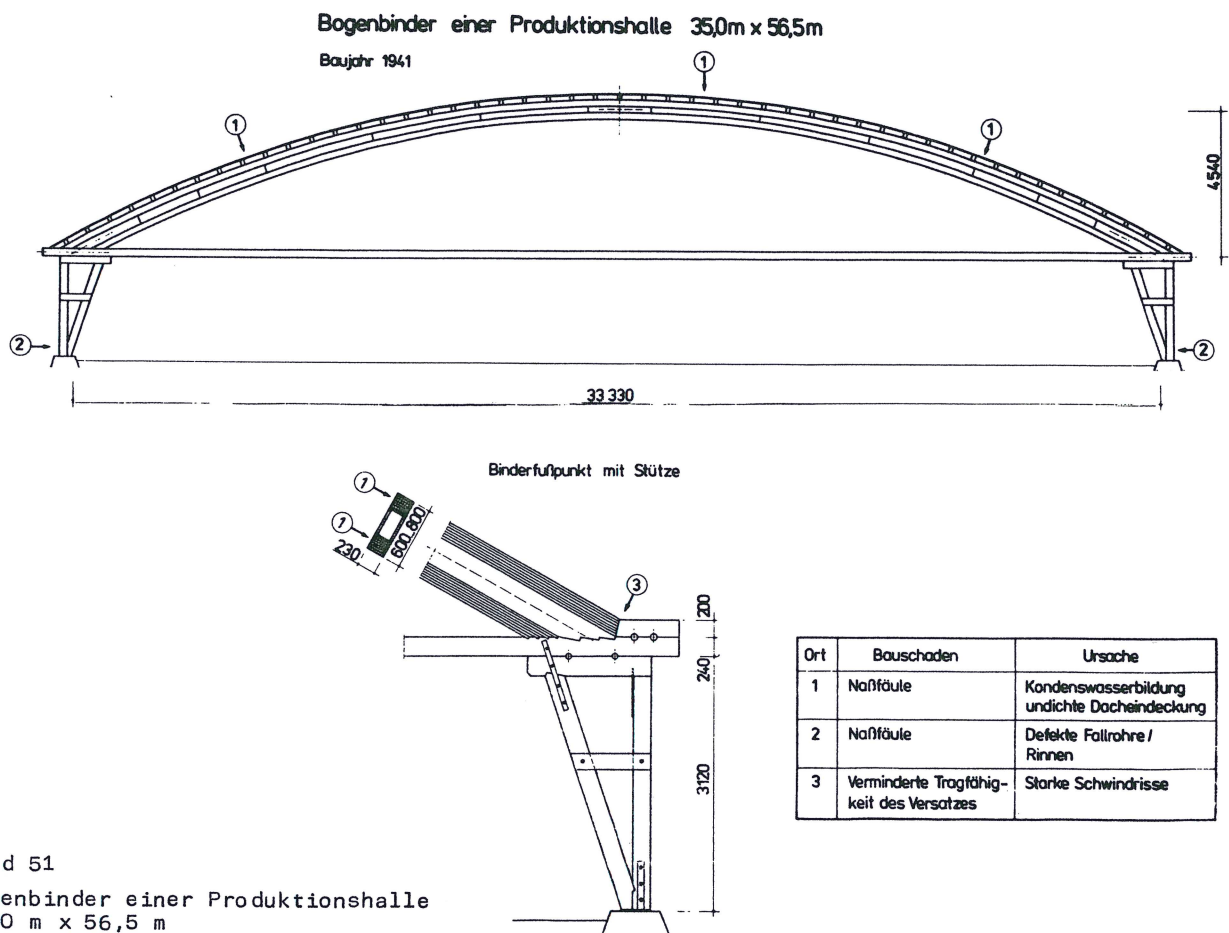


Bild 51

Bogenbinder einer Produktionshalle
35,0 m x 56,5 m

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 51 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 Holzfachwerkbindern, Pfetten und Dachschalung.

Bild 52 zeigt die an den Fachwerkbindern aufgetretenen Hauptschäden und ihre Ursachen. Aufgrund einer ständigen Durchfeuchtung verfaulten die vollständig eingemauerten Binderfußpunkte. Das Verfaulen der Fußpunkte führte zu Setzungen. Die nach Erkennen der

Schäden durch den Nutzer festgelegten Instandsetzungsmaßnahmen führte man nicht fathgerecht aus, was die Schadensausbreitung beschleunigte.

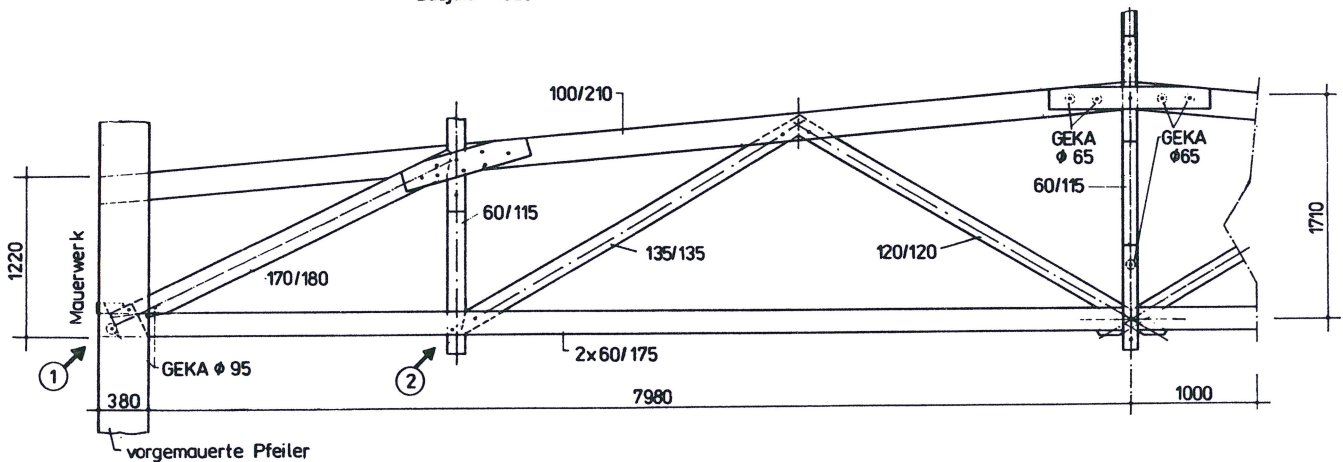
Aufgrund des analysierten Schadensumfanges mußten bei 3 Bindern je eine Binderhälfte und 4 Binder vollständig ersetzt werden. Die neuen Binder bzw. Binderhälften wurden so konstruiert, daß sie kurzfristig vom Nutzer selbst hergestellt werden konnten.

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

In einer Studie wurde vom 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.

Fachwerkbinder einer Produktionshalle 16,0m x 60,0 m

Baujahr 1925



Ort	Bauschaden	Ursache
1	verfallener Fußpunkt/ starke Setzungen	eindringende Feuchtigkeit
2	Bruch des Untergurtes	unsachgemäße Sanierung

Bild 52 Fachwerkbinder einer Produktionshalle 16,0 m x 60,0 m

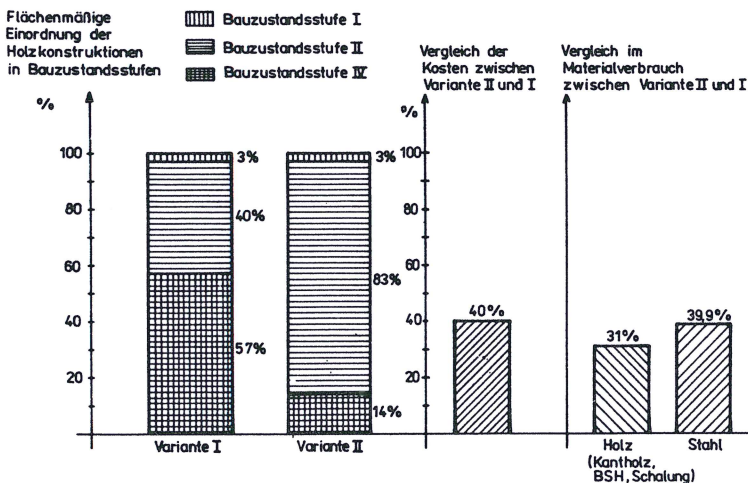


Bild 53

Beurteilung des Bauzustandes der Dachkonstruktion einer Industriehalle

Im Verlauf weiterer Untersuchungen wurde eine 2. Variante untersucht, bei der nur noch 14 % der Fläche der Bauzustandsstufe IV zugeordnet wurden (Bild 53).

Eine Gegenüberstellung zeigte, daß die 2. Variante mit dem notwendigen Anteil Abriß und dem doppelten Anteil Instandsetzung im Vergleich zur 1. Variante folgende ökonomische Vorteile aufweist:

- 40 % der Kosten gegenüber der 1. Variante
- 31 % des Holzverbrauchs gegenüber der 1. Variante
- 39 % des Stahlverbrauchs gegenüber der 1. Variante.

Im Ergebnis der durchgeführten Forschungsarbeiten wurde der Entwurf einer Richtlinie /6/ vorgelegt.

4. Literatur

- /1/ Holzbau / Mönck, W. - 10. Aufl. - Berlin : VEB Verlag für Bauwesen, 1984
- /2/ TGL 33 135/01 und /02 Holzbau; Tragwerke
- /3/ Grundlagen zur Rekonstruktion von Holzkonstruktion : Forschungsbericht / Erler, K.; Müller, K.; - Im Auftrage der Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau; Ingenieurhochschule Wismar, Wismar 1985
- /4/ Überschlägliche Ermittlung der Tragfähigkeit biegebeanspruchter Hölzer bei Bauzustandsuntersuchungen / Mönck, W. - In: Bauzeitung, Berlin 30(1976)9, S. 499 - 503
- /5/ Industriell vorgefertigte leichte Dachkonstruktionen in Holzklebebauweise / Kofent, W. - In: 3. Internationales Symposium "Holz in Baukonstruktionen", Bratislava 1984
- /6/ Bauzustandsanalyse, Instandsetzung und Erhöhung der Tragfähigkeit von Holzkonstruktionen : Richtlinie / Erler, K. - IHS Wismar/BA der DDR, Institut für Industriebau. - Wismar, Berlin 1986

BAUFORSCHUNG BAUPRAXIS



**Internationale
Holzbautagung
Teil 1**

Tagung

204

Internationale Holzbautagung mit RGW-Beteiligung

Dresden, 11. – 12. Dezember 1986

Teil 1

Veranstalter:

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau
Direktor: Prof. Dipl.-Ing. Joachim Eichstädt
Ordentliches Mitglied der Bauakademie der DDR

VEB Kombinat Bauelemente und Faserbaustoffe
Generaldirektor: Dipl.-Ing. Manfred Thomas

Fachverband Bauwesen der Kammer der Technik
Zentrale Fachsektion Industriebau
Fachausschuß Ingenieurholzbau
Vorsitzender: Dr.-Ing. Wolfgang Rug



Bearbeiter: Dr.-Ing. Wolfgang Rug
Bauakademie der DDR,
Institut für Industriebau



Bauforschung - Baupraxis, Heft 204

Veröffentlichung, Druck und Vertrieb erfolgen auf der Grundlage der Ordnung der wissenschaftlich-technischen Information im Bauwesen vom 5. September 1980.

Zuschriften an: Bauinformation, Wallstraße 27, Berlin 1020

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bauinformation gestattet.

Herausgeber: Bauakademie der DDR

© Bauakademie der DDR, Bauinformation, Berlin 1987

Direktor: Prof. Dr. oec. Martin Schimpfermann

Lektor: Dipl.-Ing. Peter Enke

Umschlag: Jürgen Schumann

1. Auflage - Ag 513/300/87/2,1 - 87 360 - RIS 1128

LSV 3745 - ISSN 0138-5690

Printed in the German Democratic Republic

Druck: Bauinformation, Berlin, 1020

Kurzwort: DBE 2320 BF - BP 204

Bestellnummer: 804 314 9

ISBN: 3-7441-0051-0

01730