

Instandsetzung von historischen Holzkonstruktionen- Grundprinzipien, Methoden, bauaufsichtliche Anforderungen

Prof. Dr.- Ing Wolfgang Rug, FH Eberswalde, FB Holztechnik
(www.holzbau-statik.de)

1. Einleitung

In Deutschland ist etwa jedes zweite Wohngebäude älter als 40 Jahre, ca. jedes fünfte Wohngebäude älter als 80 Jahre und immer noch jedes zehnte älter als 100 Jahre. Zu den ältesten Gebäuden zählen die etwa zwei Millionen Fachwerkhäuser mit einem Baualter von 200-600 Jahren.

Ein großer Anteil von Hauptkonstruktionsteilen in Altbauten besteht aus Holz. Zumeist sind das Dach, die Geschossdecken, die Treppen und bei Fachwerkhäusern auch die Wände aus tragenden Holzkonstruktionen. Bei Umbau- und Modernisierungsmaßnahmen sowie der Beseitigung von Schädigungen sind häufig Instandsetzungen an historischen Holzbauteilen durchzuführen. Zur Problematik der Instandsetzung siehe auch [Lißner, Rug 2000], [Mönk, Rug 2000], [Görlacher, 1999], [Gerner, Klopfer, u. a. 1999].

2. Bauaufsichtliche Anforderungen

In wieweit bauaufsichtliche Anforderungen bei der Instandsetzung zu beachten sind, ist davon abhängig, ob für das Bauvorhaben Bestandschutz in Anspruch genommen werden kann.

2.1. Bestandsschutz

Alle Gebäude, die aufgrund früherer Baubestimmungen und -genehmigungen errichtet wurden, genießen Bestandsschutz, sie müssen also nicht generell geänderten Bauvorschriften angepasst werden. Werden Änderungen an den Bauten durchgeführt, die nicht baugenehmigungspflichtig sind, so besteht auch weiterhin Bestandsschutz (z.B. wenn nur die Haustechnik eines Gebäudes modernisiert wird oder das Gebäude nur einen Anstrich bekommt, ohne dass Eingriffe in die Tragstruktur vorgenommen werden).

Ein Gebäude verliert allerdings seinen Bestandsschutz, wenn:

- die Nutzung geändert wird,
- wesentliche, die Stand- und Funktionssicherheit berührende Änderungen durchgeführt werden,
- die Beseitigung der vorhandenen Bauschäden einen Eingriff in das statisch-konstruktive Gefüge des Gebäudes erfordert,
- aufgrund des Bauzustandes Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung bestehen oder
- die Gestaltung bzw. das Erscheinungsbild des Gebäudes verändert wird.

Zum Beispiel besteht kein Bestandsschutz, wenn in ein Wohngebäude eine Gaststätte oder ein Laden eingebaut wird, wenn das Dachgeschoß ausgebaut wird, wenn das Gebäude in Eigentumswohnungen umgewandelt wird, wenn die durch Holzschädlinge befallenen Bauteile ersetzt oder verstärkt werden müssen.

Dann wird der Altbau bauordnungsrechtlich wie ein Neubau behandelt und alle neu eingebauten und alle verbleibenden Bauteile müssen den aktuell gültigen Vorschriften genügen. Grundlage hierfür sind die Anforderungen der von der jeweiligen Landesbehörde bauaufsichtlich eingeführten Normen. Inwieweit Bestandsschutz in Anspruch genommen werden kann, ist mit der zuständigen Baubehörde abzustimmen.

2.3. Bauaufsichtliches Genehmigungsverfahren

Die Umsetzung der i.a. für neue Bauten geltenden Normen auf bestandsgeschützte Altbauten ist keinesfalls immer angeraten, da hieraus häufig überzogene und teure Forderungen, wenig dauerhafte Lösungen oder viel zu große Eingriffe in den Altbaubestand resultieren. Besser ist es, hier der zunehmenden Praxis zu folgen und die in jeder Landesbauordnung zulässige Ausnahme im Einzelfall zu beantragen. Dabei kommt es darauf an, die Abweichungen vom Neubaustandard gegenüber der genehmigenden Behörde fachlich fundiert zu begründen.

2.4. Denkmalschutz

Denkmale sollen nach der Gesetzgebung der einzelnen Bundesländer als Quellen und Zeugnisse menschlicher Geschichte geschützt und gepflegt werden. Für die Fragen der Denkmalwürdigkeit, der Unterschutzstellung und der Bewahrung des Denkmals ist immer die untere Denkmalschutzbehörde zuständig. Der Denkmalschutz verpflichtet den Eigentümer zur Abstimmung mit der Behörde bei Um- und Ausbaumaßnahmen. Jede Veränderung eines Denkmals, selbst eine Instandhaltung, ist genehmigungspflichtig [Seehausen 1998]. Eine rechtzeitige Planung, die die Belange des Denkmalschutzes und eventuell bestehender Gestaltungssatzungen berücksichtigt, ist in jedem Fall empfehlenswert und verhindert spätere Zeitverluste und Kostenerhöhungen.

2.5.. Tragfähigkeit/Gebrauchstauglichkeit

Gemäß Bauordnungen der Länder darf auch bei Änderungen und Erhaltungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden die Sicherheit der Menschen nicht beeinträchtigt werden. Bei der Durchführung von Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen kann es erforderlich werden, die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der vorhandenen Holzbauteile und Verbindungen nachzuweisen. Nach dem Baugesetz ist der mit der Beurteilung der Tragsicherheit beauftragte Ingenieur verpflichtet, die bauaufsichtlich eingeführten Berechnungs- und Bemessungsnormen einzuhalten. Für den Holzbau sind dies die DIN 1052, T1 bis T3 (Ausgabe 1988 mit Änderung 1 von 1996) oder die DIN V ENV 1995-1-1 (EC 5 mit Nationalem Anwendungsdokument) und die DIN 4074:1989. Diese sind aber ausschließlich für Neubauten konzipiert. Ihre Anwendung kann u.U. zu Fehlinterpretationen der Sicherheit der untersuchten Tragwerkelemente der Altbausubstanz führen. Zum Beispiel liegt die Festigkeit von Altholz im Bereich der Festigkeit von neuem Holz (siehe Untersuchungen von [Rug, Seemann 1989] und [Ehlbeck, Görlacher 1987]). Die Anwendung der Normwerte der Festigkeiten in der DIN 1052 ist jedoch an die Durchführung einer Festigkeitssortierung gebunden. Diese unterbleibt häufig im Altbau, zum Beispiel wegen der verdeckten Lage von Deckenbalken. Damit wird überhaupt nicht untersucht, ob nicht höhere Tragfähigkeiten genutzt werden können, oder besonders niedrige Tragfähigkeiten bei der Tragwerksplanung zu berücksichtigen sind. Abweichungen von den Normen sind im Einzelfall mit Zustimmung der zuständigen Bauaufsichtsbehörde möglich. In einigen Bundesländern gibt es schon behördlich zugelassene Abweichungen. So wurde zum Beispiel in Berlin der zulässige Grenzwert für die Durchbiegung von Deckenbalken im Altbau von L/300 auf L/200 angehoben [SenBauWohnen 1990]. Können die Forderungen der Norm nicht erfüllt werden, sollte generell von der Möglichkeit der Abweichung im Einzelfall Gebrauch gemacht werden.

3. Methoden- Bewertung der Bausubstanz

Die Modernisierung von Altbauten erfordert viel Erfahrung im Umgang mit der historischen Bausubstanz. Ein methodisches Vorgehen bei der Bauzustandsanalyse an Altbauten hat sich in der Praxis bewährt. Im wesentlichen sind dabei vier Arbeitsschritte zu bewältigen:

- Erfassung des Bauzustandes,
- Ermittlung von Schadensursachen,
- Bewertung des Bauzustandes,
- Festlegung bautechnischer Maßnahmen.

Eine fundierte Prüfung des Bauzustandes hilft vor allem in der Phase der Ausführung Zeit und Geld zu sparen, weil ein umfassender und detaillierter Überblick über die vorgefundenen Baumängel und deren Ursachen gegeben wird. Außerdem werden Aussagen zur bauphysikalischen Funktionsfähigkeit und zur Trag- und Nutzungsfähigkeit der vorhandenen Konstruktion getroffen und eventuell Variantenuntersuchungen zur Verstärkung bzw. Erhaltung unter Berücksichtigung der künftigen Nutzung durchgeführt. Grundsätzlich läßt sich der Instandsetzungsumfang nur durch eine Funktionsfähigkeitsprüfung der Bestehenden Bauteile bestimmen. Für das methodische Vorgehen s. auch [Becker, Tichelmann 1997] oder [Lißner, Rug 2000].

3.1. Bewertung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit

Prinzipiell unterscheidet sich das Vorgehen beim Nachweis der Tragfähigkeit/Gebrauchstauglichkeit nicht von dem bei neuen Konstruktionen. Allerdings ist sorgfältig zu prüfen, ob die Eingangsgrößen in die Berechnung (wie z.B. Lastannahmen, Festigkeitsklasse, Festigkeit, Tragfähigkeit der Verbindung, Randabstände, notwendige Abminderungen oder Erhöhungen der Tragfähigkeit) in dem speziellen Fall zutreffend sind.

4.0. Grundprinzipien- Wiederherstellung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen sind abhängig von der Art der vorhandenen Konstruktion, vom Befall durch holzerstörende Pilze und/ oder Insekten und/oder der Art sonstiger Schädigungen sowie vom Schädigungsgrad und vom Schadensumfang.

4.1. Dachkonstruktionen

Schäden an Dachkonstruktionen können zu Folgeschäden am Wand- und Deckengefüge führen. Abhängig von der Tragwerksart wird bei der Instandsetzung von Dachkonstruktionen zwischen Sparren- bzw. Kehlbalkendach und Pfettendach unterschieden. Entsprechend der Beanspruchung werden die Sparren beim Sparren- bzw. Kehlbalkendach auf Biegung und Längskraft, die Sparren der Pfettendächer nur auf Biegung beansprucht. Zur Berechnung von Dachbauteilen für Hausdächer siehe [Milbrandt 1997], [Werner, Zimmer 1999], [Prehl 1999] und zur Problematik der Berechnung historischer Dächer s.

[Görlacher 1999].

a) Instandsetzung am Dachfuß:

Schadensschwerpunkt der Dachkonstruktion ist der Dachfuß (Auflagerbereich von Sparren und Binderteilen sowie Deckenbalken, der durch z.B. unterlassene oder nicht rechtzeitige Instandhaltung durch Feuchteinwirkung zerstört wurde. Die Folge ist eine verminderte Tragfähigkeit der gesamten Dachkonstruktion und/oder der Verlust der Standsicherheit der Dachbalkenlage bzw. Dachkonstruktion. Neben der Verlaschung wird auch das lange stehende Blatt verwendet, wenn der halbierte Sparrenquerschnitt für die Schnitkraftübertragung ausreicht. Die Anzahl der Verbindungsmittel zur Herstellung der biegesteifen Anschlüsse ergibt sich aus der Größe der statischen Beanspruchung. Sie werden in zwei Gruppen mit dem Abstand a zusammengefasst. Der Abstand a sollte mit $1/5$ der freien Sparrenlänge gewählt werden (s. [Mönck 1999]).

b) Instandsetzung am Sparren:

Eine einfache Instandsetzung geschädigter Sparren besteht im Bebeilen des geschädigten Querschnitts und dem Ersatz der verlorengegangenen Querschnittsteile durch Laschen. Dabei werden die Laschen beidseitig angeordnet. Soll zwischen den Sparren gedämmt werden, richtet sich die Laschenhöhe nach dem bauphysikalischen Aufbau des Daches. Bauteilerstörungen lassen sich auch mit dem Merk-Lamellen-Verfahren analog der Balkenkopfinstandsetzung materialgerecht wieder herstellen.

c) Instandsetzung von Firstknoten:

Firstpunkte alter Dachkonstruktionen sind in der Regel über Scherzapfen oder Blattverbindungen über Holznägel verbunden. Seitlich sind diese Punkte nur über die Dachlatten gehalten. Zerstörungen an dieser Stelle führen oft auch zu seitlichen Verformungen der Dachkonstruktion im First. Mit der Instandsetzung dieser Punkte sind neben der Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit der Knotenverbindung auch weitere seitliche Verformungen zu verhindern. Der Firstknoten wird über zusätzliche Laschen verstärkt oder durch Reparaturstücke mittels Blattverbindungen instandgesetzt und durch in Längsrichtung angeordnete Aussteifungen gegen seitliches Ausweichen gehalten.

Herstellen der Funktionsfähigkeit der Aussteifung der Dachkonstruktion:

Wesentlich für die Standsicherheit einer Dachkonstruktion ist die Funktionsfähigkeit der aussteifenden Bauteile (wie z.B. die quer- und längsaussteifenden Elemente der Dachstühle, bestehend aus Rähmen oder Pfetten mit den Kopfbändern, Windrispen, Auskreuzungen, Streben, Windböcken u.a.). Je nach Struktur der Lastaufnahme und Lastableitung ist die Trag- und Funktionsfähigkeit wieder herzustellen, wenn hier einzelne Bauteile fehlen.

Spezielle Instandsetzungsmethoden

Zu den speziellen Instandsetzungsmethoden zählt man die kraftschlüssige Auswechslung oder Ver- ängerung von gesunden Tragwerksteilen durch Verbund mit neuen Holzmaterialien oder Kunstharzbeton

mit Kunststoffstäben. Sollen diese Methoden zur Anwendung gelangen, sind die bauaufsichtlichen Zulassungen der einzelnen Verfahren zu beachten (z.B. Beta- erfahren Z-10.7.2-41).

4.2. Deckenkonstruktionen:

Die Balken als Haupttragglieder der Decken sind biegebeanspruchte Bauteile. Der Holzreichtum früherer Jahre führte zur Verwendung von großen Holzquerschnitten. Etwa ab 1860/70 verwendete man keine handbehauenen Balken mehr, sondern Schnitthölzer, die zudem entsprechend dem Wirkungsgrad des Widerstandsmomentes nicht mehr flach, sondern mit der Balkenhöhe senkrecht stehend eingebaut wurden (s. [Mönck 1999]).

Holzbalkendecken übernehmen auch eine stabilisierende Funktion bei Gebäuden. Bei Fachwerkbauten sind die Deckenbalken i.a mit den Rähmen der Wände verkämmt. Bei Mauerwerksbauten ist auf die ausreichende Verankerung bzw. druck- und zugfeste Verbindung der Balken mit dem Mauerwerk zu achten (siehe auch DIN 1053-1, Abschnitt 8.1.

Bei Modernisierungs- und Umbaumaßnahmen werden gerade das Tragsystem, der Kräfteverlauf und der Deckenaufbau häufig nicht genau ermittelt. In der statischen Berechnung findet man dann die Bemerkung des Statikers, dass die Decken nicht geöffnet werden konnten und die getroffenen Annahmen bei der Baudurchführung zu prüfen sind. Damit können aber Traglastreserven nicht rechtzeitig erkannt werden oder es werden teure und zeitaufwendige Verstärkungsmaßnahmen nötig.

Instandsetzungsmethoden:

Die Instandsetzung umfaßt je nach Umfang der Schäden entweder den Ersatz zerstörter Teilbereiche, wie z.B. Balkenköpfe, oder den Austausch ganzer Teile.

Balkenkopfinstandsetzung:

Die Baukosten der Balkenkopfinstandsetzung liegen bei 40... 65% Preises, der für den kompletten Ersatz des Altbalkens kalkuliert werden kann. Zu den preiswertesten Lösungen gehört die Instandsetzung mit Holzlaschen aus Vollholz oder zum Beispiel Furnierschichtholz.

Bevor eine Balkenkopfinstandsetzung ins Auge gefasst wird, sollte geprüft werden, ob eine Auflagerveränderung z.B. durch den Einbau eines Unterzuges ausreicht, um als neues Auflager für den Balken zu fungieren. Dies ist aber nur bei kurzen Schadlängen möglich. Wenn die Nutzung des Raumes durch den Unterzug eingeschränkt wird, kann der Anschluss des geschädigten Balkens an einen Wechsel hilfreich sein.

Instandsetzung mit Blattverbindungen

Eine einfache Reparatur des Balkenkopfes erfolgt zumeist über senkrecht stehende gerade oder schräge Blattverbindungen, wobei die Länge der Verbindung durch den statisch erforderlichen Abstand der Verbindungsmittel bestimmt wird. Diese Methode wird vor allem aus denkmalpflegerischen Gründen häufig angewendet. Nachteilig ist allerdings, dass nur der halbe Balkenquerschnitt für die Schnittkraftübertragung zur Verfügung steht.

Instandsetzung mit Laschen

Am häufigsten erfolgt eine Kopfinstandsetzung mit Laschen aus Holz (oder zum Beispiel Furnierschichtholz). Auch hier muss die Verbindung ausreichend biegesteif sein. I.a. wird dann wie bei der Sparreninstandsetzung ein Abstand von 1/5 der Spannweite für die Berbindungsmittel angenommen.

Merk-Lamellen-Verfahren

Von Vorteil ist dieses Reparaturverfahren wegen des materialgerechten Austausches geschädigter Balkenbereiche besonders bei sichtbaren Bauteilen. Die geschädigten Bereiche werden entfernt und derart begradigt und oberflächenbehandelt, dass die neuen Holzteile den Querschnitt als Brettmaterial schichtweise verklebt bis zur vollen ursprünglichen statischen Querschnittsgröße füllen. Das Aufbringen des erforderlichen Pressdrucks erfolgt über Nagel- bzw. Schraubpressleimung. Die durchführende Firma verfügt über die erforderliche Leimgenehmigung nach DIN 1052-1 und ist damit berechtigt, derartige Brettschichtholzergänzungen vorzunehmen.

4.3. Fachwerkwände:

Das Fachwerk ist eine Mischbauweise. Das heißt, bei der Instandsetzung ist grundsätzlich zwischen der Sanierung der Hölzer und der Gefache zu unterscheiden. Die Instandsetzung der Gefache dient hauptsächlich der Wiederherstellung der bauphysikalischen Funktionsfähigkeit.

Lokale Schädigungen / Verbindungen:

Sind nur lokale Schadstellen vorhanden, z.B. im Bereich von Verbindungen, so erfolgt eine Reparatur durch Einpassen von trockenen Ersatzstücken.

Stiele:

Bei einer vollständigen Schädigung, z.B. der Stiele, werden neue Bauteile eingebaut. Zu Herstellung der historischen Verbindungstechnik ist es dann erforderlich, mit falschen Zapfen zu arbeiten.

Fußschwelle / Stielfußerneuerung:

Ursache von Feuchteschäden der Fußschwelle ist in fast 100 % aller Schadensfälle ein durchfeuchteter Sockel. Häufig muss der Sockel repariert bzw. vollständig erneuert werden. Die Fußschwelle und u.U. auch geschädigte Stielbereiche werden dann erneuert. Im allgemeinen erfolgt dies unter Anwendung der Blattverbindung. Bei stark belasteten Wandstielen sind zur Stoßsicherung verdeckte Rundstahlbolzen oder Holzschrauben anstelle von Holznägeln einzubauen. Es ist darauf zu achten, dass der Sockel entweder bündig oder abgeschrägt hergestellt wird, da sonst ein Wasserabfluss nicht gewährleistet wird.

4.4. Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit:

Bei statischen Untersuchungen ist man oftmals mit einer Überbeanspruchung oder Überschreitung der Grenzdurchbiegung, d.h. mit einer ungenügenden Steifigkeit der Bauteile, aber auch mit einer ungenügenden Tragfähigkeit durch zu geringe Querschnitte, querschnittsmindernde Holzschädigungen oder Tragfähigkeitsüberschreitungen aus nutzungsbedingten Lasterhöhungen konfrontiert. Verstärkungsmaßnahmen sind dann unumgänglich.

Dachkonstruktionen:

Verstärkungen an Sparren erfolgen zum Teil durch Anlaschung (siehe auch bei Decken). Auch die Pfettenverstärkung kann analog den Grundsätzen für Deckenverstärkungen erfolgen, jedoch ist hier häufig nur eine einseitige Verstärkung möglich. Zur Verstärkung von Verbindungen wird auf entsprechende Literatur verwiesen (s. [Mönck 1999]).

Deckenkonstruktionen:

Zur Verstärkung der Decken stehen verschiedene Grundprinzipien zur Verfügung. Welche davon angewendet wird ist von der Zugänglichkeit der Deckenbalken, dem Grad der Schädigungen, der Holzart und der Größe der Beanspruchung und den zu erwartenden Kosten abhängig. In der Praxis dominiert die seitliche Balkenverstärkung mit Holz- oder Stahlprofilen, die aber mit einem erheblichen Eingriff in die Zwischendecke verbunden ist.

Tragfähigkeitsverbesserungen durch Entlastung/ Veränderung statisches System:

Wenn die Tragfähigkeit der Decke überschritten ist, denkt man zunächst über eine Entlastung der Decke nach. Schwere Deckenfüllungen, wie zum Beispiel Schlackeschüttungen, werden dann entfernt und durch leichte Dämmstoffe ersetzt. Bedenken sollte man jedoch dabei, dass wertvolle Originalsubstanz verloren geht und diese Maßnahme u.U. den Schallschutz verschlechtert. Auch eine Nutzungseinschränkung oder Nutzungsanpassung (wie eine Rücknahme zu hoch gesteckter Nutzerforderungen) sollte bedacht werden, weil sie als einfache Maßnahme in jedem Fall zum Erhalt der historischen Substanz beiträgt (z.B. ist die Frage, ob eine Gaststätte im Obergeschoss nicht unzutraglich hohe Deckenlasten erfordert oder ob das Dachgeschoss wirklich ausgebaut werden soll).

Eine Veränderung des statischen Systems ist ebenfalls ein wirksamer Weg zur Tragfähigkeitserhöhung (z.B. durch Herstellung einer Durchlaufwirkung).

Tragfähigkeitsverbesserungen durch additive Elemente

Zunächst einmal bietet sich die Möglichkeit, die Tragfähigkeit der Decken durch Addition von Bauteilen, wie zusätzliche Balken bei großen Balkenabständen, oder durch separate Abstützung und Lastweiterleitung von Stielen, z.B. durch zusätzliche Balken unter Pfettenstielen bei Pfettendächern mit hohem Lasteintrag, zu verbessern. Legt man Holzbalken in die Balkenfelder, ist zumeist die Zwischendecke auszubauen.

Tragfähigkeitsverbesserungen durch Querschnittsvergrößerungen

In der Regel werden Querschnittsvergrößerungen auf der Oberseite oder bei Eingriff in die Zwischendecke seitlich doppelsymmetrisch angeordnet.

Balkenverstärkungen mit Verbundlösungen

Zunehmende Verbreitung finden erst seit kurzem Holz- Beton- Verbundquerschnitte. Wegen ihrer Vorteile werden sie vor allem dort geschätzt, wo die Decke nicht vollständig entkernt werden kann, da die unteren Räume weiter genutzt werden, und wo hohe zusätzliche Lasten auftreten oder eine völlig unzureichende Tragfähigkeit vorhanden ist.

Gleichzeitig erhöht sich der Schall- und Brandschutzwert solcher Decken. Die Leistungsfähigkeit des Verbundes ist von der Steifigkeit des Schubbindungsmittels in der Verbindungsfuge Holz- Beton abhängig. Die

Bemessung erfolgt nach dem in der DIN 1052 angegebenen Verfahren für zusammengesetzte Träger, bei Berücksichtigung der verschiedenen E- Moduli. (s. [Lißner, Rug 2000]).

Zur Berechnung n. EC 5, Teil 1-1 auf der Basis des gleichen Verfahrens s. [Cecotti 1995]. Zur Bemessung nach dem Differenzenverfahren siehe [Timmermann, Meierhofer 1994]. In den letzten Jahren wurden sehr viele Variationen von Verbindungslösungen zur Herstellung einer Verbundwirkung untersucht und auch ausgeführt (s. auch [Rug 1995], [Sorg, Rug 1999]). In Deutschland besitzen bisher nur zwei Verbindungsmittellösungen eine bauaufsichtliche Zulassung (Z.9.1-342 und Z.9.1-445).

Insbesondere bei hohen Verkehrslasten, zum Beispiel 3,5 oder 5,0 KN/qm können in Abhängigkeit vom Balkenquerschnitt (z. B. 18/24; 24/24 cm) Spannweiten bis 5,0 m und teilweise bis 6,0 m erreicht werden. Muss die Decke nicht infolge Schädigung instandgesetzt werden, d.h. eine Öffnung der Decke ist entbehrlich, so ist diese Verstärkungsmethode besonders wirtschaftlich.

Literatur

[Becker, Tichelmann 1997] Becker, K.; Tichelmann, C.: Ablaufschema für Sanierungsbauten - erarbeitet vom AA 13 „Erhaltung alter Bausubstanz“ der DGfH München, 1997

[Cecotti 1995] Cecotti, A.: Holz-Beton-Verbundkonstruktion; STEP 2 - Bauteile und Konstruktionen. Fachverlag Holz der Arge Holz, Düsseldorf 1995

[Gerner, Klopfer u.a. 1998] Gerner, Klopfer, Kugele, Kuschnik: Anschauen, Verstärken und Auswechseln - Reparaturverbindungen der Zimmerleute, Fachwerk- und Dachkonstruktionen. Deutsches Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege e.V. 1998

[Ehlbeck, Görlacher 1987] Ehlbeck, J.; Görlacher, R.: Erste Ergebnisse von Festigkeitsuntersuchungen an altem Konstruktionsholz. SFB 315, Erhaltung historisch bedeutsamer Bauwerke, Universität Karlsruhe, Jahrbuch 1987, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1987

[Ehlbeck, Görlacher 1990] Ehlbeck, J.; Görlacher, R.: Zur Problematik bei der Beurteilung der Tragfähigkeit von altem Konstruktionsholz. bauen mit Holz 2 (1990)

[Görlacher 1996] Görlacher, R.: Hölzerne Tragwerke, Untersuchen, und Beurteilen. SFB 315, Universität Karlsruhe 1996

[Görlacher 1999] Görlacher, R.: Historische Holztragwerke - Untersuchen, Berechnen und Instandsetzen. SFB 315, Universität Karlsruhe 1999

[Heimeshoff 1988] Heimeshoff, B. u.a.: Zimmermannsmäßige Holzverbindungen. Reihe INFORMATIONSDIENST HOLZ, Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf 1988

[Irmschler 2000] Irmschler, J.-J.: Bauaufsichtliche Vorschriften zur Qualitätssicherung im Holzbau. In: 7. Quedlinburger Holzbautagung, 16./17.03.2000, Fachverband für Holzschutz und Holzbau von Sachsen-Anhalt, Quedlinburg 2000

[Lißner, Rug 2000] Lißner, K.; Rug, W.: Holzbausanie rung - Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2000

[Meierhofer o.J.] Meierhofer, U. A.: Kunststoffsanierte Holzbauteile unter schwingender Beanspruchung. Schweizer Ingenieur und Architekt 51/52, S: 1260-1263, ohne Jahr

[Milbrandt 1997] Milbrandt, E.: Verbindungsmittel - Verbindungsmittel nach DIN 1052 und 18800. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Holzbau-Handbuch Reihe 2, Teil 2, Folge 1, Arge Holz, Düsseldorf 1997

[Milbrandt u.a. 1997] Milbrandt, E. u.a.: Dachbauteile - Hausdächer. INFORMATIONSDIENST HOLZ, HolzbauHandbuch Reihe 2, Teil 3, Folge 2, Arge Holz, Düsseldorf 1997

[Mönck 1993] Mönck, W.: Instandsetzung von Balkenköpfen. Mikado 7/8 (1993), S. 24-28

- [Mönck 1999] Mönck, W.: Schäden an Holzkonstruktionen. 3. bearbeitete Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin 1999
- [Mönck, Rug 2000] Mönck, W.; Rug, W.: Holzbau, 14. durchgesehene Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin 2000
- [Nebel 1978] Nebel, H.: Erneuerung von Fachwerkbauten, INFORMATIONSDIENST HOLZ, EGH-Bericht, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, 2. verbesserte Auflage, Düsseldorf 1978
- [Prehl 1999] Prehl, H.: Hölzerne Dachkonstruktionen. Düsseldorf 1999
- [Rug 1995] Rug, W.: Holz-Beton-Verbund-Konstruktion. In: Bautechnik, Heft 7 (1995), S. 454 - 459
- [Rug, Seemann 1989] Rug, W.; Seemann, A.: Festigkeit von Altholz. bauen mit holz 10/1989, S. 696-699
- [Schulze 2000] Schulze, H.: Nachträglicher Dachgeschossausbau; INFORMATIONSDIENST HOLZ, HolzbauHandbuch Reihe 1, Teil 14, Folge 3, Arge Holz, Düsseldorf 2000
- [Seehausen 1998] Seehausen, K.-R.: Fachwerk - Bauaufsicht Denkmalschutz - Ein lösbarer Konflikt? Bauordnungs- und Denkmalschutzrecht bei der Fachwerksanierung. Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V., Kongress für Altbauerneuerung 26.-27.10.1998 in Nürnberg
- [SenBauWohnen 1990] -: Ausbau von Dachräumen zu Wohnzwecken. Bekanntmachung der Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen vom 02.12.1990 im Amtsblatt für Berlin, 40. Jahrgang, Nr. 59 vom 16.11.1990
- [Sorg, Rug 1999] Sorg, J.; Rug, W.: Holz-Beton-Verbund-Konstruktion. In: 15. Holzbauseminar, Tagungsband, Cottbus 19.3. Denkmalschutz
- [Werner, Zimmer 1999] Werner, G.; Zimmer, K.: Holzbau, Teil 1 und Teil 2. 2. Auflage, neubearbeitet von Zimmer, K.; Lißner, K., Springer-Verlag Berlin 1999



Labor für Holztechnik LHT

Bauaufsichtlich anerkannte Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle

Prof. Dr.-Ing. M.H. Kessel

Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen • Labor für Holztechnik LHT
Hohnsen 1 • D 31134 Hildesheim

*Hochschule für
angewandte Wissenschaft
und Kunst*

<http://www.lht.fh-hildesheim.de>
martin.kessel@fh-hildesheim.de
Telefon 05121/881-230 -262
Fax 05121/881-289

LHT

Tagungsband

14. Hildesheimer Informationstag Holzbau

14. HITH

Sanierung von Holzkonstruktionen im Bestand

Hildesheim, 20. Februar 2002