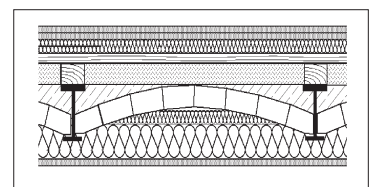
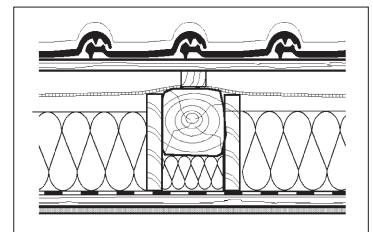
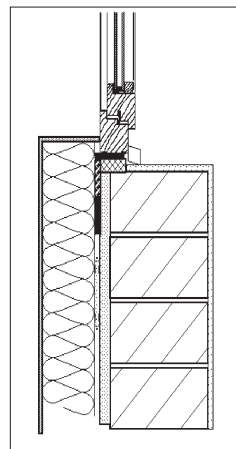
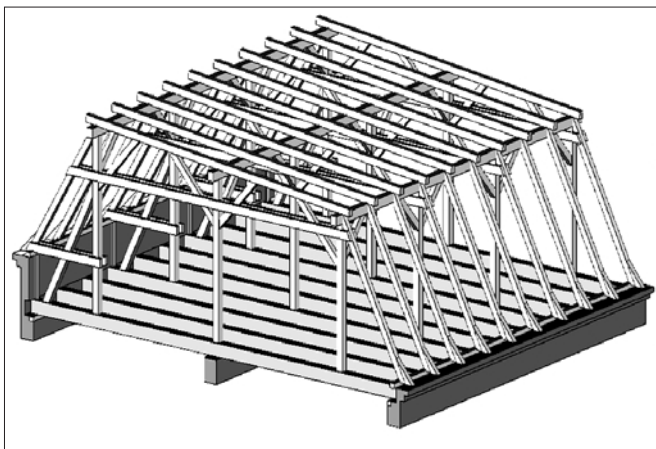


Modernisierung von Altbauten



Inhaltsangabe

Impressum 2
 1. Einleitung 2
 2. Baurechtliche Aspekte 2
 2.1 Bestandsschutz 2
 2.2 Bauaufsichtliches Genehmigungsverfahren 3
 2.3 Denkmalschutz 3
 2.4 Bauphysik 3
 2.5 Tragfähigkeit/Gebrauchstauglichkeit 6
 3. Bauzustandsanalyse – Bewertung der Bausubstanz 6
 3.1 Methodik 6
 3.2 Grundlagen 7
 3.3 Bauphysikalische Bewertung 10
 3.4 Holzschutz 12
 3.5 Bewertung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit 12
 4. Bauphysikalische Ertüchtigung der Altbausubstanz 13
 4.1 Dachkonstruktionen 13
 4.2 Deckenkonstruktionen 16
 4.3 Wandkonstruktionen 19
 4.4 Treppenkonstruktionen 22
 4.5 Balkone 23
 4.6 Aufstockungen 24
 5. Maßnahmen zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit 24
 5.1 Nachweis der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit 24
 5.2 Dachkonstruktionen 24
 5.3 Deckenkonstruktionen 26
 5.4 Fachwerkwände 27
 6. Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit 27
 6.1 Dachkonstruktionen 28
 6.2 Deckenkonstruktionen 28
 Literaturhinweise 30

Impressum

Das holzbau handbuch ist eine gemeinsame Schriftenreihe von

- Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf
- Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München

Herausgeber:
 DGfH Innovations- und Service GmbH
 Postfach 31 01 31, D-80102 München
 mail@dgfh.de
 www.dgfh.de
 (089) 51 61 70-0
 (089) 53 16 57 fax
 und
 HOLZABSATZFONDS
 Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Bonn

Bearbeitung/Verfasser:
 Baurecht, Bauzustandsanalyse, Tragsicherheit:
 Dr.-Ing. K. Lißner / Dresden,
 Prof. Dr.-Ing. W. Rug / Wittenberge
 Brandschutz: Univ.-Prof. Dr.-Ing. S. Winter,
 Universität Leipzig;
 Dipl.-Ing. D. Schmidt,
 bauart Konstruktions GmbH / Lauterbach
 Schallschutz: Prof. Dipl.-Phys. F. Holtz;
 Dipl.-Phys. Dr. J. Hessinger / Stephanskirchen
 Wärmeschutz: Univ.-Prof. Dr.-Ing. G. Hauser;
 Dr.-Ing. F. Otto / Baunatal

Redaktionelle Bearbeitung:
 Dipl.-Ing. H. Held, Prof. Dr.-Ing. W. Rug / Wittenberge

Technische Anfragen an:
 Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.
 Postfach 30 01 41
 D-40401 Düsseldorf
 argeholz@argeholz.de
 www.argeholz.de
 (0211) 478180
 (0211) 452314 fax

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung den anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

In diese Broschüre sind Ergebnisse aus zahlreichen Forschungsprojekten eingeflossen. Für deren Förderung danken wir der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), der Arbeitsgemeinschaft Bauforschung (ARGE BAU), den Forst- und Wirtschaftsministerien des Bundes und der Länder und der Holzwirtschaft.

Erschienen: Dezember 2001
 ISSN-Nr. 0466-2114

holzbau handbuch
 Reihe 1: Entwurf und Konstruktion
 Teil 14: Umbau und Modernisierung
 Folge 1: Modernisierung von Altbauten

Bildnachweis

- 3.1 Kenntnisspektrum bei historischen Bauweisen
- 3.2 Typische Schadensschwerpunkte an Gebäuden
- 3.3 Ablaufschema zur Prüfung der Funktionsfähigkeit an Holzkonstruktionen in Altbauten
- 3.4 Flankenübertragung: Schallübertragungswege bei Luft- und Trittschallübertragung
- 3.5 Beurteilung der Standsicherheit, Trag- und Nutzungsfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen in Altbauten
- 4.1 Trennwandanschluss
- 4.2 Anordnung der Wärmedämmung ohne Ersatz des Fensters
- 4.3 Anordnung der Wärmedämmung bei gleichzeitigem Ersatz des Fensters
- 4.4 Sicherung gegen Brandüberschlag bei Gebäudetrennwänden
- 5.1 Instandsetzung von Dachkonstruktionen – Grundprinzipien
- 5.2 Verschiedene Lösungen für die Instandsetzung von geschädigten Balkenköpfen bei Holzbalkendecken
- 5.3 Fachwerk-Instandsetzung von Verbindungen
- 5.4 Fachwerk-Instandsetzung von Stielen
- 5.5 Fachwerk-Instandsetzung von Schwellen
- 6.1 Möglichkeiten der Verstärkung von Holzbalkendecken

Tabellennachweis

- 2.1 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen gemäß DIN 4108-2:2001
- 2.2 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen
- 2.3 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108 [DIN 4108 52x:1952]; [DIN 4108 52xx:1952]; [DIN 4108:1960]; [DIN 4108:1969]; [DIN 4108-2:1981]
- 2.4 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108 [DIN 4108 52x:1952]; [DIN 4108 52xx:1952]; [DIN 4108:1960]; [DIN 4108:1969]; [DIN 4108-2:1981] für leichte Bauteile, flächenbezogene Masse kleiner gleich 300 kg/m²
- 2.5 Schalldämmanforderungen bei Mehrfamilienhäusern, Doppel- und Reihenhäusern und Zwei-Familienhäusern, exemplarisch für die Bauteile Trennwand, Trenndecke und Treppe
- 3.1 Zusammenstellung verschiedener Verfahren zur Materialbewertung von Altholz
- 3.2 Planungsablauf zur Erarbeitung von Brandschutzmaßnahmen im Altbaubestand
- 4.1 Dachaufbauten
- 4.2 Deckenaufbauten
- 4.3 Klassifizierungstabellen von Decken nach DIN 4102-4
- 4.4 Wandaufbauten
- 4.5 Klassifizierungstabellen von Wänden nach DIN 4102-4
- 5.1 Erforderliche Laschenquerschnitte und Verbindungsmittel nach DIN 1052-2 für Balkenkopfinstandsetzungen mit einer Schadlänge bis zu 1,0 m
- 6.1 Anzahl der Verbindungsmittel für eine Holz-Beton-Verbund-Konstruktion im Altbau

1. Einleitung

Die Bautätigkeit im Gebäudebestand nimmt bei Wohngebäuden heute schon einen Anteil von über 50 % ein. 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.

So werden zum Beispiel die Fachwerkbauten auf der Krämerbrücke in Erfurt schon seit über 500 Jahren als Wohngebäude genutzt. Altbauten jeglicher Bauweise genügen kaum heutigen Ansprüchen an die Bauphysik. So ist der Heizenergiebedarf eines Altbaus i.a. vier- bis sechsmal höher als bei einem neuerrichteten Gebäude mit heutigem wärmetechnischen Standard. Auch der Schall- und Brandschutz entspricht i.a. nicht den heute gültigen Mindestanforderungen. Baumängel oder Bauschäden mindern häufig den Nutzwert.

Eine Modernisierung beinhaltet Maßnahmen, die dem Gebäude eine neue, früher nicht vorhandene Qualität, verbunden mit einer nachhaltigen Erhöhung des Nutzungs- und Gebrauchswertes oder mit einer nachhaltigen Einsparung von Heizenergie, verleihen [Wohnungsbaugesetz 1994]. 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. Die vorliegende Schrift beschäftigt sich mit dem Einsatz von Holz bei der Modernisierung und dem substanzschonenden Erhalt von Holzbauteilen in Altbauten. Fragen des Denkmalschutzes werden nur am Rande behandelt.

2. Baurechtliche Aspekte

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 ein Wohngebäude zu Eigentumswohnungen umgebaut 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. Inwieweit Bestandsschutz in Anspruch genommen werden kann, ist mit der zuständigen Baubehörde abzustimmen.

2.2 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.

2.3 Denkmalschutz

Denkmale sollen nach der Gesetzgebung der einzelnen Bundesländer als Quellen und Zeugnisse menschlicher Geschichte geschützt und gepflegt werden. Für die Fragen der Denkmalswürdigkeit, 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 Gestaltungsatzungen berück-

sichtigt, ist in jedem Fall empfehlenswert und verhindert spätere Zeitverluste und Kostenerhöhungen.

2.4 Bauphysik

2.4.1 Wärme- und Feuchteschutz

An die Ausführung von Bauteilen bei der Modernisierung werden im Grundsatz die gleichen Mindestanforderungen gestellt wie an neue Konstruktionen. In der aktuellen DIN 4108 [DIN 4108-2:2001]; [DIN 4108-3:2001] finden sich die entsprechenden Grenzwerte. Von diesen Grenzwerten sollte lediglich in begründeten Fällen abgewichen werden. Für Fachwerkbauten werden im WTA-Merkblatt 8-1-96-D [WTA 1997] sogar ausdrücklich Abweichungen empfohlen.

Bei Unterschreitung des Mindestwärmeschutzes sind die Konsequenzen sorgfältig abzuwägen. Der Nutzer ist ggf. auf ein angepasstes Verhalten hinzuweisen. Dies betrifft im Wesentlichen ein an die Feuchteproduktion angepasstes Lüftungsverhalten. Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß Norm finden sich in *Tabelle 2.1*. Über den Mindestwärmeschutz hinaus werden von der Bundesregierung bauordnungsrechtliche Maßnahmen aus Gründen der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes auf der Grundlage des Energieeinsparungsgesetzes [EnEG 1976] vorgeschrieben.

Energieeinsparverordnung EnEV 2002

Die am 1. Februar 2002 in Kraft getretenen Anforderungen finden sich in der „Verordnung über den energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)“ [EnEV 2002] wieder. Die Grundlagen der EnEV einerseits und ihre Bedeutung für neu zu errichtende Gebäude in Bezug auf den Holzbau andererseits sind in [Hh 3/2/2] erläutert. Die Verordnung behandelt in Abschnitt 3 Anforderungen bei bestehenden Gebäuden. Es wird zwischen Änderungen von Gebäuden, Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden sowie der Aufrechterhaltung der energetischen Qualität unterschieden. Über die Reglementierung der Bauteile hinaus werden zukünftig auch Anforderungen an die minimalen Oberflächentemperaturen in Form des Temperaturfaktors und an die Luftdichtheit der Gebäudehülle gestellt. Aufgrund konstruktiver Zwänge ist die Einhaltung letztgenannter Anforderungen nicht immer möglich, so dass über die Konsequenzen im Einzelfall zu entscheiden ist. Eine Übersicht über die Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz bei Maßnahmen im Gebäudebestand gemäß

Tabelle 2.1 Mindestwerte für Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilen gemäß DIN 4108-2:2001

Bauteil		Wärmedurchlasswiderstand R [m ² ·K/W]
Außenwände		1,2
Wohnungstrennwände		0,07
Treppenraumwände zu Treppenträumen mit	wesentlich niedrigeren Innentemperaturen, $\theta_i \leq 10^\circ\text{C}$	0,25
	Innentemperaturen $\theta_i > 10^\circ\text{C}$	0,07
Wohnungstrenndecken	allgemein	0,35
	in zentralbeheizten Bürogebäuden	0,17
Unterer Abschluss nicht unterkellerten Aufenthaltsräume	unmittelbar an das Erdreich grenzend über nicht belüftetem Hohlraum	0,9
Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen etc.		
Kellerdecken		
Decken (auch Dächer), die Aufenthaltsräume gegen die Außenluft abgrenzen	nach unten, gegen Garagen, Durchfahrten etc.	1,75
	nach oben, Dächer, Decken unter Terrassen etc.	1,2
Außenwände, Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen, Dächer	flächenbezogene Gesamtmasse < 100 kg/m ²	1,75 zusätzlich im Mittel R ≥ 1,0

der EnEV 2002 [EnEV 2002], der Wärmeschutzverordnung 1995 [WSVO 1995] und der Wärmeschutzverordnung 1984 [WSVO 1984] findet sich in *Tabelle 2.2*. Gemäß EnEV 2002 sind folgende Kriterien zu beachten:

- die Maßnahme übersteigt 20 % der jeweiligen Bauteilfläche bei Außenwänden, außenliegenden Fenstern, Fenstertüren und Dachflächenfenstern,
- bei einer Erweiterung des beheizten Gebäudevolumens um zusammenhängend mindestens 30 m³ sind für den neuen Gebäudeteil die Anforderungen an zu errichtende Gebäude einzuhalten,
- alternativ zum Nachweis einzelner Bauteile gilt die Anforderung als erfüllt, wenn das geänderte Gebäude insgesamt den jeweiligen Höchstwert für zu errichtende Gebäude um nicht mehr als 40 vom Hundert überschreitet.

Darüber hinaus sind detaillierte Anforderungen bei Änderung von Bauteilen bestehender Gebäude gemäß Anhang 3 der Verordnung zu beachten. Die Anforderungen der EnEV 2002 sind beispielsweise dann einzuhalten, wenn der Wetterschutz einer Außenwand bei mehr als 20 % der Bauteilfläche erneuert wird.

Auf Grund der Verordnung gibt es erstmalig die Ver-

Tabelle 2.2 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Bauteil	Anforderungen nach EnEV 2002 $U_{\text{max}}^{1)}$ in W/(m ² ·K)	Anforderungen nach WSVO 1995 k_{max} in W/(m ² ·K)	Anforderungen nach WSVO 1984 k_{max} in W/(m ² ·K)
Außenwände allgemein abhängig von Baumaßnahme	0,45	0,50	0,60
	0,35	0,40	
Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster	1,7 ²⁾	1,8	Doppel- oder Isolierverglasung
Verglasungen Vorhangfassaden	1,5 ³⁾ 1,9 ⁴⁾	–	–
Außenliegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	2,0 ²⁾	–	–
Sonderverglasungen Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	1,6 ³⁾ 2,3 ⁴⁾	–	–
Decken, Dächer und Dachschrägen Dächer	0,30	0,30	0,45
	0,25		
Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erdreich	0,40	0,50	0,70
	0,50	0,50	

¹⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946:1996-11 zu verwenden.

²⁾ Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters; technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN ISO 10077-1:2000-11 zu ermitteln.

³⁾ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung; technischen Produkt-Spezifikationen zu entnehmen oder nach DIN EN 673:2000-1 zu ermitteln.

⁴⁾ Wärmedurchgangskoeffizient der Vorhangsfassade; nach anerkannten Regeln der Technik zu ermitteln.

pflichtung, den Wärmeschutz von Gebäuden und die Wärmeverteilung sowie die Effizienz der Wärmeerzeugung im Bestand zu verbessern. Es ist eine Nachrüstpflicht in die Verordnung aufgenommen worden, die:

- eine Erneuerung von Heizkesseln abhängig vom Tag des Einbaus, der Art der Heizungsanlage sowie des Betriebszustands in bestimmten Fällen vorschreibt,
- eine Dämmung von zugänglichen ungeämmten Heizungsrohren einfordert,
- eine Dämmung zugänglicher oberster Geschossdecken unter unbeheizten Dachräumen vorschreibt.

Eine Ausnahme von dieser Verpflichtung gibt es lediglich bei Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen, von denen zum



Modernisiertes Einfamilienhaus in Mischbauweise (Untergeschoss Massiv-, Obergeschoss Fachwerkbauweise), in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts errichtet (Neustadt Weinstraße)
Foto: Dipl.-Ing. Thomas Strauß

Tabelle 2.3 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108 [DIN 4108 52x:1952]; [DIN 4108 52xx:1952]; [DIN 4108:1960]; [DIN 4108:1969]; [DIN 4108-2:1981]. Bei Angaben von zwei Werten ist der linke Wert im Mittel und der rechte Wert an der ungünstigsten Stelle einzuhalten.

Bauteil	DIN 4108-2:1981 Durchlasswiderstand 1/Λ [m²·K/W]	DIN 4108:1969 Durchlasswiderstand 1/Λ [m²·K/W]			DIN 4108:1960, '52xx, '52x Durchlasswiderstand 1/Λ [m²·K/W]		
		Wärmedämmgebiete			Wärmedämmgebiete		
		I	II	III	I	II	III
Außenwände	0,55/0,47	0,39	0,47	0,56	0,39	0,47	0,56
Wohnungstrennwände – nicht zentralbeheizt – zentralbeheizt Treppenraumwände	0,25 0,07 0,25	0,26 0,06 0,26			0,26	0,26	0,34
Wohnungstrenndecken und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen – allgemein – nicht zentralbeheizt – zentralbeheizt	0,35 0,17	0,34 0,17			0,47/0,34		
Unterer Abschluss nicht unterkellertes Aufenthaltsräume – unmittelbar an das Erdreich grenzend – über nicht belüftetem Hohlraum	0,90	0,86					
Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen etc. Kellerdecken	0,90/0,45	0,65/0,43			0,47/0,34 0,65/0,43		
Decken (auch Dächer), die Aufenthaltsräume gegen die Außenluft abgrenzen – nach unten – nach oben	1,75/1,30 1,10/0,80	1,29/0,95	1,51/1,12	1,72/1,29	1,29/0,95	1,51/1,12	1,72/1,29 0,56/0,39 0,56/0,47 0,56/0,56

Zeitpunkt des Inkrafttretens der Verordnung eine der Eigentümer selbst bewohnt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass bei einem Eigentümerwechsel die Maßnahme innerhalb von zwei Jahren durchzuführen ist. Eine weitere Forderung besagt, dass durch Modernisierungsmaßnahmen Bauteile in Bezug auf ihren Wärmeschutz nicht verschlechtert werden dürfen. Baumaßnahmen, die nicht den wärmetechnischen Anforderungen gemäß EnEV 2002 und zusätzlich dem Bestandsschutz unterlie-

gen, müssen entsprechend den gesetzlichen Anforderungen zum Zeitpunkt der Gebäudeerstellung bewertet werden. Ein Überblick über die Entwicklung des Mindestwärmeschutzes in den vergangenen Jahren ist in den *Tabellen 2.3 und 2.4* wiedergegeben.

2.4.2 Schallschutz

Als technische Regeln für den Schallschutz sind zur Zeit die Normen DIN 4109 [DIN 4109:1989] und Beiblatt 1 zur DIN 4109 [DIN 4109/Bbl1:1989] vom November 1989

Tabelle 2.5 Schalldämmanforderungen bei Mehrfamilienhäusern, Doppel- und Reihenhäusern und Zwei-Familienhäusern, exemplarisch für die Bauteile Trennwand, Trenndecke und Treppe, die Anforderungen wurden auf die derzeit gültigen Messgrößen R'w und L'n,w umgerechnet.

	DIN 4109:1989	DIN 4109:1962
Mehrfamilienhaus		
Wohnungstrennwand	R'w ≥ 53 dB	R'w ≥ 52 dB
Wohnungstrenndecke Luftschall	R'w ≥ 54 dB	R'w ≥ 52 dB
Wohnungstrenndecke Trittschall	L'n,w ≤ 53 dB	L'n,w ≤ 60 dB
Treppenläufe und Podeste	L'n,w ≤ 58 dB	Keine Anforderung
Zweifamilienhaus		
Wohnungstrennwand	R'w ≥ 53 dB	R'w ≥ 52 dB
Wohnungstrenndecke Luftschall	R'w ≥ 52 dB	R'w ≥ 52 dB
Wohnungstrenndecke Trittschall	L'n,w ≤ 53 dB	L'n,w ≤ 60 dB
Treppenläufe und Podeste	Keine Anforderung	Keine Anforderung
Doppel- / Reihenhäuser		
Haus-trennwand	R'w ≥ 57 dB	R'w ≥ 55 dB
Decke Trittschall, horizontal und diagonal	L'n,w ≤ 48 dB	L'n,w ≤ 60 dB
Treppe Trittschall, horizontal und diagonal	L'n,w ≤ 53 dB	Keine Anforderung

Tabelle 2.4 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108 [DIN 4108 52x:1952]; [DIN 4108 52xx:1952]; [DIN 4108:1960]; [DIN 4108:1969]; [DIN 4108-2:1981] für leichte Bauteile, flächenbezogene Masse ≤ 300 kg/m²

Flächenbezogene Masse ¹⁾ [kg/m²]	DIN 4108-2:2001 Durchlasswiderstand R [m²·K/W]	DIN 4108-2:1981 Durchlasswiderstand 1/Λ [m²·K/W]	DIN 4108:1969 DIN 4108:1960, '52xx, '52x Durchlasswiderstand 1/Λ [m²·K/W]		
			Wärmedämmgebiete I II III		
0		1,75			
20	flächenbezogene Gesamtmasse unter 100 kg/m² R = 1,75 m²·K/W im Mittel R ≥ 1,0 m²·K/W	1,40	1,12	1,59	2,24
50		1,10	0,86	1,20	1,72
100		0,80	0,60	0,82	1,12
150		0,65	0,47	0,56	0,77
200		0,60	0,43	0,52	0,65
300		0,55	0,39	0,47	0,56

¹⁾ – der raumseitigen Bauteilschichten (Ausgabe 1981; 3. Spalte)
– der Gesamtkonstruktion (Ausgabe 1960. '52; 4. Spalte)



Holzskelettbau von 1890
Foto: Prof. Dr.-Ing. W. Rug

eingeführt (siehe auch *Tabelle 2.5* mit Angaben für die Normfassungen 1989 und 1962). Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz und für einen Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich werden zukünftig im Teil 10 der DIN 4109 [E DIN 4109-10:2000] geregelt. Wenn kein Bestandsschutz vorliegt, gelten diese Normen. Für die Definition der bauakustischen Messgrößen für die Luft- und Trittschall-Dämmung wird auf *Abschnitt 3.2.2* und die entsprechenden Publikationen des INFORMATIONSDIENST HOLZ [hh 3/3/1], [hh 3/3/3] sowie auf die Normen [DIN 4109:1989] und [DIN EN ISO 140:1998] verwiesen. Es ist zu beachten, dass die Schalldämmwerte der verschiedenen Bauteile im eingebauten Zustand unter Berücksichtigung der bauüblichen Nebenwege (z.B. Flankenübertragung) erreicht werden müssen (Kennzeichnung durch einen Hochstrich am R und L). Der Nachweis einer ausreichenden Schalldämmung kann wegen der Vielfältigkeit der Konstruktionen und des Erhaltungszustands in den meisten Fällen nur mittels einer Schalldämmprüfung am Bau (einer sogenannten Güteprüfung nach DIN 4109) erfolgen. Hierfür gibt es in Deutschland sachverständige Prüfstellen, die in einem Verzeichnis beim Verband der Materialprüfämter e.V., VMPA, geführt werden [Verzeichnis o.J.]. In Einzelfällen kann bei genauer Kenntnis der Bauteile auch ein Nachweis über die Beispielsammlung des Bbl. 1 zur DIN 4109 [DIN 4109/Bbl1:1989] möglich sein.

2.4.3 Brandschutz

Geht der baurechtliche Bestandsschutz aufgrund der Umbaumaßnahmen bzw. Umnutzung verloren, gelten die Anforderungen an Bauteile der Landesbauordnungen (LBO) und die Sonderverordnungen für Gebäude oder Räume mit besonderer Art und Nutzung. Sind bei älteren Gebäuden die geltenden baurechtlichen Anforderungen nur mit erheblichem Aufwand zu erfüllen, ist abzuwägen, ob ein vorbeugender baulicher Brandschutz durch Ertüchtigung der Bauteile gemäß geltender Vorschriften erfolgt oder die Schutzziele durch andere Maßnahmen erreicht werden können.

Das individuelle Brandschutzkonzept

Statt eines Brandschutznachweises „nach Liste“, also dem Umsetzen von Anforderungen der Landesbauordnungen, kann in Abstimmung mit Feuerwehr, Bauaufsicht und Bauherrschaft bzw. Nutzer ein individuelles Brandschutzkonzept erarbeitet werden. Dieses Konzept muss die grundsätzlichen Anforderungen an den passiven und aktiven Brandschutz sicherstellen. Im Rahmen von

Brandschutzkonzepten kann die in den Bauordnungen bisher nicht berücksichtigte Anlagentechnik wie z.B. Rauchmelder und Sprinkleranlagen eingesetzt werden. Bauliche und technische Maßnahmen werden in Abstimmung mit einem Rettungskonzept als Gesamtmaßnahme erarbeitet.

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 Modernisierungsmaßnahmen kann es erforderlich werden, die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der vorhandenen Holzbauteile und Verbindungen nachzuweisen. Nach dem Baugesetz ist der mit der Beurteilung der Tragfähigkeit 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. Bauzustandsanalyse – Bewertung der Bausubstanz

3.1 Methodik

Die Modernisierung von Altbauten erfordert viel Erfahrung im Umgang mit der historischen Bausubstanz. (s. *Bild 3.1*).

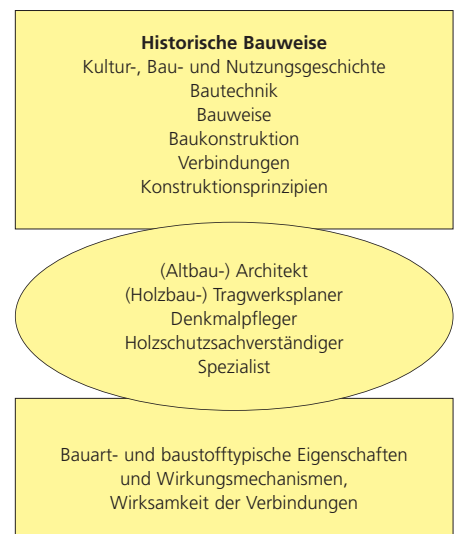
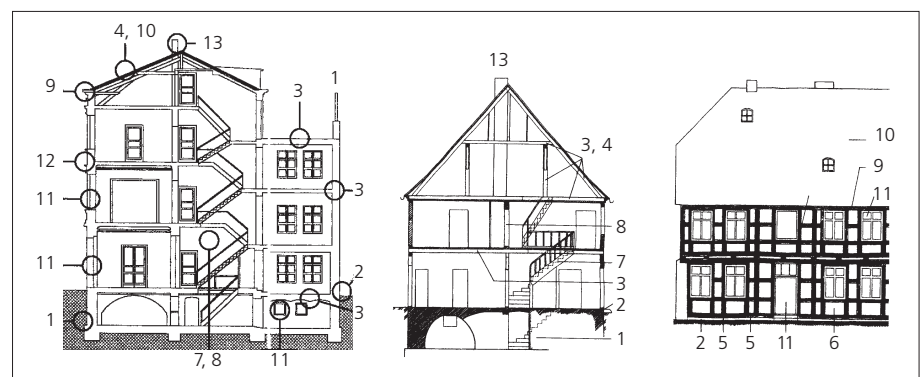


Bild 3.1 Kenntnispektrum bei historischen Bauweisen



- a) Mehrstöckige Wohnbauten b) Fachwerkhäuser
 1: Keller; 2: Sockel; 3: Deckenkonstruktion; 4: Dachkonstruktion; 5: Fachwerkhölzer;
 6: Gefache; 7: Treppen; 8: Innenwände; 9: Dachentwässerung; 10: Dacheindeckung; 11: Fenster/Türen;
 12: Fassade/Außenputz; 13: Schornsteine

Bild 3.2 Typische Schadensschwerpunkte an Gebäuden nach [Lißner, Rug 2000]

Bei Modernisierungen sind gleichzeitig auch Forderungen des Bauherrn nach Nutzungsbedingungen, die den heutigen Lebensansprüchen genügen müssen, zu berücksichtigen. Die wesentlichen Konfliktebenen ergeben sich aus der gegebenen Bau- und Konstruktionsweise, dem Erhaltungszustand und der Verwendbarkeit dieser Bauweisen unter dem Aspekt der vollständigen Realisierung moderner Nutzeransprüche. Die Kenntnis der bautechnischen Eigenschaften der vorgefundenen Bauweisen ist äußerst wichtig bei der Bewertung der Erhaltungs- und Instandsetzungswürdigkeit einer Konstruktion. Ziel einer Schadensanalyse ist es, das tatsächliche Ausmaß einer Schädigung festzustellen, die Schadensursachen zu erkennen und Wege zur Schadensbehebung aufzuzeigen.

Ein erfahrener Fachmann kennt daher für sein systematisches Vorgehen die Verteilung typischer Schädigungen an Gebäuden (s. Bild 3.2) und er untersucht sehr gründlich das Gebäude oder die Konstruktion nach Indikatoren für mögliche Schädigungen. Je nach Aufgabenstellung, Schadensbild und Schadensumfang sowie Denkmalswürdigkeit wird der mit der Planung beauftragte Architekt oder Ingenieur weitere Spezialisten (z.B. Holzschutzsachverständige, altbauerfahrene Tragwerksplaner bzw. Bauphysiker) zu Rate ziehen. Die Ausführung der Arbeiten soll stets qualitätsgeprüften Firmen übertragen werden. Für den Holzbau sind dies die im Verband der Restauratoren im Zimmererhandwerk e.V., Stuttgart zusammengefassten Firmen (Kontakt über www.restauratoren-verband.de). In bestimmten Fällen kann das exakte Schadensausmaß oder die Schadensart nur über Spezialuntersuchungen, ausgeführt von entsprechenden Sachverständigen, festgestellt werden.

Hierzu zählen beispielsweise die Erfassung äußerlich nicht sichtbarer Kernfäule mittels Bohrwiderstandsmessung oder die Beurteilung des Einbauzustandes verdeckt liegender Verbindungsmittel mittels Röntgenverfahren. Die *Tabelle 3.1* (Seite 8) gibt einen zusammenfassenden Überblick über Mess- und Prüfmethoden bei der Beurteilung von verbauten Holzbauteilen (siehe auch [Görlacher 1999], [Lißner, Rug 2000]).

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 (sofern Schäden vorhanden),
- Bewertung des Bauzustandes,
- Festlegung bautechnischer Maßnahmen.

Eine fundierte Prüfung des Bauzustandes hilft in der Planungsphase 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 Instandsetzung, Verstärkung bzw. Erhaltung unter Berücksichtigung der künftigen Nutzung durchgeführt.

Bevor der Architekt oder Bauherr an den Tragwerksplaner oder andere Fachleute einen Auftrag erteilt, sollte er dem Ratschlag von Mönck in [Mönck 1999] folgen:

„Es gibt im Regelfall mehrere Möglichkeiten, um den Schaden oder die Schäden zu beheben. Es ist immer lohnenswert, mehrere Varianten auszuarbeiten und miteinander nach bestimmten Kriterien, z.B. Kosten, Technologie, Tragfähigkeit, örtliche Bedingungen, Aussehen zu vergleichen.“

Grundsätzlich lässt sich der Modernisierungsumfang nur durch eine umfassende Funktionsfähigkeitsprüfung der bestehenden Bauteile exakt bestimmen. Für Holzkonstruktionen gilt das in *Bild 3.3* angegebene Ablaufschema. Eine weitere Detaillierung des Ablaufs von Sanierungsmaßnahmen kann [Becker, Tichelmann 1997] entnommen werden.

3.2 Grundlagen

3.2.1 Wärme- und Feuchteschutz

Mängel beim Wärmeschutz machen sich im wesentlichen durch Feuchteschäden bemerkbar. Kritisch in Bezug auf die Verbesserung des Wärmeschutzes sind Bauteilschlüsse, da in diesen Bereichen häufig eine optimale Lösung nicht mehr erreicht werden kann. Ungeeignete Dämm-Maßnahmen können wirkungslos sein oder sogar eine Verschlechterung der Situation hervorrufen. Aus der vermeintlichen Verbesserung

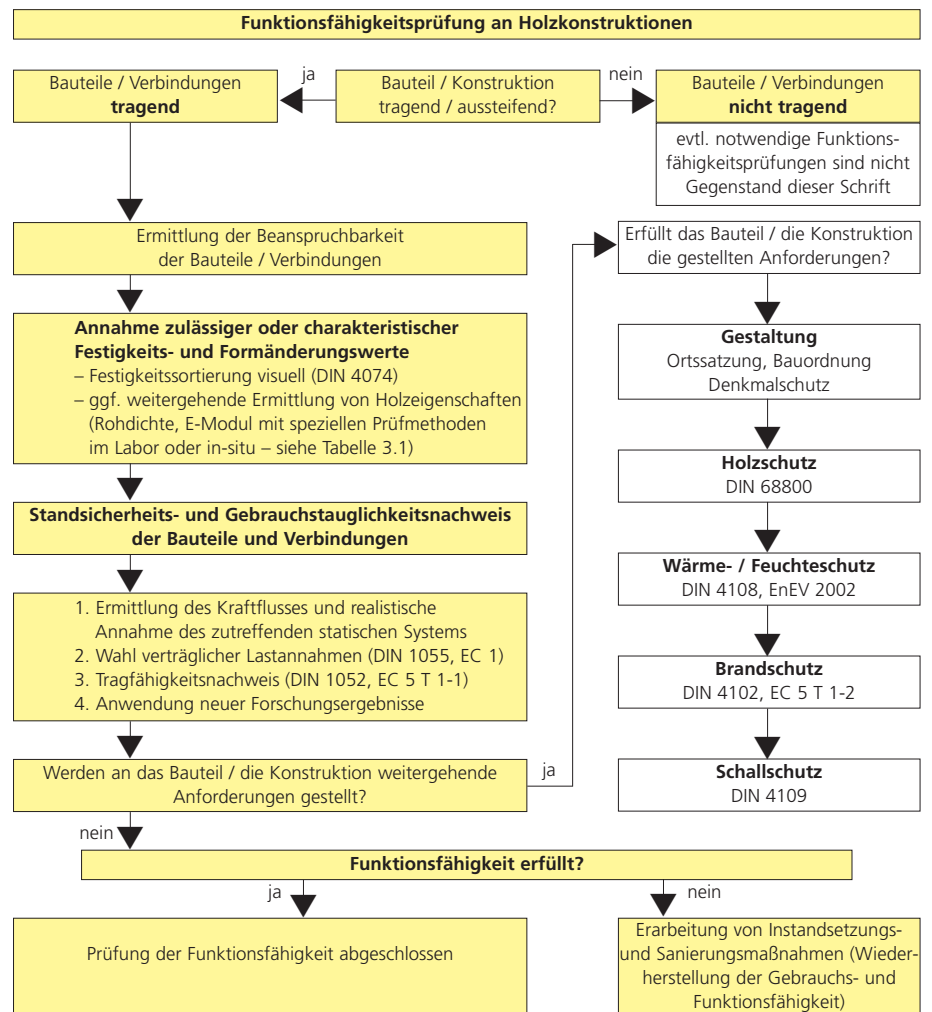


Bild 3.3 Ablaufschema zur Prüfung der Funktionsfähigkeit an Holzkonstruktionen in Altbauten (nach [Becker, Tichelmann 1997], [Lißner, Rug 2000])

Tabelle 3.1 Zusammenstellung verschiedener Verfahren zur Materialbewertung von Altholz [Lißner, Rug 2000]

Untersuchungsziel Verfahren	visuelle Ein- schät- zung	Fest- stel- lung Holzart	biolo- gische Schäd- linge	Feuch- tigkeit	Roh- dichte	Festig- keit	Bestim- mung pH- Wert	aggres- sive Medien	An- wen- dung
ZERSTÖREND: DIN 52180 bis 52192, DIN EN 323, 384, 408	□	○	□	■	■	■	■	■	L
ZERSTÖRUNGSARM:									
Stechprobe	○		□		□	■			L/B
Endoskopietechnik	■	□	○	□				○	B
Dynstatverfahren nach TGL 25106 Blatt 9	□					■②		■	L
Pilodynverfahren			□	□	○	□			B
Bohrkerne	○	□	□	■	■	■③	■①	○	L
Bohrwiderstandsmessung	□		○		■	■		○	B
ZERSTÖRUNGSFREI:									
Klangprobe, visuelle Einschätzung		○	□	□	□	□			L/B
Ultraschall- Laufzeitmessung					□	■			B/L
Röntgenverfahren	■								B
Thermografie ④	■								B

① nur im Zusammenhang mit Bohrkernentnahme

② Biegung

③ Druck

④ qualifiziertes Verfahren zur Bewertung des Wärmeschutzes und zur Lokalisierung von verdeckten Fachwerkhölzern (s. auch Abschnitt 3.2.1)

■ gut geeignet

○ geeignet

□ wenig geeignet

L Labor

B Baustelle

resultiert dann ein erneuter Feuchteschaden. Eine umfassende Untersuchung von Wärmebrücken mit Hinweisen zu wärmetechnisch günstigen Lösungen kann beispielsweise [Hauser, Stiegel 1992], [Hauser, Stiegel 1996], [Hauser, Stiegel 2002] entnommen werden. Lag der Schwerpunkt von Umbaumaßnahmen bisher bei der Verbesserung des Wärmeschutzes der Bauteile, so kommt heute der „Luftdichtheit“ der Gebäudehülle eine ebenso große Bedeutung zu. Nicht fachge-

recht gesicherte Bauteilanschlüsse, beispielsweise Folienüberlappungen oder Fensteranschlüsse, führen zu einer Durchströmung der Konstruktion. Auf diese Weise kann wesentlich mehr Wärme verloren gehen, als durch die Transmissionswärmeverluste der Außenbauteile [Hauser, Maas 1992]. Die Konsequenzen reichen jedoch noch weiter. Bei einer Durchströmung (Konvektion) von Fugen von innen nach außen führt der in der Raumluft enthaltene Wasserdampf bei

einer Unterschreitung der Taupunkttemperatur zur Bildung von flüssigem Wasser innerhalb von Bauteilen und damit zu Feuchteschäden, die die Bausubstanz gefährden können. Auch ohne Risse und Fugen in der Gebäudehülle dringt Wasserdampf aus der Raumluft in Folge von Diffusionsvorgängen in die Bauteile ein. Durch einen geeigneten Schichtaufbau wird die Anreicherung von Bauteilen mit flüssigem Wasser verhindert.

Fehler bei der Planung und Ausführung der Luftdichtheit der Gebäudehülle können die folgenden Konsequenzen nach sich ziehen:

- Zugluft an windreichen Tagen
- Feuchteschäden, wenn Raumluft durch Fehlstellen in Bauteile einströmen kann und Tauwasser ausfällt. Gefahr von Schimmelpilzbildung!
- hohe Wärmeverluste durch einen unkontrollierten Luftaustausch
- die gewünschte Raumlufttemperatur kann an windreichen Tagen nicht erreicht werden.

Konstruktive Möglichkeiten zur Verbesserung der Luftdichtheit von Bauteilen müssen im Einzelfall geprüft werden. Häufig werden nur einzelne Bauteile (z.B. Fenster) ausgetauscht, was unter Umständen zu Problemen führen kann. Beispiele für geeignete Materialien für die Luftdichtheitsebene und luftdichte Ausführungen von Anschlussdetails können [DIN 4108-7:2001] entnommen werden.

Hinweise auf den Zustand der Gebäudehülle liefern Thermografieaufnahmen und Blower-Door-Messungen. Mit Thermografieaufnahmen werden Oberflächentemperaturen zur Lokalisierung von Wärmebrücken gemessen. Blower-Door-Messungen ermöglichen die Überprüfung der Luftdichtheit der Gebäudehülle und in Kombination mit Anemometersonden das Auffinden von Leckagen.

3.2.2 Schallschutz

In der Bauakustik werden unterschieden:

- Luftschall (= Geräusche verursacht durch Sprache, Musik, Lärm, etc.), beschrieben durch das bewertete Schalldämm-Maß R_w bzw. R'_w , und
- Trittschall (= Geräusche verursacht durch Geh- und Trittsgeräusche, Stühlerücken, etc.), beschrieben durch den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$.

Zum Strich am R und L siehe unten. Je größer die Zahlenwerte R_w bzw. R'_w desto besser die Luftschalldämmung, je niedriger der Zahlenwert $L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ desto besser die Trittschalldämmung.

Für die Schallschutz-Planung im Altbau wird die Hilfe eines Bauakustikers zur Schadens-



Sanierung eines Hauses

Fotos: Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.

vorher



nachher

analyse und zur Erarbeitung von wirtschaftlich vertretbaren Sanierungskonzepten empfohlen.

Bei der Planung von Verbesserungen kommt erschwerend hinzu, dass der Schall nicht nur über das Trennbauteil, sondern auch über flankierende Bauteile übertragen werden kann. Deshalb dürfen bei der Sanierung die Flankenbauteile nicht vergessen werden. Die Schalldämmung inklusive Flankenübertragung wird durch einen Strich am R bzw. L gekennzeichnet.

In der Bauakustik wird daher bei den Messgrößen unterschieden – mit oder ohne Flankenübertragung:

- $R_w, L_{n,w}$: bewertetes Schalldämm-Maß und bewerteter Norm-Trittschallpegel ohne Flankenübertragung (nur direkt übertragener Schall, Übertragungsweg Dd)
- $R'_{w}, L'_{n,w}$: bewertetes Schalldämm-Maß und bewerteter Norm-Trittschallpegel inklusive Flankenübertragung (direkt übertragener Schall, Übertragungsweg Dd, und Flankenschall, Übertragungswege Df, Ff, Fd).

In alten Normen und Veröffentlichungen werden Ergebnisse zum Teil in veralteten Messgrößen angegeben, jeweils mit und ohne Strich:

Luftschallschutz:

- Luftschallschutzmaß LSM:
 $R_w = LSM + 52 \text{ dB}$
- mittleres Schalldämm-Maß:
 $R_m \approx R_w - 2 \text{ dB}^*$

Trittschallschutz:

- Trittschallschutzmaß TSM:
 $L_{n,w} \approx 63 \text{ dB} - TSM$

* das R_m wurde speziell bei Fenstern verwendet, weil die LSM-Werte von Fenstern negativ sind, d.h. bei -10 bis -20 dB liegen.

Dämmstoffe zur Schalldämmung

In den meisten Bauteilen werden zur Wärme- oder Schalldämmung Dämmplatten aus

Mineralfaser eingesetzt. In vielen Fällen können auch andere Dämmstoffe eingesetzt werden, ohne dass sich die bauphysikalischen Eigenschaften verschlechtern. Es ist auf jeden Fall zu beachten, dass hier genormte Dämmstoffe (z.B. Kokosfaserdämmplatten nach DIN V 18165-1:2002 und DIN 18165-2:2001 oder Holzfaserdämmplatten nach DIN 68755-1:2000 und DIN 68755-2:2000) oder Dämmstoffe mit einer bauaufsichtlichen Zulassung eingesetzt werden, siehe auch [hh 4/5/1]. Die bauphysikalischen Kenndaten zum Wärme-, Schall- und Brandschutz sind von den jeweiligen Herstellern zu erfragen. Im Zweifelsfall sollten die Konstruktionen jedoch von einem Fachmann geprüft werden.

3.2.3 Brandschutz

Für die Bewertung der Bausubstanz und die darauffolgende Festlegung der bautechnischen Maßnahmen müssen die grundsätzlichen Ziele des Brandschutzes bekannt sein. Diese umfassen im wesentlichen drei Aspekte:

1. Personensicherheit
2. Sachwertschutz (Objektschutz, Unternehmensschutz/-sicherheit)
3. Umweltschutz.

Die Grundlagen des Brandschutzes sind in [hh 3/4/1] ausführlich erläutert.

Vorbeugender baulicher Brandschutz

Bei der Altbauertüchtigung bezieht sich der vorbeugende Brandschutz fast ausschließlich auf bauliche und technische Maßnahmen an der Gebäudesubstanz. Gebäudeausdehnung, Abstände zu Nachbargebäuden und die Zugänglichkeit für die Feuerwehr sind im Regelfall bereits festgelegt. Der Einfluss auf Flucht- und Rettungswege ist gering. Bei Nutzungsänderung muss anhand der baulichen Gegebenheiten festgestellt werden, ob die Substanz hierfür geeignet ist

bzw. ob sich die Substanz mit vertretbarem Aufwand den neuen Gegebenheiten anpassen lässt.

Organisatorischer Brandschutz

Eine ergänzende Maßnahme zur Erfüllung der Schutzziele ist der organisatorische Brandschutz, der es im Brandfall ermöglicht, effektiv auf einen Entstehungsbrand zu reagieren und Maßnahmen zu treffen, die eine schnelle Rettung der Anwesenden sicherstellen.

Brandschutzplanung im Altbau

Ein Planungsablauf zur brandschutztechnischen Ertüchtigung im Rahmen einer Altbaumodernisierung oder -umnutzung ist in *Tabelle 3.2* dargestellt.

Anhand der Bauzustandsanalyse, der gewünschten Umbaumaßnahmen und eines Abgleichs mit den baurechtlichen Anforderungen an das Gebäude kann festgestellt werden, was geändert werden soll, was geändert werden muss und was nicht geändert werden darf. Dabei werden oft Diskrepanzen zwischen den gestellten Anforderungen und den geltenden Bauordnungen und Richtlinien deutlich. Außerdem wird erkannt, welche Ertüchtigungsmaßnahmen mit vertretbarem Aufwand durchgeführt werden können.

Darüber hinaus muss die Brandschutzplanung mit den statischen Anforderungen bzw. Möglichkeiten und den bauphysikalischen

Tabelle 3.2 Planungsablauf zur Erarbeitung von Brandschutzmaßnahmen im Altbaubestand

<ol style="list-style-type: none"> 1. Baurechtliche Bewertung des Gebäudes <ul style="list-style-type: none"> • Art des Gebäudes • Geschosshöhe, Nutzungseinheiten • Gebäudeklasse nach LBO • Gebäudeabschnitte • Gebäude besonderer Art und Nutzung • Grenzabstände, Grenzbebauung 2. Feststellen der Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> • Liegt Bestandsschutz vor? • Ist der Denkmalschutz maßgebend? • Anforderungen an Bauteile nach LBO • Anforderungen gemäß Sonderbauverordnungen und -richtlinien 3. Bauzustandsanalyse <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme der Gebäudesubstanz, Bauteilaufbauten • Raumaufteilung, vorhandene Flucht- und Rettungswege • Überprüfung von Grenzabständen, Nachbarbebauung 4. Bewertung der Bausubstanz <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung hinsichtlich der brandschutztechnischen Anforderungen • Abstimmung mit Statik, Wärme- und Feuchteschutz, Schallschutz • Aufdecken von Defiziten 5. Ertüchtigungsmaßnahmen planen, ggf. Kompensation von Defiziten <ul style="list-style-type: none"> • Bauteile definieren • Rettungswege planen • Gebäude- bzw. Brandabschnitte einteilen • Einrichtungen für die Feuerwehr herstellen • ggf. Einplanen von Anlagentechnik wie z.B. Rauchmelder, RWA-Anlagen, Sprinkleranlagen • ggf. zusätzliche Fluchtmöglichkeiten schaffen 6. Individuelles Brandschutzkonzept abstimmen <p>Abstimmung der Kompensierungsmaßnahmen, des Rettungskonzepts und des Brandschutzkonzepts mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • zuständigem Bauamt, Bauaufsicht • Feuerwehr • beteiligten Fachplanern • Bauherrschaft, Nutzern • Schadenversicherern. <p>Eine Checkliste zur Brandschutzplanung ist in Form eines Ablaufplans in [hh 3/4/1] enthalten.</p>

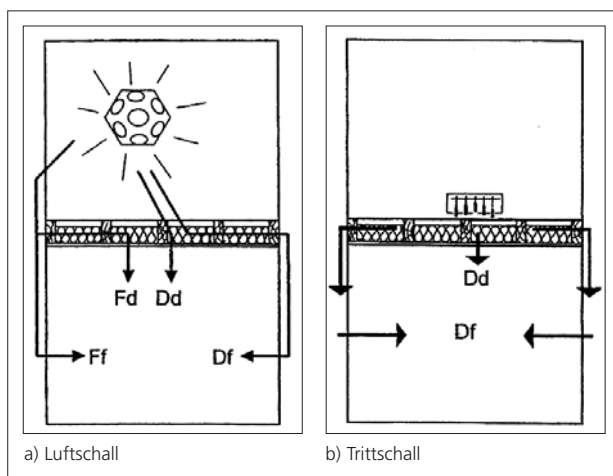


Bild 3.4 Flankenübertragung: Schallübertragungswege bei Luft- und Trittschallübertragung

schen Randbedingungen abgestimmt werden. Können bestimmte baurechtliche Anforderungen nicht erfüllt werden, müssen Alternativlösungen in Form eines individuellen Brandschutzkonzepts gefunden werden.

Individuelles Brandschutzkonzept

Ziel der Erarbeitung eines individuellen Brandschutzkonzepts ist es, die Schutzziele trotz nicht eingehaltener baulicher Vorschriften zu erreichen. Hierbei muss eine enge Abstimmung mit den beteiligten Planern und Behörden stattfinden. Die bautechnische Überwachung der Ausführung durch Fachplaner ist ebenso wesentlicher Bestandteil einer Brandschutzmaßnahme wie die Wartung der Anlagen. Hierfür müssen Verantwortlichkeiten festgelegt werden.

3.3 Bauphysikalische Bewertung

3.3.1 Schallschutz

Im Bereich der Altbausanierung trifft man die verschiedensten Dach-, Decken-, Wand- und Treppenkonstruktionen aus dem Massiv- und dem Leichtbau an. Die heutigen Mindestanforderungen werden im Altbau oft nicht erreicht.

Da die Schalldämmung der Bauteile von den besonderen Konstruktionsmerkmalen und dem Erhaltungszustand beeinflusst wird, können im Rahmen dieser Publikation nur grobe Richtwerte und Einschätzungen angegeben werden.

Orientierende Beurteilung der Schalldämmung

Die Tabelle 1 (Kapitel 3) der VDI 4100 [VDI 4100:1994] ist eine Grundlage für eine orientierende Beurteilung.

Werden die Mindestanforderung der DIN 4109 an die Luftschalldämmung im Mehrfamilienhaus erfüllt, so kann ein Gespräch in Zimmerlautstärke in der Nachbarwohnung zwar gehört, aber nicht verstanden werden. Voraussetzung ist ein Grundgeräuschpegel von ca. 20 dB(A). In sehr ruhigen Mehrfamilienhäusern kann der Grundgeräuschpegel wesentlich kleiner sein. In diesen Fällen ist ein Gespräch in Zimmerlautstärke in der Nachbarwohnung zu verstehen.

Zur Trittschalldämmung heißt es in der oben genannten Tabelle, dass auch dann, wenn die Mindestanforderungen der DIN 4109 erfüllt sind, Geh-Geräusche als störend empfunden werden.

Nicht immer ist die trennende Wand oder Decke alleine die Ursache schlechter Schalldämmung – die Ursache können auch die flankierenden Wände oder Decken sein.

Zur orientierenden Ortung der Quelle wird dem Fachmann die Analyse mit einem Stethoskop empfohlen.

Beurteilung, wenn der Aufbau bekannt ist
Wenn der genaue Aufbau der Bauteile bekannt ist, kann ein Fachmann mit Hilfe von Beispielsammlungen, empirischen Formeln, Diagrammen und Tabellen (z.B. [DIN 4109/Bbl1:1989] und [hh 3/3/3]) die Schalldämmung von Bauteilen abschätzen. Voraussetzung ist allerdings, dass das Bauteil in einem schadensfreien Zustand vorliegt. Im Altbau fehlen jedoch meist die genauen Informationen: Art des Materials, Materialdicke, Abmessungen, Querschnitte, Rohdichte, Angaben zu den Verbindungsmitteln, Dichtungen etc.

Güteprüfung

Eine genaue, zuverlässige und verbindliche Dokumentation und Mängelanalyse kann nur durch eine Schalldämmprüfung vor Ort (Güteprüfung nach DIN 4109) erfolgen. Die maßgebenden Prüfnormen für die Güteprüfung von Dächern, Decken und Wänden sind die DIN EN ISO 140-04, 05 und 07 (Ausgabe 1998). Empfohlen werden zusätzlich Diagnosemessungen und Messungen mit provisorisch abgeschotteten Wänden.

Dächer

Steildächer ohne Wärmedämmung in Altbauten haben eine niedrige Schalldämmung ($R_w < \text{ca. } 17 \text{ dB}$). Die Schalldämmung von wärmedämmten Steildächern in der Altbausubstanz hängt stark von der speziellen Konstruktion (Gesamtdicke, Art der Dämmung, Dichtheit, Dachsteine) ab: $30 \text{ dB} \leq R_w \leq 45 \text{ dB}$.

Holzbalkendecken

Die Schalldämmung von Holzbalkendecken in Altbauten wird oft beanstandet.

K. Gösele [Gösele 1989] gibt für nicht sanierte geschlossene Holzbalkendecken im Altbau auf Grundlage einer großen Messserie Schalldämmwerte an:

$$45 \text{ dB} \leq R'_w \leq 54 \text{ dB} \text{ und}$$

$$58 \text{ dB} \leq L'_{n,w} \leq 71 \text{ dB.}$$

Damit werden die Anforderungen an die Schalldämmung nach DIN 4109 von 1989 nicht eingehalten. D.h. Verbesserungsmaßnahmen müssen immer dann durchgeführt werden, wenn der Bestandsschutz nicht greift.

Massive Wände

Verputzte Massivwände aus gemauerten Ziegeln verhalten sich schalltechnisch relativ günstig. Entscheidend ist die flächenbezogene Masse m' in kg/m^2 .

Je nach Aufbau werden bewertete Schalldämm-Maße von $42 \text{ dB} \leq R'_w \leq 57 \text{ dB}$ erreicht. Als kritisch können sich hier die Schallübertragungen über flankierende Bauteile erweisen, wenn die flankierenden Bauteile als leichte Massivwände ($m' < 300 \text{ kg/m}^2$) ausgeführt werden. Eine Prognose der Schalldämmung kann oft mit Hilfe des Bbl.1 der DIN 4109 erfolgen.

Fachwerkwände

Bei Fachwerkwänden wird die Schalldämmung neben der Art und Masse des Fachwerks und der Ausfachung auch entscheidend von der Abdichtung der Fugen zwischen Fachwerk und Ausfachung beeinflusst. Eine einfache Fachwerkwand mit einer gemauerten Ausfachung kann ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 40 \text{ dB}$ erreichen, wenn die Wand auf einer Seite vollständig verputzt und auf der anderen Seite nur im Gefachbereich verputzt wird. Unverputzt werden sich je nach Fugenanteil Schalldämm-Werte $R_w \leq 30 \text{ dB}$ ergeben [Holtz u.a. 1991 und Leschnik u.a. 1995]. Einfache Fachwerkwände ohne Vorsatzschalen sind zum Einsatz als Wohnungstrennwände ungeeignet. Auch als Außenwände sind sie bei höheren Lärmbelastungen (bei maßgeblichen Außenlärmpegeln $\geq 65 \text{ dB(A)}$ nach DIN 4109) nicht geeignet.

Fenster

Für den Schallschutz von Außenbauteilen spielt die Schalldämmung der Fenster eine sehr große Rolle. Unsanierte einfache Dreh- oder Dreh-Kipp-Fenster sowie Dachflächenfenster haben eine Schalldämmung von $18 \text{ dB} \leq R_w \leq 25 \text{ dB}$ [Froelich 2000 und Neumann 1997 und Holtz u.a. 1974–2001]. Alte Kastenfenster mit einer Dichtung haben eine Schalldämmung von $30 \text{ dB} \leq R_w \leq 37 \text{ dB}$. Kastenfenster haben im niedrigen Frequenzbereich (Straßenverkehrslärm) um ca. 10 dB bessere Schalldämmwerte als neue Fenster mit einfachem Isolierglas (Aufbau 4 mm Floatglas – 12 mm Scheibenzwischenraum – 4 mm Floatglas). Daher sollte vor dem Ausbau alter, insbesondere gut erhaltener Kastenfenster sorgfältig geprüft werden, ob ein Ersatz durch einfache Isolierglasfenster empfohlen werden kann.

Maßgebend für den Schallschutz ist immer die resultierende Schalldämmung $R_{w,res}$ von Fenster + Wand, bzw. von Dachflächenfenster + Dachfläche [DIN 4109/Bbl1:1989].

3.3.2 Brandschutz

Dächer

An die Feuerwiderstandsdauer werden bei üblicher Nutzung für Wohnzwecke im Ein-

und Zweifamilienhaus in der Regel keine Anforderungen gestellt. Höhere Anforderungen können an Gebäude besonderer Art und Nutzung oder an Gebäude in verdichteter Bauweise gestellt werden, z.B. bei giebelständigen Reihenhäusern. Die geforderten Feuerwiderstandsklassen gehen aus den jeweiligen Bauordnungen und Richtlinien hervor. Ausnahmen und Befreiungen können unter bestimmten Umständen erteilt werden (z.B. § 68 LBO NRW).

Die Feuerwiderstandsklassen von Dächern (Dachaufbauten) aus Holz und Holzwerkstoffen sind in DIN 4102-4 Abschnitt 5.4 angegeben. In den Abschnitten 5.5 bis 5.7 sind die Feuerwiderstandsklassen für Holzbalken (z.B. Pfetten), Holzstützen und Holz-Zugglieder (z.B. Kehlbalken) angegeben. Die wichtigsten Einflussgrößen für den Feuerwiderstand von Dächern sind:

- Dachbekleidung innen
- Sparrenabstände (Spannweiten der unteren Bekleidung)
- Brandeigenschaften der Dämmmaterialien und Dämmstärke
- Querschnitt von freiliegenden Dachsparren und deren Schnittgrößen
- Baustoffe, Querschnittswerte, Schnittgrößen tragender Dachbauteile (Pfetten, Stützen etc.).

Decken

Geschossdecken sind hinsichtlich des Brand-schutzes von besonderer Bedeutung, da sie häufig Wohneinheiten voneinander trennen. Eine Brandweiterleitung im Mehrfamilienhaus über die Geschosse hinweg hätte katastrophale Folgen.

Die Qualität von Geschossdecken bezüglich ihrer statischen und bauphysikalischen Eigenschaften streut erheblich. Zu analysieren ist der Bestand hinsichtlich

- der tragenden Rohdecke
- des Fußbodenaufbaus
- der unteren Deckenbekleidung.

Oftmals wird der Zustand der tragenden Rohdecke vollständig erst während der Baumaßnahme sichtbar. Zur Sicherstellung der angenommenen Eigenschaften muss die Decke gegebenenfalls vorab in Teilbereichen geöffnet und kontrolliert werden.

Entsprechend den Bestimmungen in DIN 4102 werden Decken bei einseitiger Brandbeanspruchung jeweils von der ungünstigeren Seite beurteilt. Maßgebend für die Klassifizierung nach DIN 4102 Teil 4 ist im Regelfall eine Brandbeanspruchung von der Unterseite, da die Deckenoberseite durch den Fußbodenaufbau ausreichend geschützt ist. Im Folgenden sind stichwortartig die grundsätzlich zu prüfenden Anforderungen an Holzdecken aufgeführt:

- Bei vollständig freiliegenden Holzbalken ist ein Nachweis des durch Abbrand reduzierten Querschnitts der Holzbalken und der Rohdeckenbekleidung zu führen.
- Bei (vollständig) nicht sichtbaren Holzbalken sind die Deckenbekleidung (Unterdecke) und der Deckenzwischenraum zu beurteilen.
- Bei teilweise freiliegenden Holzbalken sind die Zwischenraumbekleidung und der freiliegende Holzbalken auf ihren Brandwiderstand unter Berücksichtigung des Abbrandes zu überprüfen.
- Die Breite von Holzrippen bei Holztafeldecken muss $b \geq 40$ mm sein. Bei kleineren Rippenbreiten werden besondere Nachweise erforderlich.
- Platten- und Brettschalungen müssen eine geschlossene Fläche bilden, sind also nicht auf Lücke zu verlegen.
- Bei Holzwerkstoffen als brandbeanspruchter Beplankung sind Mindestdicken und die geforderte Rohdichte von $\geq 600 \text{ kg/m}^3$ einzuhalten. Profilierungen sind nicht erlaubt.
- Bei mehrlagigen Beplankungen müssen Stöße versetzt angeordnet sein.
- Brandschutztechnisch notwendige Dämmschichten müssen dicht eingebaut sein und sollen einen Schmelzpunkt $T \geq 1000^\circ \text{ C}$ aufweisen.
- Bei raumabschließenden Decken $\geq F 30$ ist stets ein schwimmender Estrich oder Fußboden zum Schutz gegen Brandbeanspruchung von oben erforderlich.

Putzdecken in Altbauten

Die Deckenunterseite ist oftmals mit einer Putzdecke zunächst unbekannter Feuerwiderstandsdauer bekleidet. Allerdings kann anhand von Material, Putzträger, Spannweite, Dicke und Befestigung das Verhalten bei Brandbeanspruchung und die Feuerwiderstandsdauer abgeschätzt werden. Tabelle 63 in DIN 4102-4 enthält Angaben über Holzbalkendecken mit Putzbelegung zum Erzielen eines F 30-Bauteilwiderstandes.

Holzdecken mit Einschubböden

Anstelle einer notwendigen Dämmschicht können auch Einschubböden mit Lehm-schlag mit einer Dicke $d \geq 60$ mm verwendet werden. Die Feuerwiderstandsdauer solcher Einschubböden beträgt zwischen 9 und 25 Minuten. Durch eine unterseitige Bekleidung kann die Feuerwiderstandsdauer noch verbessert werden.

Wände

Bei der Analyse der Gebäudesubstanz ist für den Abgleich mit den für die Umnutzung

geltenden Anforderungen die Ermittlung der vorhandenen Brandschutzeigenschaften erforderlich. Während die Ermittlung des Feuerwiderstands bei massiven Bauteilen i.d.R. einfach ist, stellt sich dies bei Mischkonstruktionen teilweise schwieriger dar. In DIN 4102-4 sind Wände entsprechend ihrer Materialien und Konstruktionsaufbauten klassifiziert. Danach können auch die meisten Altbauwände hinsichtlich ihres Feuerwiderstands beurteilt werden.

Fachwerkwände

Aufgrund ihrer Konstruktionsweise und der üblichen Querschnittsabmessungen erreichen ältere Fachwerkwände im Regelfall eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten. Im Einzelfall lassen sich auch wesentlich höhere Feuerwiderstandsdauern nachweisen. Die Gesamtkonstruktion eines Fachwerkhäuses wird jedoch kaum besser als F 30 sein, da für die Standsicherheit des Gebäudes maßgebende Anschlüsse und aussteifende Bauteile brandschutztechnisch meist unterdimensioniert sind [Kordina, Meyer-Ottens 1994]. Fachwerkwände und Wände in Holztafelbauart sind in den Tabellen 50 bis 54 der DIN 4102 Teil 4 klassifiziert.

Blockbohlenwände

Wände in Blockbohlenbauweise erreichen häufig die Feuerwiderstandsklasse F 30-B. Für die bei dieser Bauweise üblichen Gebäude im Einfamilienhausbereich ist das ausreichend. Der Brandwiderstand hängt von der Konstruktion (einfache oder zweifache Spundung), den Abständen aussteifender Bauteile und der vertikalen Belastung ab. Die maßgebenden Kriterien für eine F 30-B-Einstufung enthält DIN 4102-4, Tabelle 55.

Treppenräume

Da Treppen die wichtigsten Flucht- und Rettungswege sind, werden bei Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten an Treppenbauteile und an Wände von Treppenräumen besondere Anforderungen gestellt. Aufgrund der Bedeutung dieser Fluchtwege empfiehlt es sich, auch dann eine Prüfung des baulichen Brandschutzes vorzunehmen, wenn durch Bestands- oder Denkmalschutz hierfür eigentlich keine Erneuerungsmaßnahmen erforderlich sind.

Tragende Bauteile

Alle lastabtragenden Bauteile sind auf ihre Tragfähigkeit im Brandfall zu untersuchen. Werden brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile (Dächer, Decken, Wände) gestellt, so müssen deren tragende Bauteile wie z.B. Pfetten, Kehlbalken, Zugbänder, Stützen und Unterzüge dieselben Anforde-

rungen hinsichtlich des Feuerwiderstands erfüllen.

Die für die Bemessung im Brandfall (*siehe Kap. 5.2*) maßgebenden Kriterien sind:

- Art der Brandbeanspruchung
- Auslastung der Bauteile (Schnittgrößen)
- Materialien und Querschnittswerte.

Können die Feuerwiderstandsnachweise für bestehende Bauteile nicht erbracht werden, müssen Holzbauteile, aber auch Stahlträger und -stützen eine Brandschutzbekleidung erhalten.

DIN 4102-4 enthält in Abschnitt 5.5 die Tabellen 74 bis 83, aus denen sich die Mindestbreiten von Balken und Stützen bei unterschiedlicher Brandbeanspruchung und statischer Ausnutzung einfach ermitteln lassen. In Tabelle 84 werden Konstruktionsmerkmale genannt, wie durch eine Bekleidung Feuerwiderstandsklassen bis zu F 60-B erreicht werden können.

Verbindungen

Besonderes Augenmerk ist außerdem auf die Verbindungen zu richten, weil diese oftmals einen Schwachpunkt der Konstruktion darstellen. Insbesondere gefährdet sind sichtbare Verbindungen aus Stahlbauteilen, deren Festigkeit im Brandfall nach wenigen Minuten nachlässt und damit die Tragfähigkeit der eigentlich noch standfesten Holzbauteile gefährdet. In Kapitel 5.8 der DIN 4102-4 sind Angaben für die standardmäßig im Holzbau verwendeten Verbindungsmittel enthalten, aus denen sich der Feuerwiderstand ermitteln lässt.

3.4 Holzschutz

Vorbeugender Holzschutz

Für den vorbeugenden Holzschutz gelten die bauaufsichtlich eingeführten Normen DIN 68800-2:1996 und DIN 68800-3:1990. Neu einzubauendes Holz kann gegen Feuchtigkeit dauerhaft durch eine entsprechende baulich-konstruktive Gestaltung und bauphysikalische Maßnahmen geschützt werden. Im Wesentlichen geht es um das Fernhalten von Feuchtigkeit und die Vermeidung einer langdauernden Feuchteeinwirkung bzw. -entstehung (z.B. infolge Tauwasser). Die DIN 68800-3:1990 spricht in diesem Zusammenhang von einer unzuträglichen Veränderung des Feuchtegehalts immer dann, wenn die Voraussetzung für einen Pilzbefall geschaffen und die Brauchbarkeit der Konstruktion durch Quell- und Schwindvorgänge (z.B. Risse) beeinträchtigt wird. Die Möglichkeit eines Insektenbefalls wird unter bestimmten Voraussetzungen toleriert, wenn dadurch keine Gefahr für die Standsicherheit des Bauteiles besteht.

Zum vorbeugenden Holzschutz gehört neben der Einhaltung bewährter konstruktiver Grundsätze auch die Auswahl des Holzes (s. auch DIN EN 350-2). Nach Abschnitt 2.2 der DIN 68800-3:1990 kann auf chemischen Holzschutz bei den Gefährdungsklassen 1 bis 3 (4) verzichtet werden, wenn *resistente* Holzarten (nach DIN 68364) verbaut werden. Prinzipiell ist es dadurch möglich, mit einheimischen Hölzern und der richtigen Holzart bis zur Gefährdungsklasse 3 (4) ohne chemischen Holzschutz zu bauen. Das Holz muss dann aber splintfrei sein. Beim Einbau von Neuholz kommt es immer wieder zu Baumängeln, weil das Holz nicht auf die im Nutzungszustand zu erwartende Gleichgewichts- oder Ausgleichsfeuchte vortrocknet wurde (s. DIN 1052, Teil 1, Abschnitt 4.2 und EC 5, Teil 1-1, Abschnitt 3.1.5). Die Folge sind starke Rissbildung, Schwindverformungen, Schimmelbildung bis hin zur Verminderung der Trag- und Funktionsfähigkeit von Bauteilen und Verbindungen. Der Einbau von Konstruktionsvollholz ist hier zu empfehlen, hat es doch eine garantierte Holzfeuchte von $u = 15 \% \pm 3 \%$ (s. [hh 4/2/1]).

Bekämpfender Holzschutz

Bekämpfende Holzschutzmaßnahmen sind bei aktivem Befall des verbauten Holzes durch Schädlinge zu ergreifen. Diese Maßnahmen sind in der DIN 68800-4:1992 geregelt. Diese Norm ist nicht bauaufsichtlich eingeführt.

Voraussetzung für Bekämpfungsmaßnahmen ist gemäß Abschnitt 2.3 der DIN 68800-4 die eindeutige Feststellung der Art der Schadorganismen und des Befallsumfanges durch dafür qualifizierte Fachleute oder Sachverständige.

Die Bekämpfung eines Pilzbefalls ist in der Regel nur durch Entfernen des befallenen Holzes möglich. Hierbei ist ein Sicherheitszuschlag einzuhalten, der bei Echtem Hauschwamm 1,0 m über den sichtbar befallenen Bereich hinaus, bei Nassfäulepilzen 0,3 m beträgt. Bei Hausschwammbefall sind auch alle anderen, möglicherweise durchwachsenen Baustoffe wie Schüttungen, Putz, Fugenmörtel etc. in die Bekämpfungsmaßnahmen einzubeziehen. Gemäß DIN 68800-4, Abschnitt 4.2.2 und 4.2.4 soll sich der Sanierungsbereich im Mauerwerk einschließlich eventueller Putzentfernung auf 1,5 m in alle Richtungen vom letzten erkennbaren Pilzmyzel erstrecken.

Der Sicherheitszuschlag berücksichtigt die Tatsache, dass sich die Infektion und ein damit verbundener möglicher Festigkeitsverlust des scheinbar noch gesunden Holzes kaum feststellen lässt. In Ausnahmefällen (z.B. bei statischen Problemen von Balken-

konstruktionen) kann der Sicherheitszuschlag reduziert werden, sofern das verbleibende Holz nachweislich nicht infiziert ist. Hierzu sind i.d.R. mikroskopische Laboruntersuchungen notwendig.

Äußerst schwierig sind Bekämpfungsmaßnahmen bei denkmalgeschützten Holz- und anderen Bauteilen wie bemalten Holzbalken, Stuckdecken, Holztäfelung o.ä., die erhalten bleiben sollen. Da hier keine Maßnahmen bekannt sind, die einen sicheren Abtötungserfolg des Pilzes gewährleisten, besteht ein mehr oder weniger großes Risiko des Wiederauflebens, über das der Auftraggeber schriftlich aufzuklären ist (s. auch [WTA 1991]). Die Bekämpfung eines Befalls durch holzerstörende Insekten ist nach entsprechenden Vorarbeiten durch chemische Maßnahmen, durch Anwendung des Heißluftverfahrens oder in besonderen Fällen durch Anwendung von Begasungsverfahren möglich.

Sofern das Holz bis 1978, z.T. bis Ende der 80er Jahre, chemisch vorbeugend geschützt oder bekämpfend behandelt wurde, besteht die Gefahr einer Belastung durch Pentachlorphenol (PCP). Hier ist die bauaufsichtlich eingeführte „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden“ [PCP-Richtlinie 1996] zu beachten.

Dokumentation chemischer Holzschutzmaßnahmen

Alle Holzschutzmaßnahmen sind gemäß DIN 68800-4 zu dokumentieren und an einer sichtbar bleibenden Stelle des Bauwerkes auszuhängen.

Für die vorbeugende Behandlung tragender und aussteifender Bauteile sind nur bauaufsichtlich zugelassene Holzschutzmittel zu verwenden (lt. aktuellem Holzschutzmittelverzeichnis des DIBt).

3.5 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, Festigkeit, Festigkeitsklasse, Tragfähigkeit der Verbindung, Randabstände, notwendige Abminderungen, Querschnittsschwächungen oder Erhöhungen der Tragfähigkeit) in dem speziellen Fall zutreffend sind (s. *Bild 3.3* und *Bild 3.5*). So können bzw. müssen diese Annahmen vom Tragwerksplaner vor Ort genauer analysiert werden. Der Tragwerksplaner sollte in jedem Fall eine genaue geome-

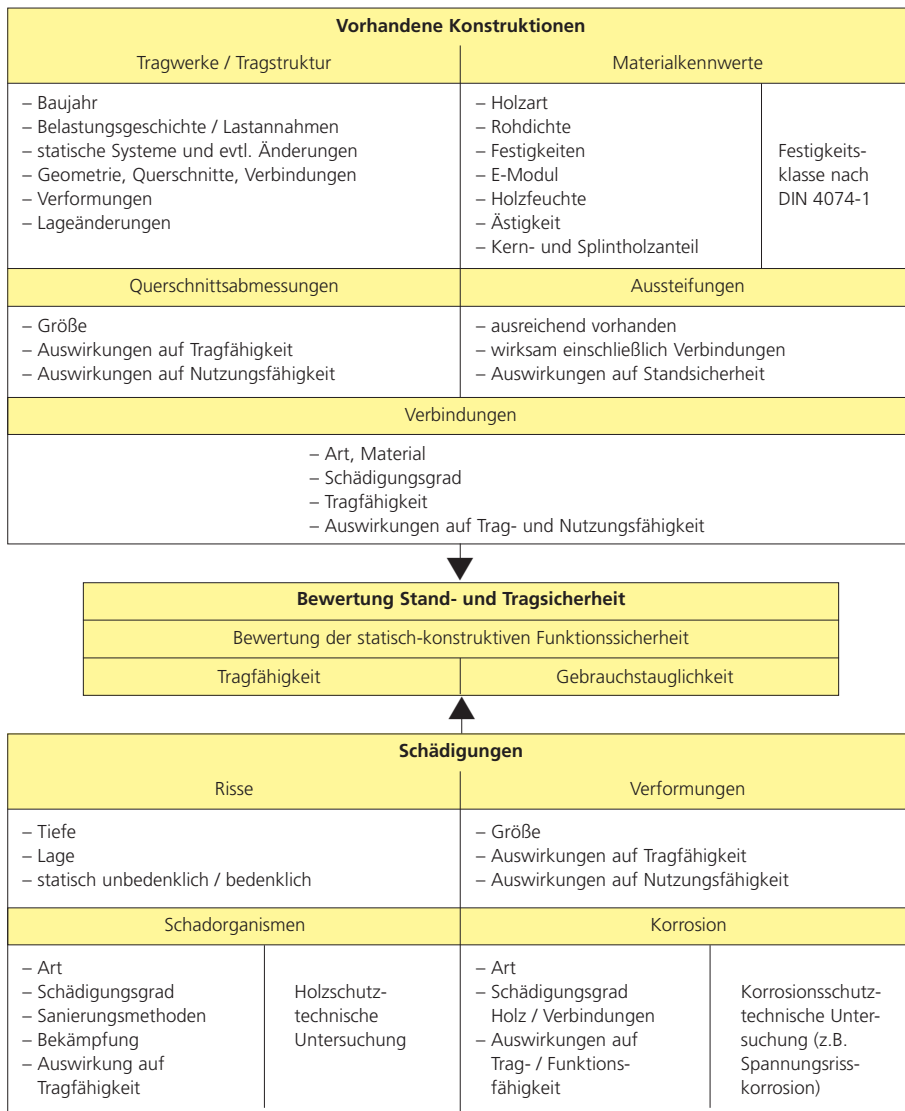


Bild 3.5 Beurteilung der Standsicherheit, Trag- und Nutzungsfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit von Holzkonstruktionen in Altbauten

trische Erfassung der wesentlichen Bauteile und Verbindungen selbst vornehmen und diese zeichnerisch exakt dokumentieren. Unerlässlich ist hierbei die exakte Feststellung der Struktur des Lastabtrages mit den maßgebenden Verbindungen und Aussteifungen sowie der einflussgebenden Verformungen. Besonders wichtig ist dabei auch die Festlegung der in realistischer Näherung anzunehmenden statischen Systeme und der maßgebenden Beanspruchungen bzw. Belastungen (siehe auch [Görlacher 1999]). Erst nach einer genaueren in-situ-Prüfung der verbauten Holzqualitäten und einflussgebenden Bauschäden kann die Tragfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit der Altbauanteile mit den vorgenannten Neubaunormen rechnerisch nachgewiesen werden. Zur Feststellung der vorliegenden Fest-

tigkeitsklasse und eventuell vorliegender festigkeitsbeeinflussender Schädigungen (z.B. Kernfäule bei Deckenbalken) sind unter Umständen spezielle Untersuchungen vor Ort durchzuführen (s. auch Tab. 3.1). Grundsätzlich muss ebenfalls geprüft werden, welche Normanforderungen nicht eingehalten werden können. Dies erfordert eine Standsicherheitsuntersuchung zum Zeitpunkt vor der Sanierung und Instandsetzung sowie eine Untersuchung unter Berücksichtigung künftiger Nutzeranforderungen. Danach kann ein fundiertes Standsicherheitskonzept entwickelt werden, das Vorschläge für Instandsetzungen, Entlastungen, Verstärkungen, Änderungen in der Tragstruktur oder auch die begründete Abweichung von Neubaunormen und -grenzverformungen enthält.

4. Bauphysikalische Ertüchtigung der Altbausubstanz

4.1 Dachkonstruktionen

4.1.1 Vorbemerkungen

Das traditionelle Dach ist geneigt und hat eine Dacheindeckung aus Tonziegeln, später Betondachsteinen, Schiefer, seltener aus Holzschindeln oder Reet (auch Riet, Stroh, Schilf). Der Dachraum oder der Spitzboden wurde früher als Speicher zur Lagerung von Vorräten oder als Abstellraum benutzt. Anforderungen an Wärme-, Brand- und Schallschutz gab es keine. Im Zuge höherer Bau- und Grundstückskosten und der damit verbundenen Wohnausnutzung des Dachraums sowie höherer Energiekosten sind mit dem Um- und Ausbau der Dachgeschosse erhöhte Anforderungen an die Dachkonstruktion zu stellen.

Trotz erheblicher Verlagerung der Wahl der Wandbaustoffe zu Stein und Beton im letzten Jahrhundert sind die üblichen geneigten Dächer zimmermannsmäßig als Holzkonstruktion ausgeführt. Diese werden hinsichtlich ihrer bauphysikalischen Bedeutung im Folgenden behandelt. Flachdächer mit Massivdecken sind hinsichtlich des Brand- und Schallschutzes meist unproblematisch, bei Aufstockung ist die Dachdecke als Geschossdecke zu betrachten, es sind die entsprechenden statischen und bauphysikalischen Anforderungen zu beachten.

4.1.2 Wärme- und Feuchteschutz

Bei der Wärmedämmung von Dächern ist zu unterscheiden zwischen der

- Sanierung bestehender Dächer und
- dem erstmaligen Ausbau eines Dachgeschosses zu Aufenthaltsräumen.

Ist im Falle der Sanierung und bei einer Wohnraumerweiterung unter 30 m³ Luftvolumen ein Wärmedurchgangskoeffizient gemäß Tab. 2.2 einzuhalten, so müssen bei Schaffung neuen Wohnraums über 30 m³ für die neuen Bauteile die Anforderungen für neu zu errichtende Gebäude eingehalten werden.

Die gebräuchlichste Art der Wärmedämmung von Dächern ist eine *Zwischensparrendämmung*. In alten Dächern kann man teilweise Unterdächer mit und ohne Unterspannbahn finden. Die Sparrenhöhen sind für die erforderlichen Dämmstoffstärken häufig nicht ausreichend. Teilweise ist eine alte, diffusionsdichte Unterspannbahn oder ein Unterdach vorhanden. Dadurch reduziert sich die mögliche Einbauhöhe für den Dämmstoff. Eine seitliche Verstärkung der Sparren durch ein Beiholz ermöglicht eine Erhöhung der Tragfähigkeit und schafft die Voraussetzung für höhere Dämmschicht-

dicken. Der Dämmstoff zwischen Sparren und raumseitiger Beplankung mildert als positiver Nebeneffekt die Wärmebrückenwirkung der Sparren. Eine Alternative bietet eine Sparrenaufdopplung. Beispiele hierfür finden sich in *Tabelle 4.1*.

Bei fehlender Unterspannbahn oder sonstigem Unterdach ist zu prüfen, ob bei ausreichender Dachneigung die Dacheindeckung noch soweit intakt ist, dass auf ein Unterdach verzichtet werden kann. In diesem Fall kann mit einem wasserabweisenden Dämmstoff der Hohlraum bis zur Querlatte verfüllt werden.

Häufig findet man Dachausbauten mit

- Bimsstein-Gipsdielen,
- verputztem Schilfrohr,
- dünnen Leichtbauplatten,
- mangelhaft verlegten Randleistenmatten aus Faserdämmstoffen,
- defekten oder fehlenden Dampfsperren und Winddichtheitsschichten in Verbindung mit Profill Brettern.

In diesen Fällen kann eine Sanierung beispielsweise durch eine *Untersparrendämmung* erfolgen. Zur Erhöhung der Dämmwirkung der Konstruktion wird eine rechtwinklig zur Sparrenlage laufende Lattung angebracht. Die zweite Dämmstofflage wird dann zwischen diesen Hölzern eingebracht. Ist innerhalb der Konstruktion eine Dampfsperre oder eine diffusionsdichte Unterspannbahn vorhanden, muss raumseitig eine zusätzliche, auf den Feuchtetransport abgestimmte Dampfsperre angeordnet werden. Auf eine fachgerechte Planung und Ausführung, insbesondere bei der Luftdichtheitsschicht, ist zu achten. Sicherheit über den Zustand der Luftdichtheitsschicht bietet eine Blower-Door-Messung [DIN EN 13829:2000], die auch die Auffindung von Leckagen im Bereich von Bauteilanschlüssen erlaubt. Eine *Aufsparrendämmung* ist nur dann sinnvoll, wenn eine komplette Neueindeckung des Daches notwendig ist. Die Konstruktionsart erfordert eine Anpassung aller Dachrandanschlüsse (Dachrinnen, Schornsteine, Dachfenster, Orgänge von Brandwänden, etc.) auf Grund der neuen Konstruktionshöhe. Bei freistehenden Einfamilienhäusern ist dies häufig möglich. Als Einzelmaßnahme bei Reihenhäusern scheidet diese Art im Allgemeinen aus.

4.1.3 Schallschutz

Bei der Sanierung von Steildächern im Altbau sind zwei Anforderungen zu beachten:

- die Transmissionsschalldämmung gegen Außenlärm
- die Schall-Längsdämmung über die Dachfläche.

Schalldämmung gegen Außenlärm

Eine Schalldämmung ist nur bei hohen Außenlärmpegeln (Verkehrslärm, gewerblicher Lärm) relevant. In den meisten Fällen spielt die Schalldämmung der Dachfläche gegenüber den anderen bauphysikalischen Anforderungen des Brand- und Wärmeschutzes eine untergeordnete Rolle. Die zu erwartenden Schalldämm-Maße von sanierten Steildachvarianten sind in *Tab. 4.1* angegeben. Falls auf das Erreichen einer Mindest-Schalldämmung Wert gelegt wird, sind folgende Punkte zu beachten [Holtz u.a. 2001]:

- Dachdeckung: verfalzte Dachsteine (z.B. Frankfurter Pfanne) oder Biberschwanz-Ziegel. Falls die alte Dachdeckung erhalten bleiben soll, ist darauf zu achten, dass deren Dichtheit der einer neuen Dachdeckung gleichwertig ist.
- Wärmedämmung: Faserdämmstoff nach DIN V 18165-1:2002, längenbezogener Strömungswiderstand $r \geq 5 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^4$ oder geeignete Holzweichfaser- oder Zellulosedämmung
- Innere Beplankung: 12,5 mm dicke Gipskartonplatte oder Gipsfaserplatte, die Gipsbauplatten müssen im Stoß verspachtelt werden. Empfohlen werden zwei Lagen dieser Platten mit überlappenden Stößen.

Dachgeschoss mit mindestens zwei Wohnungen

Die Schall-Längsdämmung an einem Trennwandanschluss ist zu beachten, wenn sich im Dachgeschoss mehr als eine Wohnung befindet. Die Schalldämmung der Wohnungstrennwand darf nicht verschlechtert werden durch eine Schall-Längsleitung über die Dachfläche und/oder Fugenschall durch Bauanschlussfugen. Für den Standardfall einer Wohnungstrennwand parallel zu den Sparren ist ein Ausführungsbeispiel des Trennwandanschlusses in *Bild 4.1* dargestellt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Anschlussfugen zwischen Dach und Wand, insbesondere zwischen Pfette und Trennwand, beidseitig dauerelastisch gedichtet werden.

Um ein Schalldämm-Niveau im Bereich der Mindestanforderungen nach DIN 4109:1989 zu garantieren, sind darüber hinaus folgende Punkte zu beachten [Holtz, Rabold u.a. 2001], siehe *Bild 4.1*:

- Als Wärmedämmung und Schallabsorber muss ein Faserdämmstoff oder geeigneter Holzweichfaser- oder Zellulosedämmstoff mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand von $r \geq 5 \text{ kN}\cdot\text{s}/\text{m}^4$ und einer Mindestdicke von 100 mm eingesetzt werden.

- Die Trennwand muss bis unter die Oberkante der Sparren geführt werden.
- Der Raum zwischen Dachdeckung und Trennwand ist vollständig mit Mineralwolle auszustopfen, d.h. bis dicht an die Dachdeckung heran [Holtz, Rabold u.a. 2001].
- Die innere Beplankung ist als 12,5 mm dicke Gipskartonplatte oder Gipsfaserplatte auszuführen, die Gipskarton- oder Gipsfaserplatten müssen im Stoß verspachtelt werden.
- Alle durchlaufenden Bauteile, insbesondere durchlaufende Pfetten sind zu trennen.

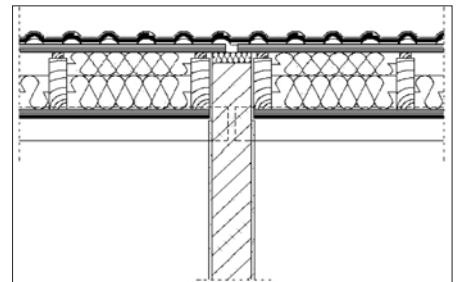


Bild 4.1 Trennwandanschluss als Prinzipskizze

4.1.4 Brandschutz

Verbesserungen hinsichtlich des Brandschutzes (der Feuerwiderstandsdauer) sind in der Dachfläche i.d.R. unkompliziert zu lösen. Besondere Sorgfalt in der Planung und Abstimmung mit den jedenfalls zu treffenden Verbesserungsmaßnahmen des Wärme-, Feuchte- und Schallschutzes und ggf. der statischen Ertüchtigung muss für alle Bauteilanschlüsse erfolgen. Dazu gehören Orgänge, Traufe, Gebäudetrennwand, Anschlüsse an die Kehlbalkeanlage und Dachdurchdringungen. Das Konstruktionsprinzip luftdichter Anschlüsse von innen sowie winddichter Ausführung von außen ist für den Brandschutz ebenso vorteilhaft wie für den Feuchte- und Wärmeschutz.

Anhand der in DIN 4102-4, Abs. 5.4 angegebenen Tabellen können für die verschiedensten Bauteilaufbauten Feuerwiderstandsklassen ermittelt werden (Bestandsanalyse). Umgekehrt können bei Anforderungen an den Feuerwiderstand die erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen anhand der Tabellen festgelegt werden.

Sofern Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile gestellt werden und diese durch die Bausubstanz nicht erfüllt werden können, müssen Ertüchtigungsmaßnahmen ergriffen werden. Da in der Regel mit der Modernisierung eine Verbesserung des Wärmeschutzes gewünscht wird, stehen im Dachbereich sowieso umfangreichere Umbaumaßnahmen an. Hierbei sind die folgenden Ertüchtigungsmaßnahmen zu prüfen:

Tabelle 4.1 Dachaufbauten

Zeile	Bezeichnung	Querschnitt	Baustoffe	Wärmeschutz 1)	Brandschutz	Schallschutz
1	<p>Steildach</p> <p><u>Bestand:</u> ungedämmte Dachkonstruktion mit Unterspannbahn</p> <p><u>Sanierung:</u> Sparrenverstärkung, Dämmung hinterlüftet, Bekleidung</p>		<p>10 Dachdeckung 8,9 Konterlattung, Lattung 7 Unterspannbahn 1 Sparren 6 Sparrenverstärkung nach statischen Gesichtspunkten (Konstruktionsvollholz) 5 Dämmung 4 Dampfbremse oder -sperre 3 ggf. Lattung 2 Beplankung (bei Schalldämmanforderung als Gipskarton- oder Gipsfaserplatte)</p>	<p>Anforderung gemäß EnEV 2002: $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 15 cm Wärmedämmung der WLG 040 $U_m = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Hinweis: Bei nahezu dampfdichter Unterspannbahn muss raumseitig eine Dampfsperre mit $s_d \geq 2 \text{ m}$ eingebaut werden.</p>	<p>F 30-B (4102-4 Tab. 69) 1 Abstand $l \leq 1250 \text{ mm}$ 2 Schalung (Bretter oder Bohlen), $d = 25 \text{ mm}$ 5 Mineralfaserdämmung $d \geq 80 \text{ mm}$, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>F 30-B (4102-4 Tab. 69) 1 Abstand $l \leq 1250 \text{ mm}$ 2 Profilbretter, $d = 16 \text{ mm}$ 4 Holzwerkstoffplatte, 20 mm, $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ 5 Mineralfaserdämmung $d \geq 80 \text{ mm}$, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>bei kleineren Sparrenabständen siehe Zeile 2</p>	<p>Bei 140 mm Faserdämmstoff²⁾ und 180 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 50 \text{ dB}$</p> <p>Bei 200 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 51 \text{ dB}$</p> <p>Bei 240 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 52 \text{ dB}$</p>
2	<p>Steildach</p> <p><u>Bestand:</u> ungedämmte Dachkonstruktion mit Unterspannbahn</p> <p><u>Sanierung:</u> Sparrenverstärkung, Dämmung hinterlüftet, Bekleidung</p>		<p>10 Dachdeckung 8,9 Konterlattung, Lattung 7 Unterspannbahn 1 Sparren 11 Sparrenverstärkung nach statischen Gesichtspunkten (Konstruktionsvollholz) 5 Dämmung 4 Dampfbremse oder -sperre 3 ggf. Lattung 2 Beplankung (bei Schalldämmanforderung als Gipskarton- oder Gipsfaserplatte)</p>	<p>Siehe Zeile 1</p>	<p>F 30-B (4102-4 Tab. 66 Z.1) 1 Abstand $l \leq 625 \text{ mm}$ 2 Gipskarton-Feuerschutzpl. $d = 12,5 \text{ mm}$ (GKF) 4 Holzwerkstoffplatte, $d = 16 \text{ mm}$, $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ 5 Dämmung mind. B2 sonst keine Anforderung</p> <p>F 30-B (4102-4 Tab. 66 Z.10) 1 Abstand $l \leq 625 \text{ mm}$ 2 Gipskarton-Feuerschutzpl. $d = 12,5 \text{ mm}$ (GKF) 4 Holzwerkstoffplatte, $d = 13 \text{ mm}$, $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ 5 Mineralfaserdämmung $d \geq 80 \text{ mm}$, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$</p> <p>bei größeren Sparrenabständen siehe Zeile 1</p>	<p>Bei 140 mm Faserdämmstoff²⁾ und 180 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 50 \text{ dB}$</p> <p>Bei 200 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 51 \text{ dB}$</p> <p>Bei 240 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 52 \text{ dB}$</p>
3	<p>Steildach</p> <p><u>Bestand:</u> gedämmte Dachkonstruktion mit Unterspannbahn</p> <p><u>Sanierung:</u> Sparrenverstärkung, Zusatzdämmung, neue Dampfsperre, Bekleidung</p>		<p>10 Dachdeckung 8,9 Konterlattung, Lattung 7 Unterspannbahn 1 Sparren 5 Dämmung, hinterlüftet 14 defekte Dampfsperre 11 Sparrenverstärkung nach statischen Gesichtspunkten (Konstruktionsvollholz) 5 Dämmung 4 Dampfbremse oder -sperre 3 ggf. Lattung 2 Beplankung (bei Schalldämmanforderung als Gipskarton- oder Gipsfaserplatte)</p>	<p>Anforderung gemäß EnEV 2002: $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 15 cm Dämmstoff der WLG 040 $U_m = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Hinweis: Bei dampfdichter Unterspannbahn (s_d bis 1000 m) und defekter dampfdichter alter Dampfsperre (s_d bis 1000 m) muss raumseitig eine Dampfsperre mit mindestens $s_d \geq 2 \text{ m}$ eingebaut werden.</p>	<p>F 30-B (4102-4 Tab. 66 Z.10) 4 Holzwerkstoff, 13 mm $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ 3 entfällt 2 Gipskarton-Feuerschutzplatte 15 mm (GKF) Sparrenabstand $l \leq 625 \text{ mm}$</p> <p>alternativ: 2 Gipskarton-Feuerschutzplatte 15 mm (GKF) 5 Mineralfaserdämmung $d \geq 80 \text{ mm}$, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ zul. Sparrenweite $l \leq 400 \text{ mm}$</p>	<p>Bei 140 mm Faserdämmstoff²⁾ und 180 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 50 \text{ dB}$</p> <p>Bei 200 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 51 \text{ dB}$</p> <p>Bei 240 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 52 \text{ dB}$</p>
4	<p>Steildach</p> <p><u>Bestand:</u> ungedämmte Dachkonstruktion mit Leichtbauplatte und Putz</p> <p><u>Sanierung:</u> Aufdachdämmung mit Schalung, Sparrenlage wird sichtbar</p>		<p>10 Dachdeckung 8,9 Konterlattung, Lattung 5 Dämmung 4 Dampfsperre 3 Schalung 1 Sparren 4 evtl. Dampfsperre (Bestand) 13 Leichtbauplatte 12 Putz 11 Unterdachplatte, diffusions-offen</p>	<p>Anforderung gemäß EnEV 2002: $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 14 cm oberseitiger Wärmedämmung der WLG 040 $U_m = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p>	<p>F 30-B (4102-4 Tab. 70 Z.1) 1 Mindestquerschnitt b/h nach Abs. 5.5 (DIN 4102-4) 3 Bretter oder Bohlen $d = 50 \text{ mm}$, Doppelnut</p> <p>F 30-B (4102-4 Tab. 70 Z.2/3) 1 Mindestquerschnitt (s.o.) 4 Holzwerkstoffplatte, $d = 40 \text{ mm}$, $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ 3 Holzwerkstoffplatte, $d = 30 \text{ mm}$, $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ als Fugenabdeckung (zwischen Sparren)</p> <p>F 60-B (4102-4 Tab. 70 Z.4/5)</p>	<p>Bei Aufdachdämmung 140 mm Faserdämmstoff²⁾ und $R_w \approx 41 \text{ dB}$</p> <p>Bei Aufdachdämmung 200 mm Faserdämmstoff²⁾ und $R_w \approx 42 \text{ dB}$</p> <p>Dachschalung: Nut-Feder- Bretter, Dicke $\geq 28 \text{ mm}$</p>
5	<p>Steildach, Sanierung von innen</p> <p><u>Bestand:</u> ungedämmte Dachkonstruktion ohne Konterlattung</p> <p><u>Sanierung:</u> Beiholz und Voll-dämmung, diffusions-offener Aufbau, Zellulosedämmung</p>		<p>1 Dachdeckung 2 Lattung 3 Sparren 4 Fliegende Konterlatte 5 Sparrenverstärkung nach statischen Gesichtspunkten (Konstruktionsvollholz) 6 Anschlagwinkel aus Holz 7 Unterdachplatte, diffusions-offen 8 Volldämmung 9 Dampfbremse 10 ggf. Lattung 11 Plattenbekleidung (bei Schalldämmanforderung als Gipskarton- oder Gipsfaserplatte)</p>	<p>Anforderung gemäß EnEV 2002: $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 15 cm Wärmedämmung der WLG 040 $U_m = 0,20-0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p>	<p>F 30-B (Prüfzeugnis Isofloc) 8 Dämmung z.B. Isofloc $d \geq 140 \text{ mm}$ 11 $2 \times 12,5 \text{ mm}$ GKF</p> <p>F 60-B (Prüfzeugnis Isofloc) 7 Holzwerkstoffplatte z.B. Celit 3D 8 Dämmung z.B. Isofloc $d \geq 150 \text{ mm}$ 11 $2 \times 12,5 \text{ mm}$ GKF</p> <p>Die Prüfzeugnisse der Hersteller sind zu beachten!</p>	<p>Bei 140 mm Faserdämmstoff²⁾ und 180 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 44 \text{ dB}$</p> <p>Bei 200 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 45 \text{ dB}$</p> <p>Bei 240 mm Faserdämmstoff²⁾ und 240 mm Gesamtsparrentiefe $R_w \approx 46 \text{ dB}$</p> <p>Unterdachplatte als bituminierte Holzweichfaserplatte oder als Bretterschalung</p>

1) Bedingung siehe [EnEV 2002], Anhang 3

2) Hohlraumdämmstoff: Mineralfaser oder geeignete Holzweichfaser- oder Zellulosedämmung

Dachbekleidung von innen

- Verwendung nichtbrennbarer Materialien, u.U. mehrlagige Beplankung der Dachfläche gemäß DIN 4102-4
- Bekleidung einer sichtbaren Sparrenlage, wenn der Querschnitt nach Abbrand statisch nicht ausreichend ist.

Dachdämmung

- Verbesserung der Dämmeigenschaften (Dämmstärke)
- Verwendung schwerentflammbarer Dämmung (B1-Zelluloseeinblasdämmung mit Prüfzeugnis) oder nicht brennbarer Dämmmaterialien (Mineralfaser nach DIN 18165-1, Schmelzpunkt $\geq 1000^\circ\text{C}$)

Sparrenabstände

- Verringerung der Sparrenabstände, um die Spannweiten der Bekleidung zu verringern. Dies ist oftmals mit den erforderlichen statischen Verbesserungen durch Zusatzsparren zwischen den vorhandenen Feldern zu erreichen.
- Diese Maßnahme reduziert außerdem den Ausnutzungsgrad, wenn die vorhandenen Sparrenquerschnitte statisch oder brandschutztechnisch (Abbrandquerschnitt) nicht ausreichend bemessen sind.

Technische Einbauten

Oftmals bietet es sich an, mit technischen Einbauten wie z.B. Rauchmeldern die Abweichung von den Forderungen der Bauordnung zu kompensieren. Dies ist im Einzelfall abzustimmen.

4.2 Deckenkonstruktionen

4.2.1 Vorbemerkungen

Bis Ende des 19. Jahrhunderts wurden Geschossdecken fast ausschließlich als Holzbalkendecken gebaut. Aufgrund der Feuchtigkeit wurden lediglich über Kellerräumen massive Decken (gemauerte Gewölbe) gebaut. Mit Einführung industrieller Verfahren zur Herstellung von Zement, Stahl, Beton und Ziegeln wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts zunächst Stahlsteindecken, später dann Stahlbetondecken verwendet. Trotz der im vergangenen Jahrhundert aufkommenden Massivbauweise wurden Geschossdecken aufgrund ihres geringen Eigengewichts und der schnellen Bauweise noch bis in die 70er Jahre auch in Mauerwerksbauten aus Holz gebaut. Diese Bauweise ist in der Mehrzahl der Altbauten als sichtbare oder bekleidete Holzbalkenkonstruktion vorzufinden. Dass die Holzbauweise inzwischen wieder zunehmend an Bedeutung gewinnt, liegt

sicherlich an der schnellen, energiesparenden Bauweise, aber auch an den mittlerweile ausgereiften Konstruktionen, mit denen neben gutem Wärmeschutz auch hervorragender Schallschutz und Brandschutz gewährleistet werden kann. Für die üblichen Anforderungen können Holzkonstruktionen, im besonderen auch Holzbalkendecken, vergleichbare und sogar bessere technische Eigenschaften als massive Ausführungen haben.

4.2.2 Wärme- und Feuchteschutz

Eine Übersicht über gängige Deckenkonstruktionen der vergangenen Jahrzehnte kann *Tab. 4.2* entnommen werden. Die wärmetechnischen Anforderungen an Wohnungstrenndecken leiten sich aus dem Mindestwärmeschutz ab. Der Wärmedurchlasswiderstand darf $0,35\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ nicht unterschreiten. Übliche Holzbalkendecken, z.B. Ausführung *Tab. 4.2*, aber auch Betondecken mit einer 2 cm dicken Trittschalldämmung erfüllen diese Bedingung ohne zusätzliche Maßnahmen.

Für Kellerdecken gegen unbeheizte Räume fordert die EnEV 2002 in Anhang 3 einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,40\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Dies entspricht einer Dämmstoffdicke von ca. 9 cm bei der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040.

Die einfachste Art der nachträglichen Wärmedämmung bei Massivdecken ist das Ankleben oder Andübeln von Dämmstoff an der Deckenunterseite. Einschränkungen bei der maximal möglichen Dämmstoffstärke können sich jedoch beispielsweise durch direkt unterhalb der Kellerdecke eingebaute Kellerfenster ergeben.

Installationsleitungen (z.B. Wasser, Heizung, Elektro) bedürfen beim nachträglichen Einbau von Dämmschichten einer besonderen Beachtung. Deckenleuchten müssen evtl. neu befestigt und deren Anschlüsse verlängert werden.

Gewölbte Kellerdecken (Kappen- oder Gewölbedecken) bedürfen einer Unter- oder Tragkonstruktion zur Anbringung des Dämmstoffs. Am sinnvollsten sind Unterkonstruktionen, die quer zu den Trägersystemen verlaufen, da die Abstände dieser Träger meist über 1 m betragen. Anderenfalls ist eine Querlattung vorzusehen, deren Abstand von der verwendeten Bekleidung (Gipskartonbauplatten, Gipsfaserplatten, o.ä.) abhängig ist.

Ein Verlegen des Wärmedämmstoffs auf dem Fußboden ist nur sinnvoll, wenn die hieraus resultierende Anpassung der Höhen möglich ist und ausreichende Raumhöhen vorhanden sind. Umfangreiche Folgearbeiten wie beispielsweise Türen kürzen, Heizkörper

höher setzen, ein Ausgleich der im Eingangsbereich der Wohnung entstehenden Absätze und Schwellen sind durchzuführen. Für Geschossdecken unter nicht ausgebauten Dachräumen fordert die EnEV 2002 einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,30\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Dies entspricht einer Dämmstoffdicke von ca. 13 cm bei der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040. Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist bei nicht genutzten Spitzböden eine effiziente und kostengünstige Dämm-Maßnahme. Bei plattenförmigen Dämmstoffen ist eine mehrlagige, versetzte Einbringung des Materials empfehlenswert. Zum Schutz können beispielsweise Holzwerkstoffplatten mit Nut und Feder aufgelegt werden. Oft kann der Dämmstoff lose, in Form von schütffähigen oder einblasbaren Dämmstoffen eingebracht werden. Aufwendiger ist der Einbau von Dämmstoffen bei Mehrfamilienhäusern mit Gemeinschaftsräumen im Dachgeschoss als Trocken- oder Lagerraum. Hier sind nur Konstruktionen einsetzbar, die eine ausreichende Tragfähigkeit gewährleisten.

4.2.3 Schallschutz

Da die Schalldämmung der alten, unsanierten Holzdecken die derzeit gültigen Anforderungen für Wohnungstrenndecken oft nicht erfüllt, müssen die Holzdecken schalltechnisch aufgerüstet werden.

In der *Tabelle 4.2* werden Abschätzungen der Trittschalldämmung von Holzdecken gegeben. Da Einbausituationen und die flankierenden Wände, d.h. die Schall-Längsleitung über die flankierenden Wände, sich von Objekt zu Objekt sehr stark unterscheiden, wurden hier nur Angaben zur Trittschalldämmung der reinen Deckenkonstruktion $L_{n,w}$ gemacht. Die Luftschalldämmung der Holzdecken wird weiter unten beschrieben. Für eine ausführliche Abhandlung der Schalldämmung von Holzbalkendecken wird auf die Literatur [hh 3/3/3] und [Gösele 1989] verwiesen.

Trittschalldämmung von Holzdecken im Altbau

Die Trittschalldämmung einer unsanierten Decke, beurteilt mit dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$, hat typischerweise Defizite zwischen ca. 5 dB und 20 dB, verglichen mit den Mindestanforderungen der DIN 4109 (1989). Bei der Sanierung der Holzdecke sind zwei Fälle zu unterscheiden:

a) die Rohdecke bleibt unverändert

Wenn die Rohdecke unverändert bleiben soll, können Maßnahmen zur Verbesserung der Trittschalldämmung an der unterseitigen Bekleidung und/oder am Fußbodenaufbau

durchgeführt werden. Welche Maßnahmen getroffen werden können oder müssen, hängt von den im Einzelfall vorliegenden Nebenbedingungen ab:

- Raumhöhe,
- Tür- und Fensterhöhe,
- Denkmalschutz,
- zulässige Flächenbelastung,
- Kosten.

a1) Maßnahmen an der Deckenuntersicht:

Verbesserung von ca. 12 dB sind möglich [Gösele 1989], wenn 12,5 mm dicke Gipskartonplatten federnd (z.B. mittels Federschienen) untergehängt werden in einem Abstand von mindestens 90 mm. Der Hohlraum ist mit einem Faserdämmstoff vollständig zu füllen.

Die erforderliche Abhänghöhe kann halbiert werden, wenn nicht eine, sondern zwei Lagen Gipskartonplatten untergehängt werden.

a2) Maßnahmen im Fußbodenbereich:

Die Trittschalldämmung kann um 7 bis 22 dB verbessert werden. Die im Fußbodenbereich möglichen Sanierungsmaßnahmen hängen ab von der maximal möglichen Höhe des neuen Fußbodenaufbaus (Treppenniveau, Niveau der vorhanden Türstöcke, Raumhöhen) sowie von der maximal zulässigen Belastbarkeit der Altbaudecke.

Ein neu eingebrachter Estrich sollte schwimmend verlegt werden als :

- Trockenestrich (z.B. 25 mm Gipskartonplatte auf 22/20 Mineralfaser-Trittschalldämmplatte Typ TK nach DIN 18165-2:2001), oder als
- Gussasphaltestrich (z.B. 30 mm Gussasphalt auf 22/20 Mineralfaser-Trittschalldämmplatte Typ TK nach DIN 18165-2:2001) oder als
- Fließestrich (z.B. 50 mm Zementestrichplatte auf 35/30 Mineralfaser-Trittschalldämmplatte Typ T nach DIN 18165-2:2001).

Mit einem Fließestrich werden die größten Verbesserungen erzielt – sie sind jedoch wegen der hohen Flächenlast von ca. 100 kg/m² nicht immer möglich. Weitere Informationen, auch zur Prognose der Trittschallverbesserung, sind der Literatur [hh 3/3/3] zu entnehmen.

Teppich:

Eine leichte Verbesserung der Trittschalldämmung von Holzdecken kann durch das Verlegen von weichfedernden Bodenbelägen, z.B. Teppichböden, erfolgen. Sie dürfen jedoch nur in Ausnahmefällen zum Nachweis der Trittschalldämmung nach DIN 4109 herangezogen werden – siehe hierzu die

Randbemerkungen bei den entsprechenden DIN-Tabellen. Zur weiteren Information siehe [hh 3/3/3], [Bobran, Bobran-Wittfoht 1995] und [Gösele 1989].

Beschwerung der Decke:

Falls erforderlich und statisch möglich kann die Trittschalldämmung durch eine Beschwerung (z.B. eine trockene Kies-, Quarzsand oder Barytsandschüttung) verbessert werden. Diese Schüttung wird, vor Einbringen des schwimmenden Estrichs, direkt auf die Rohdecke gebracht. Die Verbesserung der Trittschalldämmung durch eine Rohdeckenbeschwerung hängt von der Flächenmasse der Schüttung ab und variiert zwischen ca. 7 dB (bei 1,5 cm Quarzsandschüttung) und ca. 16 dB (bei 6 cm Quarzsandschüttung). Weitere Informationen sind der Literatur [hh 3/3/3] zu entnehmen.

b) die Rohdecke wird geöffnet und saniert

Wenn aus statischen, brand- oder schallschutztechnischen Gründen die Rohdecke geöffnet werden muss, können verschiedene effektive Maßnahmen zur Verbesserung der Trittschalldämmung ergriffen werden.

Bei Holzbalkendecken mit Einschub und schwerer Einschubfüllung ist es sinnvoll, diesen zu entfernen und den Hohlraum mit einem Faserdämmstoff zu füllen. Das hierdurch eingesparte Gewicht kann dann schalltechnisch effektiver als Rohdeckenbeschwerung, (z.B. als Quarzsandschüttung) genutzt werden (siehe oben). Verbesserungen um bis zu 15 dB sind möglich.

Wenn auch die Unterdecke ersetzt wird, sollte eine federnd (z.B. mittels Federschienen) abgehängte 12,5 mm dicke Gipskartonplatte (mit verspachtelten Stößen) eingesetzt werden. Dadurch können Verbesserungen um ca. 10 dB erzielt werden.

Mit den oben beschriebenen Maßnahmen können bei Holzbalkendecken im Altbau bewertete Norm-Trittschallpegel von $L_{n,w} \leq 53$ dB erreicht werden, d.h. bei einer ausreichenden Flankenschalldämmung werden damit die Mindestanforderungen der DIN 4109:1989 erfüllt.

Luftschalldämmung von Holzdecken im Altbau

Schalldämmung der Decke und Flankenschalldämmung

Erfahrungsgemäß ist die Luftschalldämmung der reinen Holzdeckenkonstruktion, d.h. ohne Berücksichtigung der Flankenschallübertragung, ausreichend gut, wenn die Trittschalldämmung dieser Holzdecke den Mindestanforderungen der DIN 4109 genügt.

Bei Holzdecken in Massivbauten sind Defizite in der Luftschalldämmung oftmals nicht auf den direkten Schalldurchgang durch die Holzdecke, sondern auf eine Schall-Längsleitung über die geschossübergreifenden flankierenden Massivwände zurückzuführen. Daher wird bei ausreichend dämmenden Holzdecken im Massivbau die maximal erreichbare Luftschalldämmung R'_{w} oft durch diese vertikale Schall-Längsleitung in den flankierenden Wänden beschränkt.

D.h. ohne zusätzliche Maßnahmen an den Wänden wird die maximal erreichbare Luftschalldämmung der Decken auf ca. $R'_{w,max} = 48$ dB – 52 dB (bei Fachwerkwänden mit einem Gewicht von 150 kg/m² – 250 kg/m²) und auf ca. $R'_{w,max} = 52$ dB – 56 dB (bei Massivwänden aus Mauerziegeln mit einem Gewicht von 300 kg/m² – 450 kg/m²) begrenzt. Als Sonderfall können bei sehr alten Fachwerkwänden (Baujahr vor 1900) aber auch noch deutlich bessere Luftschalldämm-Maße ($R'_{w,max} = 62$ dB – 66 dB) für die Deckenaufbauten erzielt werden, siehe [Gösele 1989].

Eine Verbesserung der vertikalen Schall-Längsdämmung der Wände (und damit eine Verbesserung des Luftschallschutzes) kann durch geeignete innenliegende Vorsatzschalen, Installationsebenen oder gleichwertige Konstruktionen erreicht werden. Diese Vorsatzschalen müssen dann nur in jedem zweiten Geschoss eingesetzt werden. Geeignet sind Vorsatzschalen aus 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten (mit überlappenden Stößen, in den Fugen verspachtelt) auf Holz- oder Metallständerwerk mit einem Abstand von mindestens 50 mm von der Wand. Der Hohlraum ist mit einem Faserdämmstoff zu füllen.

Bauanschlussfugen

Neben der Flankenübertragung ist auch der Schallfluss über undichte Bauanschlüsse zu beachten. Bauanschlussfugen zwischen Decke und Wand bzw. Schornstein müssen ausreichend dicht sein. Sie sind beidseitig dauerelastisch zu dichten.

Ergebnis

Mit den oben genannten Maßnahmen werden bewertete Schalldämm-Maße der Decke von $R'_{w} \geq 54$ dB erreicht und damit die Mindestanforderungen der DIN 4109:1989 erfüllt.

4.2.4 Brandschutz

Die Klassifizierung von Decken kann anhand der DIN 4102-4 für die verschiedenen Baustoffe und Deckenkonstruktionen vorgenommen werden.

(Siehe auch *Tabelle 4.3.*)

Tabelle 4.2 Deckenaufbauten

Zeile	Bezeichnung/ Baujahr	Querschnitt	Aufbauten/Baustoffe	Wärmeschutz	Brandschutz	Schallschutz
1	Dollen-Holz- balkendecke ca. 1760		<ol style="list-style-type: none"> 300/340 Balken 40...80 Lehmverstrich 200/260...220/260 Balken, dicht nebeneinanderliegend, durch sichernde Runddübel (Dollen, (Ø 50 mm) miteinander verbunden 	<p>Anforderung für Geschossdecke nach DIN 4108: $R = 0,35 \text{ m}^2\text{-K/W}$</p> <p>Anforderung für oberste Geschossdecke nach EnEV: $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$, entspricht ca 12 cm Dämmstoff WLK 040</p> <p>Anforderung für Kellerdecke nach EnEV: $U_m = 0,40/0,50 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$, entspricht ca 9 cm Dämmstoff WLK 040</p>	<p>F 30-B von unten, (F 60-B bei Überprüfung)</p> <p>Hinweis: Luftdichtheit wegen Durchbrandgefahr herstellen. Nachweis des Abbrandquerschnitts für einseitige Brandbeanspruchung von unten ist sinnvoll.</p>	<p>Rohdecke: $L_{n,w,eq,H} \approx \leq 67 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Trockenestrich $L_{n,w} \approx \leq 58 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Zementestrich $L_{n,w} \approx \leq 50 \text{ dB}$</p>
2	Halbe Windelboden- decke 1790-1870		<ol style="list-style-type: none"> 50 Gipsestrich ~ 100 Strohlehm 180/240 Deckenbalken ~ 60 Wellerhölzer Lehm/Strohwickel 35 Latten 25 Deckenschalung 20 Rohrputz 	Siehe Zeile 1	<p>F 30-B (DIN 4102-4, Tab. 58, Z.1) 15 mm Putzdicke Putzträger $l \leq 500\text{--}1000 \text{ mm}$ Querstäbe $l \leq 1000 \text{ mm}$ Befestigg. $l \leq 200 \text{ mm}$</p> <p>F 60-B (4102-4, Tab. 58, Z.2) 20–25 mm Putzdicke und kleinere Spannweiten als im F30-B-Aufbau</p> <p>Hinweise siehe Aufbau 3</p>	<p>Rohdecke: $L_{n,w,eq,H} \approx \leq 66 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Trockenestrich $L_{n,w} \approx \leq 57 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Zementestrich $L_{n,w} \approx \leq 49 \text{ dB}$</p>
3	Einschub- decke 1870-1930		<ol style="list-style-type: none"> 24 Dielung 20 Hohlraum ~100 Auffüllung 10 Bitumen-Filzpappe 20 Schwartenbretter 60/40 Latten 20 Deckenschalung 200/260 Deckenbalken 20 Rohrputz 	Siehe Zeile 1	<p>F 30-B (DIN 4102-4, Tab. 58, Z.1)</p> <p>F 60-B (DIN 4102-4, Tab. 58, Z.2)</p> <p>Hinweise: Dämmschicht/Füllung brand- schutztechnisch nicht nötig. Es sind die zulässigen Spann- weiten für Putzträger und die Abstände der Befestigungs- punkte gem. Tab 58 in DIN 4102-4 zu prüfen und einzuhalten.</p>	<p>Rohdecke: Ca. 62 dB $\leq L_{n,w,eq,H} \approx \leq \text{ca. } 70 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Trockenestrich Ca. 53 dB $\leq L_{n,w} \approx \leq \text{ca. } 61 \text{ dB}$</p> <p>Mit geeignetem Zementestrich Ca. 45 dB $\leq L_{n,w} \approx \leq \text{ca. } 53 \text{ dB}$</p>
4	Holzträger- decke 1930-1960		<ol style="list-style-type: none"> 25 Estrich 1 Lage Bitumenpappe 40 Anhydritestrich 30 Holzwolle-Leichtbau- platten 200...260 Hohlraum 25 Holzwolle-Leichtbau- platten 200...260 zusammen- gesetzter Träger 20 Putz 	Siehe Zeile 1	<p>F 30-B (von unten) (DIN 4102-4 Tab. 57 Z.1-3) Holzwolle-Leichtbauplatte $d \geq 25 \text{ mm}$ mit Spannweite $l \leq 500 \text{ mm}$, Putz $d \geq 20 \text{ mm}$</p> <p>F 60-B (von unten) (DIN 4102-4 Tab. 57 Z.4-6) $2 \times 12,5 \text{ mm}$ Gipskarton- Feuerschutzplatte als untere Bekleidung, Spannweite $l \leq 400 \text{ mm}$</p>	<p>Rohdecke ohne Anhydritestrich: Ca. 62 dB $\leq L_{n,w,eq,H} \approx \leq \text{ca. } 70 \text{ dB}$</p> <p>Mit Anhydritestrich und geeignetem Trockenestrich: Ca. 53 dB $\leq L_{n,w} \approx \leq \text{ca. } 61 \text{ dB}$</p>
5	Betondecke ab 1950		<ol style="list-style-type: none"> Betondecke (StBt) Trittschalldämmung Estrich Wärmedämmung 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 9 cm Wärmedämmung der WLK 040 $U_m = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p>	<p>F 60-A ab 80 mm StBt F 90-A ab 100 mm StBt F 120-A ab 120 mm StBt</p> <p>bei Verwendung von Holz- wolle-Leichtbauplatten als untere Bekleidung: F 60-A ab 50 mm Plattendicke</p> <p>(s.a. DIN 4102-4, Tab. 9)</p>	<p>Abhängig von der Dicke der Stahlbeton- Decke, der dynami- schen Steifigkeit der Trittschalldämmplatte und der Estrichplatte: siehe Bbl. 1 zur DIN 4109</p>
6	Kappendecke ab 1900		<ol style="list-style-type: none"> Betondecke bzw. Auffüllung Trittschalldämmung Wärmedämmung Ziegelstein Stahlträger Lagerholz Sand, Schlacke, o.ä. Dielen Trockenestrich Gipskartonplatte 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei durchschnittlich 9 cm Wärmedämmung der WLK 040 $U_m = 0,39 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p>	<p>F 30-A ab 100 mm Beton mit 15 mm Betondeckung, 10 mm Belag (Baustoffkl. A), 5 mm Putz PIVa/b über Stahl</p> <p>F 60-A ab 100 mm Beton und Dicken von 25/15/15 mm</p> <p>mit Unterdecke nach DIN 4102-4, Abs. 6.5: F 30-A ab Unterdecke $d \geq 50 \text{ mm}$</p> <p>(s.a. DIN 4102-4, Tab. 29)</p>	<p>Ca. 86 dB $\leq L'_{n,w} \approx \leq \text{ca. } 90 \text{ dB}$</p> <p>Anmerkung: Rohdecke ohne Estrich und Unter- decke</p> <p>Ca. 74 dB $\leq L'_{n,w} \approx \leq \text{ca. } 78 \text{ dB}$</p> <p>Anmerkung: Rohdecke mit Unter- decke ohne Estrich</p>

Tabelle 4.3 Klassifizierungstabellen von Decken nach DIN 4102-4

Baustoff/Konstruktion	Tabelle in DIN 4102-4	Feuerwiderstandsklassen
Stahlbetonplatten	Tabelle 9	F 30-A bis F 180-A
Stahlbeton-Rippendecken	Tabelle 17-26	F 30-A bis F 180-A
Stahlsteindecken	Tabelle 27	F 30-A bis F 180-A
Kappendecken	Tabelle 29	F 30-A bis F 180-A
Holztafeldecken	Tabelle 56-59	F 30-B bis F 60-B
Holzbalkendecken	Tabelle 60-64	F 30-B bis F 60-B

Decken aus Holz

Hinsichtlich des baulichen Brandschutzes müssen vor allem Decken in Holzbauweise genauer betrachtet werden. Da sich das Abbrandverhalten von Decken in Holztafelbauart mit tragenden (aussteifenden) Beplankungen (Abschnitt 5.2 DIN 4102-4) gegenüber dem von Holzbalkendecken (Abschnitt 5.3) nicht unterscheidet, gelten die nachfolgenden Erläuterungen sinngemäß. Die wichtigsten Einflussgrößen für den Feuerwiderstand von Holzdecken sind:

- Kennwerte der Beplankungen bzw. Bekleidungen, wie Dicke, Spannweite, Befestigung (Lagerung), Fugenausbildung
- Dämmschichten zwischen oberer und unterer Bekleidung und deren Schmelzpunkt (zu unterscheiden sind brandschutztechnisch notwendige von den nicht notwendigen Dämmschichten)
- Querschnitte von freiliegenden Balken und deren Schnittgrößen
- Baustoffe, Querschnitte und Schnittgrößen tragender Deckenbauteile (Unterzüge, Stützen etc.).

Aufgrund von Nutzungsänderung oder -intensivierung kann es der Fall sein, dass hohe Anforderungen an den Feuerwiderstand von Geschossdecken gestellt werden. Feuerhemmende Decken (F 30-B) sind ausführlich im Holzbau Handbuch [Ih 3/4/2:1994] erläutert. Werden Konstruktionen aus nichtbrennbaren Baustoffen gefordert (z.B. F 90-A oder F 90-AB), ist es oft sinnvoller, auf dem Wege einer Befreiung eine F 90-B-Decke zu verwenden, als die alten Decken abzureißen und durch Massivdecken zu ersetzen, was außerdem Auswirkung auf die gesamte Gebäudekonstruktion haben könnte.

Holzdecken mit hohem Feuerwiderstand (F 90-B)

Unter Verwendung von z.B. Kalzium-Silikat-Platten können bei genügend dicker Bekleidung mit entsprechender Unterkonstruktion unterhalb der Holzrippen sowie einer sinnvoll angeordneten Dämmschicht Feuerwiderstände von 90 oder 120 Minuten erreicht werden (siehe hierzu [Kordina, Meyer-Ottens 1994], S. 198).

Verbunddecken

Holzbalkendecken können in Verbindung mit Stahlbetonplatten als Verbunddecken hergestellt werden (s. auch *Abschnitt 6.3.2*). Dies kann eine interessante Alternative bei der Altbauanierung sein. Sichtbar bleibende Holzbalken sind als dreiseitig brandbeanspruchte Bauteile zu bemessen.

Kappendecken

Die im Altbau häufig in den Kellergesossen anzutreffenden Kappendecken können infolge der Bestandsschutzregelungen oftmals beibehalten werden. Ihr Feuerwiderstand kann je nach Deckenquerschnitt, Profilart und -größe sowie vorhandener Beanspruchung der Stahlbauteile $\geq F 30$ sein. Ein ggf. ungeschützter Oberflansch kann durch einen Holzfußboden geschützt werden. Bei einer Nutzungsänderung müssen derartige Kappendecken ggf. in Feuerwiderstandsklasse F 90 eingestuft werden. Dann ist der freiliegende Untergurt zu schützen (siehe [Hass u.a. 1993]).

Holzfußböden

Der nicht unerhebliche Feuerwiderstand von Holzfußböden in Altbauten ist für den Schutz der Deckenkonstruktion von oben von Bedeutung. Mit einem in Altbauten üblichen Dielenfußboden mit Schlacken- oder Sandschüttung (in neueren Bauten mit Hohlraumdämmung) wird unter Betrachtung der schwächsten Stelle im in der Schüttung eingebetteten Lagerholzbereich bei

- 19 mm Dielenbelag (Nadelholz) und
- 30 mm Lagerholzdicke (Nadelholz)

eine Durchbrandzeit des Fußbodens von 70 Minuten erreicht [Kordina, Meyer-Ottens 1994, S. 206]. Unter Einbeziehen der Abbrandzeit der Deckenkonstruktion kann bei üblichen Fußböden demnach mit einer Widerstandszeit von ca. 90 Minuten gerechnet werden.

Tragende Bauteile, Unterzüge

Bei erhaltenswerter Bausubstanz mit zimmermannsmäßig gefertigten und teilweise künstlerisch bearbeiteten Holzbauteilen sollte versucht werden, die Schutzziele des Brandschutzes durch alternative Maßnah-

men zu erreichen und auf nachträgliche Bekleidungen zu verzichten.

4.3 Wandkonstruktionen

4.3.1 Vorbemerkungen

Fachwerkwände waren bis Ende des 19. Jahrhunderts die Regelausführung für Außenwände. Die Konstruktion wird durch das tragende Holzwerk und Ausfachung aus Lehm, später Mauerwerk gebildet.

In einigen Regionen sind auch Gebäude in Block- und Umgebäudebauweise vorzufinden. Im letzten Jahrhundert ging der Trend hin zum Massivbau mit Außenwänden aus Ziegel- oder Natursteinen, später auch Betonsteinen oder Porenbetonsteinen. Den Witterungsschutz stellt ein Verputz oder die Verklinkerung des Mauerwerks dar. Betonwände aus Fertigteilen oder in Ortbeton mit aufgebrachtener Dämmschicht sind oberhalb des Kellers fast ausschließlich im Objektbereich zu sehen und werden im Rahmen dieser Schrift nicht behandelt.

Ab den 60er und 70er Jahren erhielt der Fertighausbau mit tragendem Holzständerwerk und aussteifenden Beplankungen aus Gips- oder Holzwerkstoffen zusätzliche Marktanteile.

4.3.2 Wärme- und Feuchteschutz

Bei Außenwänden beträgt die Anforderung der EnEV 2002 für den Wärmedurchgangskoeffizienten allgemein $0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Werden Bekleidungen angebracht, Wärmedämmschichten eingebaut oder wird der Außenputz bei einer Wand mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten größer als $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erneuert, so ist ein Wert von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ einzuhalten (zu Ausnahmempfehlungen bei Fachwerken siehe [WTA 1997] bzw. Beispiele in *Tabelle 4.4*). Mit einem bauaufsichtlich zugelassenen Wärmedämmverbundsystem kann die Wärmedämmung von Holzkonstruktionen und massiven Außenwänden in Mauerwerk oder Beton durch die Anbringung von Dämmstoffplatten (in der Regel Hartschaum- oder Mineralfaserplatten) verbessert werden. Auf die Wärmedämmschicht wird eine Spachtelmasse aufgebracht, in die ein Armierungsgewebe eingearbeitet wird. Danach folgt der Außenputz. Die Fenster liegen jedoch nach solchen Maßnahmen weit innen in den Laibungen. Eine Koppelung mit der Erneuerung von Fenstern und Türen mit entsprechenden Dichtungsprofilen und ausreichend breiten Fensterbänken an der wärmetechnisch optimalen Stelle ist deshalb sinnvoll. Die Dämmung der Fensterlaibung sollte, wie in *Bild 4.2* dargestellt, erfolgen. Auf die fachgerechte Fugenausbildung am Blend-

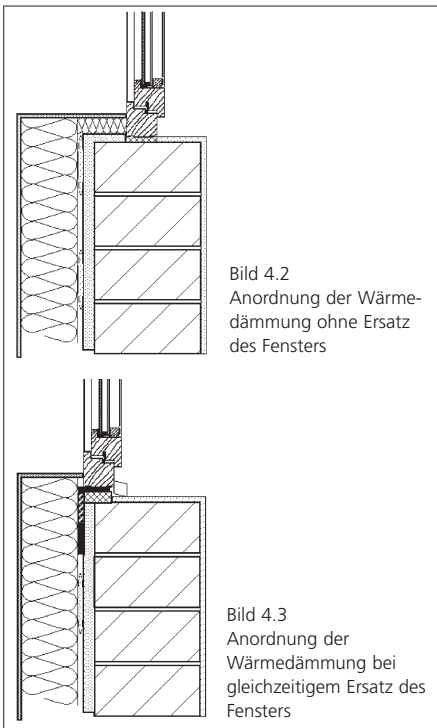
Tabelle 4.4 Wandaufbauten

Zeile	Bezeichnung	Schnitt	Baustoffe	Wärmeschutz	Brandschutz	Schallschutz
1	<p>Mauerwerks-wand</p> <p><u>Bestand:</u> Mauerwerk mit Innen- und Außenputz</p> <p><u>Sanierung:</u> Vorgehängte Fassade mit Dämmung und Holzverschalung¹⁾</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1 Innenputz, Gipsputz, 15 mm 2 Mauerwerk, 24 cm, $\rho = 1,6-1,8$ 3 Außenputz, Zementputz, 20 mm 4 Wärmedämmung 5 bituminöse Holzweichfaserplatte (winddicht abgeklebt) 6 Tragkonstruktion 7 Boden-Deckelschalung 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 10 cm Wärmedämmung der WLG 040 und 19 mm bituminöser Holzweichfaserplatte $U_m = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p>	<p>tragende, raumabschließende Wände: F 60-A für $d = 11,5 \text{ cm}$ F 90-A für $d = 17,5 \text{ cm}$ F 120-A für $d = 24,0 \text{ cm}$</p> <p>Werte gelten für 36,5 cm Mauerziegel nach DIN 105 (ohne Leichthochlochziegel) und einseitigen Putz bei voller statischer Ausnutzung.</p> <p>Hinweis: Bei Dämmschicht aus Baustoffen der Baustoffklasse B darf der Aufbau nicht als Putz gewertet werden.</p>	<p>$R'_{w} \approx 55 \text{ dB}$</p> <p>Voraussetzungen: Wärmedämmung $\geq 40 \text{ mm}$ Faserdämmstoff²⁾</p> <p>Flankierende Wände mit Masse $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$ (massiv) oder als Holzständerwand</p>
2	<p>Fachwerkwand</p> <p><u>Bestand:</u> Fachwerk mit Ausfachung aus Bims</p> <p><u>Sanierung:</u> Vorgehängte Fassade mit Dämmung und Holzverschalung¹⁾</p> <p>geeignet für Schlagregenbeanspruchungsgruppe 1 bis 3 nach DIN 4108-3</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1 Kalkputz, Anstrich diffusionsoffen 2 Fachwerkstütze 3 Trapezleiste zur Sicherung der Gefache 4 Ausmauerung, z.B. Vollziegel oder Bimsbeton 5 Innenputz (Kalk oder Lehm) 6 Lattung horizontal, auf Ausgleichsblättchen, z.B. 60/80 mm 7 Dämmung, z.B. Holzweichfaserplatte 8 diffusionsoffene Folie, $s_d < 0,2 \text{ m}$ 9 Lattung vertikal 30/50 mm 10 Schalung bzw. Unterkonstruktion, horizontal 11 Verschindelung bzw. vertikale Holzverschalung 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 8 cm Wärmedämmung der WLG 040 $U_m = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p>	<p>im Regelfall: F 30-B (DIN 4102-4 Abschn. 4.11) Verbesserung des Brandwiderstands von außen durch Wärmedämmung mit Mineralfaserplatten (Baustoffklasse A).</p> <p>Verbesserung des Brandwiderstands von innen durch Beplankung mit Gipskarton-Feuerschutzplatten.</p> <p>F60-B möglich</p>	<p>$R'_{w} \approx 47 \text{ dB}$</p> <p>Anmerkung: Trennwandanschluss nicht für Wohnungstrennwand geeignet</p> <p>Voraussetzungen : Wärmedämmung $\geq 80 \text{ mm}$ Faserdämmstoff²⁾</p> <p>Ausmauerung aus Ziegelstein</p> <p>Fachwerk außen im Gefach verputzt</p> <p>Fachwerk innen vollflächig verputzt</p>
3	<p>Fachwerkwand</p> <p><u>Bestand:</u> Fachwerk mit Ausfachung aus Bims</p> <p><u>Sanierung:</u> Innendämmung mit Installationsebene und Gipskartonbekleidung</p> <p>geeignet für Schlagregenbeanspruchungsgruppe 1 nach DIN 4108-3</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1 Kalkputz, Anstrich diffusionsoffen 2 Fachwerkstütze 3 Trapezleiste zur Sicherung der Gefache 4 Ausmauerung, z.B. Bimsbeton 5 Innenputz (Kalk oder Lehm) 6 Dämmung Perlite ~ 8cm (hydrophobiert) 7 Sperrholz 12 mm 8 Installationsebene, gedämmt 4 cm 9 Gipskartonbekleidung 10 Dampfbremsspappe zur Luftdichtung an allen Anschlüssen (Boden, Decke) 11 Innenwand, als Holzrahmenkonstruktion 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 4 cm Wärmedämmung der WLG 040 und 8 cm Perlite (hydrophobiert) WLG 070 $U_m = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Der Wandaufbau ist nach Glaserverfahren zulässig.</p>	<p>im Regelfall: F 30-B</p> <p>Verbesserung des Brandwiderstands auf F60-B von innen durch Vorsatzschale gemäß DIN 4102-4, Tabelle 49: 12,5 mm GKF 40 mm Dämmung (MiFa) 18 mm GKB (statt Sperrholz)</p> <p>Materialien gemäß Anforderungen in DIN 4102-4</p> <p>Verbesserung des Brandwiderstands von außen nur durch Bekleidung und Änderung des Fassadenbilds.</p>	<p>$R'_{w} \approx 48 \text{ dB}$</p> <p>Anmerkung: Trennwandanschluss geeignet für $R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$</p> <p>Voraussetzungen: Installationsebene $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff³⁾</p> <p>Ausmauerung aus Ziegelstein</p> <p>Fachwerk außen im Gefach verputzt</p> <p>Fachwerk innen vollflächig verputzt</p>
4	<p>Blockbohlen-wand</p> <p><u>Bestand:</u> Vollholz-Blockbalken mit ein-facher Spundung</p> <p><u>Sanierung:</u> Innendämmung mit Installationsebene und Gipskartonbekleidung</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1 Blockbohlen 7/16...10/20 2 teerfreie Dachpappe 3 Sperrholz oder gespundete Schalung 4 Wärmedämmung / Holzunterkonstruktion 80 mm 5 Dampfsperre 6 Installationsebene, gedämmt 50 mm 7 Gipskartonbekleidung 12,5 mm 	<p>Anforderung gemäß EnEV: $U_m = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Erreichbarer U-Wert bei 8 cm Wärmedämmung der WLG 040 $U_m = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{-K)}$</p> <p>Hinweis: Innenseitig ist eine Dampfsperre mit $s_d \geq 10 \text{ m}$ vorzusehen</p>	<p>im Regelfall: F 30-B</p> <p>Mindestdicken von tragenden Wänden aus Vollholz-Blockbalken für F30-B in DIN 4102-4, Tab. 55</p> <p>für $q = 30 \text{ kN/m}$ $l \leq 3,0 \text{ m}$, $h \leq 2,60 \text{ m}$ erf. $d = 120 \text{ mm}$</p> <p>Verbesserung des Brandwiderstands von innen durch Vorsatzschale i.d.R. unnötig.</p> <p>Verbesserung des Brandwiderstands von außen nur durch Bekleidung und Änderung des Fassadenbilds.</p>	<p>$R'_{w} \approx 48 \text{ dB}$</p> <p>Voraussetzungen: mindestens 140 mm Blockbohle Fichte, 3-fach genietet, Fugen geeignet gedichtet</p> <p>Wärmedämmung $\geq 80 \text{ mm}$ Faserdämmstoff³⁾</p> <p>Installationsebene $\geq 50 \text{ mm}$ Faserdämmstoff³⁾ mit 12,5 mm Gipskartonplatte</p>

¹⁾ Hinweis zur Tragkonstruktion der vorgehängten Fassade: Die Tragkonstruktion ist für die Nutzungsdauer der Fassadenbekleidung der Kontrolle und Beobachtung entzogen. Im Versagensfall ist mit einer nicht unerheblichen Gefährdung der „öffentlichen Sicherheit und Ordnung“ zu rechnen (MBO §3). Im Sinne der DIN 68 800 Teil 3 kann damit entsprechend der Gefährdungskategorie (im allgemeinen nicht 0!) die Notwendigkeit des Einsatzes genügend eigenresistenter Holzarten (z.B. Kiefernholz) oder aber eines chemisch vorbeugenden Holzschutzes der Tragkonstruktion erwachsen (siehe auch [Mühlberg, Rafalski 1996]).

²⁾ Mineralfaser- oder geeignete Holzweichfaserplatten

³⁾ Hohlraumdämmstoff: Mineralfaser- oder geeignete Holzweichfaser- oder Zellulosedämmung



rahmen, beispielsweise mit dauerelastischen Fugendichtbändern, ist zu achten.

Im Zuge eines ebenfalls geplanten Fenster-austausches sollte der Fensteranschlag analog Bild 4.3 soweit wie möglich bis an oder in die Dämmstoffebene verlegt werden.

Es dürfen nur aufeinander abgestimmte Wärmedämmverbundsysteme eines Anbieters verwendet werden. Eine Kombination verschiedener Einzelprodukte ist nicht zulässig. Zum Selbstbau kann daher nicht geraten werden.

Eine weitere Möglichkeit, eine Dämmschicht außen am Gebäude anzubringen, ist die Anordnung einer Vorhangfassade. Die Wärmedämmplatten werden von außen auf dem alten Putz zwischen der Unterkonstruktion befestigt. Es eignen sich alle Dämmstoffe, deren Oberflächen wasserabweisend sind (siehe Tabelle 4.4).

Vorhandene zweischalige Außenwände findet man bei älteren Gebäuden häufig noch ohne Dämmstoff im Zwischenraum. Bei neueren Gebäuden variiert die Dämmstoffdicke von ca. 4 bis maximal 8 cm.

Eine wärmetechnische Verbesserung der Konstruktion kann erreicht werden durch:

- vollständige Verfüllung des Hohlraums mit riesel- oder einblasfähigem, wasserabweisendem Dämmstoff. Meist stehen wenigstens 4 cm zur Verfügung,
 - Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems vor der äußeren Mauer- schale,
 - Anbringung einer Innendämmung.
- Voraussetzung für die vollständige Ausfüllung des belüfteten Luftzwischenraums – der

erreichbare Wärmeschutz ist durch den Schalenabstand begrenzt – ist eine intakte äußere Mauerwerksschale. Der in den Hohlraum eingebrachte Dämmstoff muss geeignet sein. Hier haben sich vor allem Mineralwoll-Granulate und Perlite (Blähgestein) bewährt. Bestehende Wärmebrücken können nicht beseitigt werden.

Innendämmung

Bei intakter oder erhaltenswerter Fassade ist auch die Kombination einer Hohlraumverfüllung mit einer Innendämmung möglich. Diese kann auch durch Auflagen des Denkmalschutzes erforderlich werden. Die bei einer Innendämmung sehr stark ausgeprägte Wärmebrückenwirkung muss sorgfältig überprüft und ggf. durch zusätzliche Dämmmaßnahmen im Randbereich einbindender Innenbauteile kompensiert werden.

Vielfach werden Innendämm-Maßnahmen mit Bauschäden in Verbindung gebracht, deren Ursache im wesentlichen in einer Fehlplanung sowie einer mangelhaften handwerklichen Ausführung zu suchen sind.

Durch die nachträgliche Dämmung auf der Innenseite sinkt das Temperaturniveau in der Außenwand. Dies hat z.B. Auswirkungen auf Hausinstallationsleitungen (z.B. Wasser, Heizung), die im ungünstigsten Falle sogar einfrieren können. Die innere Verkleidung (Fugen, Wandanschlüsse) muss luftdicht ausgeführt werden, um eine Hinterströmung zu verhindern. Abhängig von der Dicke der Innendämmung ist raumseitig eine Dampfsperre anzuordnen.

Wärmebrücken, wie sie besonders im Laibungsbereich von Fenstern, bei Geschossdeckeneinbindungen und an Innenwänden auftreten, sollten entsprechend Bild 4.2 bzw. 4.3 gedämmt werden. Ansonsten wächst die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Die Nischen von Heizkörpern müssen nicht nur rückseitig, sondern auch seitlich gedämmt werden.

4.3.3 Schallschutz

Die Ursache einer mangelhaften Schalldämmung von einschaligen Wänden im Altbau ist meist eine zu geringe Masse einschaliger

Trennwände und der flankierenden Wände (Schall-Längsleitung).

Bestehende Wandkonstruktionen in Massiv- oder Fachwerkbauweise können mit Vorsatzschalen, z.B. 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten (mit überlappenden Stößen) auf Holz- oder Metallständerwerk, verbessert werden. Wichtig ist die Verwendung biege-weicher Materialien wie z.B. 12,5 mm Gipskarton- oder Gipsfaserplatten oder 13 mm Spanplatte, sowie ein ausreichend großer Abstand der Platten von der bestehenden Wandkonstruktion (im Fall von 12,5 mm Gipskartonplatten mindestens 50 mm) und ein Ausfüllen des Hohlraums mit schallabsorbierendem Material wie z.B. Faserdämmstoff. Der Abstand der Holz- oder Metallständer richtet sich nach den Plattengrößen, sollte aber 625 mm nicht unterschreiten. Mit freistehenden Vorsatzschalen sind größere Verbesserungen möglich, das gilt auch für alle federnden Befestigungen. Beispiele für Wandkonstruktionen mit Vorsatzschalen sind in der Tabelle 4.4 dargestellt.

Insbesondere bei der Schalldämmung von Innenwänden ist zu beachten, dass die Schallübertragung auch über flankierende Bauteile erfolgt. Wenn hier eine höhere Schall-Längsleitung vorliegt, so müssen diese flankierenden Bauteile ebenfalls mit Vorsatzschalen versehen werden. Im Zweifelsfall empfiehlt sich eine schalltechnische Diagnose der Bausituation, um die Schwachstellen festzustellen. Diese Diagnose ist die Voraussetzung für eine preiswerte Sanierung.

4.3.4 Brandschutz

Massivwände

Der Feuerwiderstand von massiven Wänden ist i.d.R. für den Brandschutz von Gebäuden üblicher Art und Nutzung ausreichend. Verbesserungen können durch Putze, wirkungsvoller aber durch eine gedämmte Vorsatzschale mit Feuerschutzplatten erzielt werden.

Wände in Leichtbauweise

Die Wandkonstruktion setzt sich aus Ständern und Riegeln, der Beplankung und der

Tabelle 4.5 Klassifizierungstabellen von Wänden nach DIN 4102-4

Baustoff/Konstruktion	Tabelle in DIN 4102-4	Feuerwiderstandsklassen
Mauerwerkswände, -pfeiler und Flachstürze	Tabelle 38-42	F 30-A bis F 180-A
Brandwände	Tabelle 45	mind. F 90-A
nichttragende Wände aus Gipskartonplatten	Tabelle 48-49	F 30 bis F 180
Fachwerkwände, Abschnitt 4.11		
Wände in Holztafelbauart	Tabelle 50-53 Tabelle 54	F 30-B bis F 90-B F 30-B + F 90-B
Wände aus Vollholz-Blockbalken	Tabelle 55	F 30-B

Ausfüllung der Gefache zusammen. Von besonderer Bedeutung sind die unmittelbar dem Feuer ausgesetzten Beplankungen. Durch zusätzliche Bekleidungen mit Feuerschutzplatten (z.B. Gipskartonfeuerschutz- oder Gipsfaserplatten) kann der Feuerwiderstand im Regelfall unproblematisch verbessert werden. Oft bietet es sich an, diese Maßnahmen mit einer Vorsatzschale als zusätzlicher Installations- und Dämmebene auszuführen.

Eine brandschutztechnisch notwendige Dämmschicht muss nicht immer nicht-brennbar sein. Zwar sind in DIN 4102-4 im Regelfall Mineralfaserplatten oder -matten als brandschutztechnisch notwendige Dämmschichten aufgeführt. Es bestehen jedoch auch Prüfzeugnisse für Dämmstoffe bzw. Bauteile mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, die hinsichtlich ihrer Brandeigenschaften ebenfalls für den Einsatz in feuerhemmenden bis feuerbeständigen Bauteilen geeignet sind.

Treppenräume

Bekleidungen von Treppenräumen müssen nach LBO bei Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen aus nichtbrennbaren Baustoffen der Baustoffklasse A bestehen. Sollte in Altbauten eine Holzverkleidung im Treppenhaus sein, so muss diese, sofern kein Bestandsschutz gilt, bei einer Modernisierung entfernt werden. Sofern eine solche Holzverfärfelung erhaltenswert ist, kann über Kompensationsmöglichkeiten hinsichtlich der Brandgefahr nachgedacht werden. Denkbar ist der Anstrich nicht begangener Holzbauteile mit Anstrichen zur Verminderung der Entflammbarkeit, die Installation einer Sprinkleranlage oder Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) oder der Einbau zusätzlicher Flurtüren, die Schutz vor Verrauchung und einen Mindestschutz vor Durchbrand gewährleisten. Zusätzlich sind ggf. zusätzliche ortsfeste Rettungswege über Fenster oder Außentreppen erforderlich.

Detaillierung

Von ganz wesentlicher Bedeutung für den Brandschutz ist die sorgfältige Detaillierung und Umsetzung der Brandschutzplanung. Trotz Verwendung ausreichend feuerwiderstandsfähiger Bauteile in der Fläche kann der Brandschutz durch Vernachlässigung der Anschlüsse und Einbauteile gefährdet werden.

Anschlüsse und Fugen

Oftmals sind Fugen und Anschlüsse von Wänden an Decken, Dächer, Querwände und Einbauteile (Schornstein) die Schwach-

stellen der Konstruktion. Nicht nur bei geltenden Brandschutzanforderungen ist zu gewährleisten, dass Anschlüsse luft- bzw. rauchdicht und sicher gegen Brandweiterleitung (Durchbrand) ausgeführt werden. DIN 4102-4 enthält für die verschiedenen Wandarten und Wandkonstruktionen Hinweise zu den entsprechenden Bauteilübergängen. Die sorgfältige Ausführung solcher Anschlüsse hat gleichzeitig wesentliche Bedeutung für den Wärme- und Schallschutz.

Einbauteile in Wänden

Tür- und Fensteröffnungen feuerwiderstandsfähiger Wandkonstruktionen müssen abgestimmte Feuerwiderstandsdauern aufweisen. Sie müssen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Prüfzeugnis haben. Die Einbausituation muss dem Anwendungsbereich der Zulassungen oder Prüfzeugnisse entsprechen (Trockenbau, Mauerwerk, Fugen usw.).

Für Einbauteile wie Steckdosen, Schaltdosen, Verteilerdosen etc. in raumabschließende Wände müssen ggf. besondere Regeln beachtet werden. Dies betrifft ebenfalls in Wände eindringende Bauteile wie Balken(auflager) oder durchdringende Leitungen.

Außenbekleidungen aus Holz

Im Sanierungsbereich erfreut sich die Verwendung von Holz als Außenbekleidung zunehmender Beliebtheit. Neben vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten und einfacher Verarbeitung liegt dies sicherlich auch an den mittlerweile dauerhaften Anstrichsystemen. Oftmals werden Außenbekleidungen aus Holz in Verbindung mit nachträglicher Wärmedämmung auf verschiedensten Untergründen angebracht.

Die Verwendung von normalentflammbaren Baustoffen als Außenbekleidung ist bei mehrgeschossigen Gebäuden oftmals eingeschränkt, weil die Gefahr einer Brandweiterleitung vor allem im Hohlraum hinterlüfteter Fassaden besteht. Durch besondere Maßnahmen kann die Gefahr reduziert bzw. ausgeschlossen werden.

Einige Beispiele für Holzfassaden an mehrgeschossigen Gebäuden mit Hinweisen zu brandschutztechnischen Lösungen enthält [hh 3/4/3:2001, Kap. 4].

In Bild 4.4 ist die exemplarische Ausführung einer B2-Fassade im Bereich einer Gebäudetrennwand dargestellt. Den horizontalen Brandüberschlag verhindert der ein Meter breite Streifen aus B1-Holzwerkstoffplatten. Der Hinterlüftungshohlraum wird mit raumbeständigem und wasserabweisendem Dämmstoff geschlossen.

4.4 Treppenkonstruktionen

4.4.1 Schallschutz

Trittschallschutz von Holztreppe

Die Ursachen für eine zu hohe Trittschallübertragung vom Treppenhaus in angrenzende Aufenthaltsräume sind in der Treppenkonstruktion und/oder einer mangelhaften Schalldämmung der Treppenhauswand zu suchen.

Die Sanierung von Wänden wird in *Abschnitt 4.3.3.* beschrieben. Im Fall einer Treppenhauswand ist jedoch zu beachten, dass im Treppenhaus angebrachte Vorsatzschalen die Trittschalldämmung der Treppe nicht verbessern.

Die Ursache von Defiziten in der Trittschalldämmung sind oft Körperschallbrücken zwischen der Treppenhauswand und dem Treppenpodest und/oder Treppenlauf. Auch ein Überputzen der Einbaufuge zwischen Wange und Treppenhauswand stellt bereits eine solche Körperschallbrücke dar. Entsprechendes gilt für die Treppenpodeste.

Eine Verbesserung kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- a) weichfedernde Bodenbeläge auf Trittstufen und/oder Podest
- b) schwimmender Fußbodenbelag auf dem Treppenpodest
- c) Trennen der Körperschallbrücken zwischen Treppe und Treppenhauswand
- d) Einbau einer neuen schalltechnisch richtig konstruierten und montierten Treppe.

Zum Punkt a):

Das Verlegen von weichfedernden Bodenbelägen (z.B. Teppich) ist relativ kostengünstig. Es wird im Fall von denkmalgeschützten Treppen jedoch abgelehnt. Die hiermit erzielbaren Verbesserungen in der Trittschalldämmung sind in der Regel nicht sehr hoch, da in öffentlich zugänglichen Treppenhäusern keine sehr weichfedernden Teppichbeläge eingesetzt werden können. Bei Einsatz von Teppichböden im Treppenhaus ist auch auf die Einhaltung der brandschutztechnischen Auflagen zu achten.

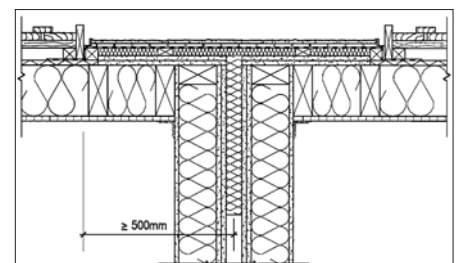


Bild 4.4 Sicherung gegen Brandüberschlag bei Gebäudetrennwänden

Zum Punkt b):

Auf Treppenpodesten empfiehlt sich der Einbau eines schwimmend verlegten Fußbodenaufbaus, z.B. als Dielenboden auf Lagerhölzern mit Dämmstreifen oder als Zementestrich. Schallbrücken zum Baukörper (hier der Treppenhauswand) sind – wie bei allen schwimmenden Estrichen – zu vermeiden.

Zum Punkt c):

Wenn Körperschallbrücken beseitigt werden sollen, so müssen Podest und die Wangen des Treppenlaufs vollständig von der Treppenhauswand getrennt werden. Zur Entkopplung der Treppenläufe sind diese auf geeigneten Schwingungsisolatoren zu lagern. Empfohlen werden Schwingungsisolatoren auf PUR- oder EPDM-Basis. Kork- oder Gummiplättchen sind meist ungeeignet. Die Wirksamkeit der Schwingungsisolatoren hängt von deren elastischen Eigenschaften und Abmessungen ab, ihre Einfederung muss den zu erwartenden Belastungen angepasst werden.

Die Trennung der Körperschallbrücken bei Treppen in Altbauten ist oftmals sehr aufwendig, z.B. bei sehr schmalen Treppen, bei denen die Wangen des Treppenlaufs passgenau in das Treppenloch eingesetzt werden (und damit ein Absetzen der Wange von der Trennwand nicht bzw. nur mit großem Aufwand möglich ist) oder wenn die Treppenaufleger nicht zugänglich sind. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Personen in den angrenzenden Wohnungen täglich, meist auch nachts, unter der mangelhaften Trittschalldämmung einer Treppe zu leiden haben. Bei richtiger Lagerung einer Treppe sind sehr gute Verbesserungen von 10 bis 20 dB gegenüber dem Ist-Zustand möglich.

Zum Punkt d):

Wird die alte durch eine neue Treppe ersetzt, so können alle schalltechnisch wichtigen Details geplant und realisiert werden. Sehr gute Dämmwerte sind möglich. Zur Trittschalldämmung von Holztreppen siehe [Holtz, Buschbacher u.a. 2001].

Entknarren einer Holztreppe mit Setzstufen (nach [Diehl 2001])

Das Knarren bei Treppen wird durch Reibung der Hölzer verursacht. Besonders bei gestemmten Treppen mit Setzstufen macht sich dieses Phänomen bemerkbar und ist auf das Eintrocknen der Hölzer im eingebauten Zustand zurückzuführen. Die Setzstufe hat die Aufgabe, durch eine Überhöhung von ca. 2 mm in der Mitte die Trittstufe unter Spannung zu stellen und so

mit ein Durchbiegen der Trittstufe zu verhindern. Oberseitig sind die Setzstufen in die Trittstufen eingenetzt, auf der Unterseite stehen sie auf einem Falz oder sind mit der Trittstufe verschraubt.

In der Vergangenheit sind die Massivholzstufen durch die geringe Luftfeuchte in Gebäuden nachgetrocknet. Dies hat zur Folge, dass die Stufen bei Belastung in der Nute reiben und dadurch ein Knarrgeräusch entsteht.

Um eine alte Treppe zu entknarren, muss die Spannung zwischen Tritt- und Setzstufen wieder hergestellt werden. Dies erfolgt, indem man mit geeignetem Werkzeug die Stufe anhebt und einen Keil auf die Setzstufe legt. Gegebenenfalls muss auf der Stufenunterseite vor dem Falz eine Öffnung hergestellt werden. Ein 100%iger Erfolg ist selten zu erwarten.

4.4.2 Brandschutz

Der wichtigste Rettungsweg ist die Treppe. Zu Treppen und Treppenräumen gibt es in den Bauordnungen der Länder genaue Vorschriften. An die Treppenkonstruktion von Gebäuden geringer Höhe mit nicht mehr als zwei Wohnungen werden keine Anforderungen gestellt. Für mehrgeschossige Gebäude geringer Höhe differenzieren die Forderungen der Bauordnungen in den Bundesländern stark. In einigen Bundesländern werden keine Forderungen erhoben, teilweise werden nichtbrennbare Konstruktionen ohne Feuerwiderstand (F 0) akzeptiert, teilweise feuerhemmende aber brennbare Konstruktionen zugelassen. Diese Anforderungen sollten immer kritisch in Frage gestellt werden. Es ist sinnvoll, individuell zu entscheiden, welche Ausführung die Richtige ist.

Das Schutzziel für notwendige Treppen und Treppenräume in mehrgeschossigen Gebäuden heißt, infolge eines Brandherdes im Treppenhaus die Brandweiterleitung zu verhindern. Dies ist mit feuerhemmenden Konstruktionen alleine nicht zu erreichen. Vielmehr ist es sinnvoll, die Konstruktion so zu verbessern, dass die Entflammbarkeit der Werkstoffe verringert wird.

Feuerhemmende Treppen

Nach DIN 4102-2 werden Treppen als Bauteile wie Stützen und Balken angesehen. Da DIN 4102-4 keine Angaben zur brandschutztechnischen Bemessung enthält, muss die Feuerwiderstandsklasse einer Treppe durch die Bemessung der Einzelbauteile (Wangen, Stufen und Verbindungsmittel) oder durch Brandprüfung nachgewiesen werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass selbst bei einer feuerhemmenden Treppe die Brand-

weiterleitung möglich ist, also nach wie vor ein Risiko besteht. Zudem ist zweifelhaft, ob die im Brandfall tragfähige Konstruktion als Flucht- oder Rettungsweg genutzt wird.

Holztreppen

Freiliegende Holztreppen oder brennbare Treppenraumbekleidungen in Altbauten können zu katastrophalen Folgen im Brandfall führen. Handelt es sich um besonders schützenswerte Konstruktionen mit kunstvoll ausgeführten Geländern, Holzvertäfelungen der Treppenraumwände oder Deckenverzierungen, sollten auch bei geltendem Bestandsschutz zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Sprinkleranlagen und Rauch-Wärme-Abzugsanlagen verzögern die Brandausbreitung und verhindern die Verrauchung des Treppenhauses. Die Schutzziele des vorbeugenden baulichen Brandschutzes können auch durch zusätzliche Außentreppen, die über Fluchtbalkone oder entsprechende eingebaute Fenster- oder Türöffnungen erreichbar sind, sichergestellt werden.

4.5 Balkone

Bei der Altbauerneuerung wird oftmals der Anbau von Balkonen zur Wohnraumvergrößerung und zur Verbesserung der Wohnqualität gewünscht. Außerdem kann dadurch eine zusätzliche Rettungsmöglichkeit geschaffen werden.

Hinsichtlich des Wärmeschutzes ist allein die thermische Trennung des Balkons vom Gebäude von Bedeutung. Während dies bei nachträglich vorgestellten Balkonen sowieso der Fall ist (abgesehen von den Verbindungsmitteln zum Gebäude), können vorhandene, ohne thermische Trennung auskragende Balkone nur durch das „Einpacken“ der Tragkonstruktion mit Dämmung hinsichtlich der Wärmeverluste verbessert werden. Beim Anbau von Balkonen ist Holz unter Beachtung des konstruktiven Holzschutzes ein geeigneter Baustoff, der sich im Rahmen von Altbauanierungen gut in das architektonische Gesamtbild einpassen kann. Brandversuche haben gezeigt, dass eine erhöhte Brandweiterleitung von Geschoss zu Geschoss durch Holzbalkone nicht erfolgt. Sofern ein geschlossener Bodenbelag vorhanden ist, haben (Holz-) Balkone im Gegenteil sogar positive Auswirkungen.

Im Allgemeinen werden seitens der Bauaufsicht an die Feuerwiderstandsdauer von Balkonen auch dann keine Anforderungen gestellt, wenn diese „zum Anleitern bestimmte Stellen“ sind.

Zur Sicherstellung ausreichenden Brandschutzes sollten die folgenden Maßnahmen grundsätzlich berücksichtigt werden:

- geschlossene Balkonbeläge zur Rauchableitung und Reduzierung der Brandangriffsfläche
- Verwendung möglichst massiver Brett-schichtholzquerschnitte
- Verbindungsmittel aus Korrosions- und Brandschutzgründen abdecken (z.B. Stabdübelanschlüsse mit Holzpfropfen).

4.6 Aufstockungen

Relativ preiswert wird neuer Wohnraum durch Aufstocken von Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern erreicht. Hierbei sind prinzipiell alle bauphysikalischen Anforderungen, Richtlinien, Normen und Hinweise wie bei einem Neubau zu berücksichtigen. Bei einer Ausführung der Aufstockung in Holzbauweise ist aus Sicht des Schallschutzes bei richtiger Planung und Ausführung eine Komfort-Schalldämmung nach VDI 4100 [VDI 4100:1994] möglich und das sogar bei relativ geringen Mehrkosten.

5. Maßnahmen zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit

5.1 Nachweis der Tragfähigkeit/ Gebrauchstauglichkeit

a) Bemessung nach DIN 1052, Teil 1

Die Bemessung der Holzbauteile erfolgt nach den in DIN 1052 enthaltenen Grundlagen. Die Anwendung der mechanischen Kennwerte nach DIN 1052, Teil 1 für Altholz ist nur dann korrekt, wenn das verbaute Holz unter Beachtung der vorliegenden inneren und äußeren Schädigungen in Anlehnung an DIN 4074 nach der Festigkeit sortiert bzw. klassifiziert wurde.

Grundlagen für den Nachweis der Tragfähigkeit von zimmermannsmäßigen Verbindungen enthält die DIN 1052, Teil 2 nur für rechteckige Dübel, Versätze und Verbindungen mit Bauklammern. Zur Nachweissführung von Versätzen und weiteren zimmermannsmäßigen Verbindungen wie z.B. dem geraden Blatt, geraden oder schrägen Hakenblatt, Schwalbenschwanzblatt sei auf [Heimeshoff u.a. 1989] verwiesen. Zu Versätzen und rechteckigen Dübeln siehe auch [hh 2/2/1].

Über Jahrhunderte sicherte man zimmermannsmäßige Holzverbindungen wie z.B. den Zapfen oder das Blatt mit Holznägeln aus Eichen-, Eschen-, Kiefern- oder Fichtenholz. Einen Bemessungsansatz für ein- und zweischnittig beanspruchte Holznägel aus Eichenholz enthält [Görlacher 1996]. Anfang des 20. Jahrhunderts wurde eine große Zahl ingenieurmäßiger Verbindungen entwickelt und häufig bei weitgespannten

Tragwerken angewendet. Die DIN 1052, Teil 2 enthält unter dem Begriff Dübel besonderer Bauart für Dübel-Verbindungen System Appel (nach DIN 1052 Dübeltyp A), Kübler (Dübeltyp B), Bulldog (Dübeltyp C), Geka (Dübeltyp D), Siemens-Bauunion (Dübeltyp E) Grundlagen für den rechnerischen Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Werden andere Dübel vorgefunden, so sind u.U. Angaben zum Tragverhalten in früheren Veröffentlichungen aus der Zeit ihrer Anwendung zu finden.

b) Bemessung nach EC 5, Teil 1-1

Die Grundlagen für die Berechnung nach der Methode der Grenzzustände sind in [DIN V ENV 1995] dargestellt. Der EC 5 ist in den meisten Bundesländern zur probeweisen Anwendung bauaufsichtlich eingeführt. Hinsichtlich der Festigkeitssortierung der verbauten Hölzer gelten nach dem zur Norm gültigen Nationalen Anwendungsdokument vorerst die gleichen Grundlagen wie für die DIN 1052, Teil 1. Zur Berechnung der zimmermannsmäßigen und ingenieurmäßigen Verbindungen nach EC 5 siehe [Werner, Zimmer 1999] und [Mönck, Rug 2000].

c) „Heiße“ Bemessung nach DIN 4102, Teil 4 oder nach EC 5, Teil 1-2

Eine sogenannte „heiße“ Bemessung von Holzbauteilen 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 (siehe auch [Kordina, Meyer-Ottens 1994] und [Scheer, Knauf 1994]). Zweckmäßig ist die Anwendung des Verfahrens nach DIN 4102, Teil 4 bei Holzbauteilen, die sichtbar bleiben sollen. Voraussetzung ist, dass die Holzbauteile in Altbauten einer Holzart und Sortierklasse zweifelsfrei zugeordnet werden können (unter Berücksichtigung von möglichen Schädigungen und evtl. die Abbrandgeschwindigkeit beeinflussenden Faktoren).

d) Schwingungen von Wohnungsdecken nach EC 5, Teil 1-1, Abschnitt 4.4.3

Prinzipiell kann das Schwingungsverhalten einer Decke nach EC 5 durch Messung oder Berechnung bestimmt werden. Für Decken in Wohngebäuden gelten die angeführten Nachweise, um sicherzustellen, dass unzulässige Schwingungen die Funktion der Decke nicht beeinträchtigen (s. [hh 2/1/1]).

5.2 Dachkonstruktionen

Die Dachkonstruktion ist Bestandteil des gesamten Baugesüges eines Gebäudes. Schäden an der tragenden Dachkonstruktion können zu Folgeschäden im Wand- und Deckengefüge führen (z.B. Feuchteschäden mit Überlastung oder Lastumlagerung bei Fachwerkwänden oder Risse und Schiefstellungen bei Mauerwerkswänden). Neben der Bewertung der vorhandenen Konstruktion und den Schäden spielen bei der Erarbeitung eines Instandsetzungskonzeptes für die Dachkonstruktion auch folgende Punkte eine entscheidende Rolle:

- Erhalt, Reparatur oder Erneuerung der Dachhaut
- Eigenlast des Deckungsmaterials, Abstimmung des Deckungsmaterials auf die Dachkonstruktion
- Nutzung des Dachraumes (z.B. Dachgeschossausbau, Belastungen aus der Nutzung für die Dachkonstruktion, Wärmeschutz-, Brandschutz- und Schallschutzmaßnahmen, notwendige Eingriffe in das konstruktive Gefüge)
- notwendige Instandsetzungen und Verstärkungen der Dachkonstruktion oder einzelner Bauteile.

Häufig ist die Dachhaut, d.h. die Dacheindeckung, zu erneuern. Dachgeschossausbauten erfordern in vielen Fällen ein Entfernen der alten Dachhaut, den Einbau von Gauben oder, wenn behördlich zulässig, den Einbau von Dachfenstern. Vor dem Neueindecken des Daches ist die Trag- und Funktionsfähigkeit der Lattung, eventueller Schalungen und des Dachgebälkes zu untersuchen und geschädigte Bereiche sind auszubessern, zu ersetzen oder auch, wenn die Tragfähigkeit nicht mehr gegeben ist, zu verstärken. Eine ausreichend tragfähige und dauerhafte Unterkonstruktion ist wichtig für die Dichtigkeit der neuen Dachhaut. Mit der Erneuerung der Dachhaut werden die Blechabdeckung, Blechanschlüsse, Rinnen und Fallrohre erneuert. Besondere Sorgfalt bei der Materialwahl und Konstruktion der Ortgang- und Traufkonstruktion sichert eine langjährige Funktionsfähigkeit der Dacheindeckung ebenso, wie die richtige Ausführung der Blechkonstruktion an Anschlusslinien zu aus dem Dach herausragenden Bauteilen wie Schornsteinen, Treppengiebeln oder Brandmauern.

Instandsetzungsmethoden

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 [hh 2/2/1], [Werner, Zimmer 1999], [Prehl 1999]. Zur Berechnung von historischen Dachkonstruktionen siehe auch [Görlacher 1999].

a) Instandsetzung am Dachfuß

Ein wesentlicher Schadensschwerpunkt der Dachkonstruktion ist der Dachfuß (Auflagerbereich von Sparren und Binderteilen sowie Deckenbalken, s. auch Bild 5.1), 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 Schnittkraftübertragung ausreicht. Die Anzahl der Verbindungsmittel der zu realisierenden 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 der geschädigten Sparren besteht im Bebeilen des geschädigten Querschnitts und dem Ersatz der



Blockhaus in industrieller Holzbauweise, Baujahr 1904 – bei Erhalt der holzsichtigen Fassade ist nur eine wärmetechnische Ertüchtigung von innen möglich, siehe Beispiel 4 in Tabelle 4.4

Foto: Prof. Dr.-Ing. W. Rug

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 (siehe Tabelle 4.1). Örtliche Bauteilerstörungen lassen sich auch mit dem Merk-Lamellen-Verfahren analog der Balkenkopf-instandsetzung (s. Abschnitt 5.4) materialgerecht wieder herstellen. (s. Bild 5.2).

c) Instandsetzung von Firstknoten

Die 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 die-

ser 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 wie in Bild 5.1 dargestellt instandgesetzt und durch in Längsrichtung angeordnete Aussteifungen gegen seitliches Ausweichen gehalten.

d) 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. Zu den speziellen Instandsetzungsmethoden zählt man die kraftschlüssige Auswechslung oder Verlängerung von gesunden Tragwerksteilen durch Verbund mit neuen Holzmaterialien oder Kunstharzbeton mit Kunststoff-Armierungsstäben. Sollen diese Methoden zur Anwendung gelangen, sind die bauaufsichtlichen Zulassungen der einzelnen Verfahren zu beachten (z.B. Beta-Verfahren Z-10.7.2-41, s. auch [Erlor 1997]).

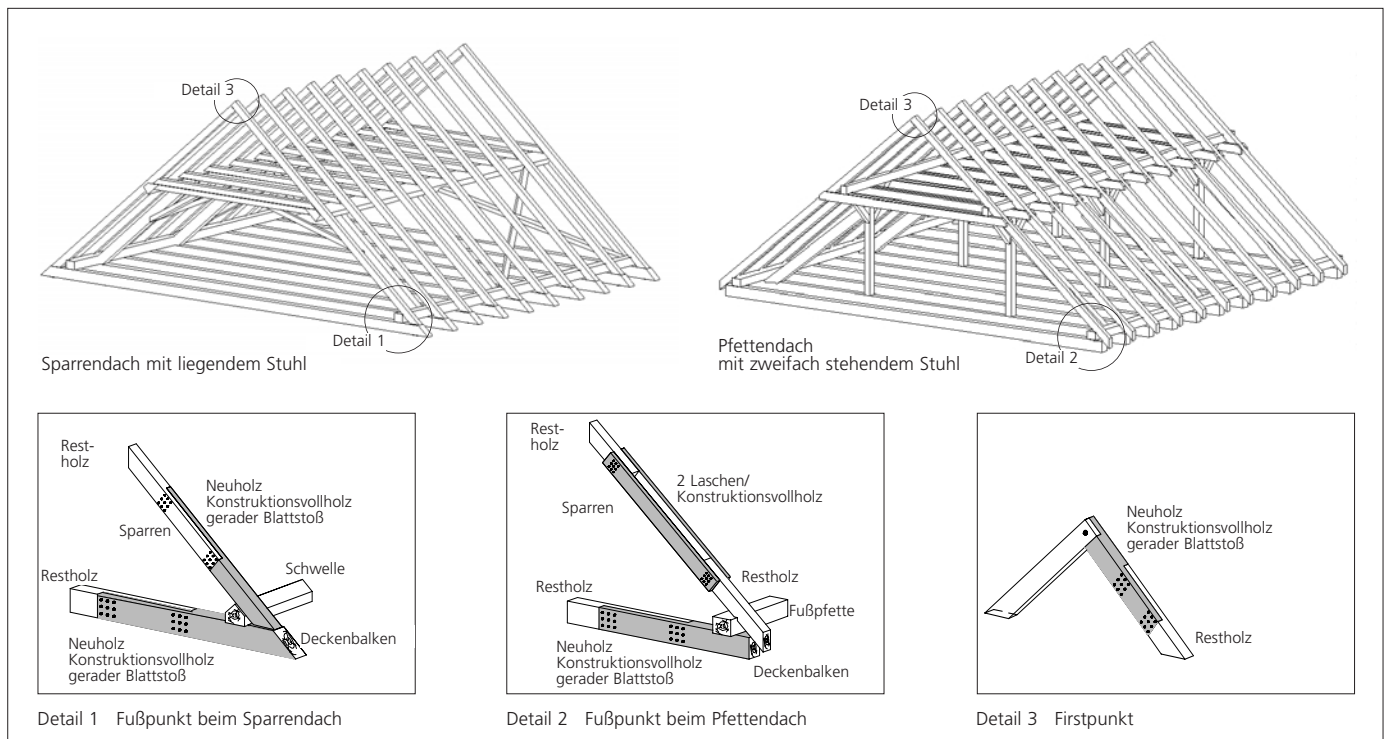


Bild 5.1 Instandsetzung von Dachkonstruktionen – Grundprinzipien

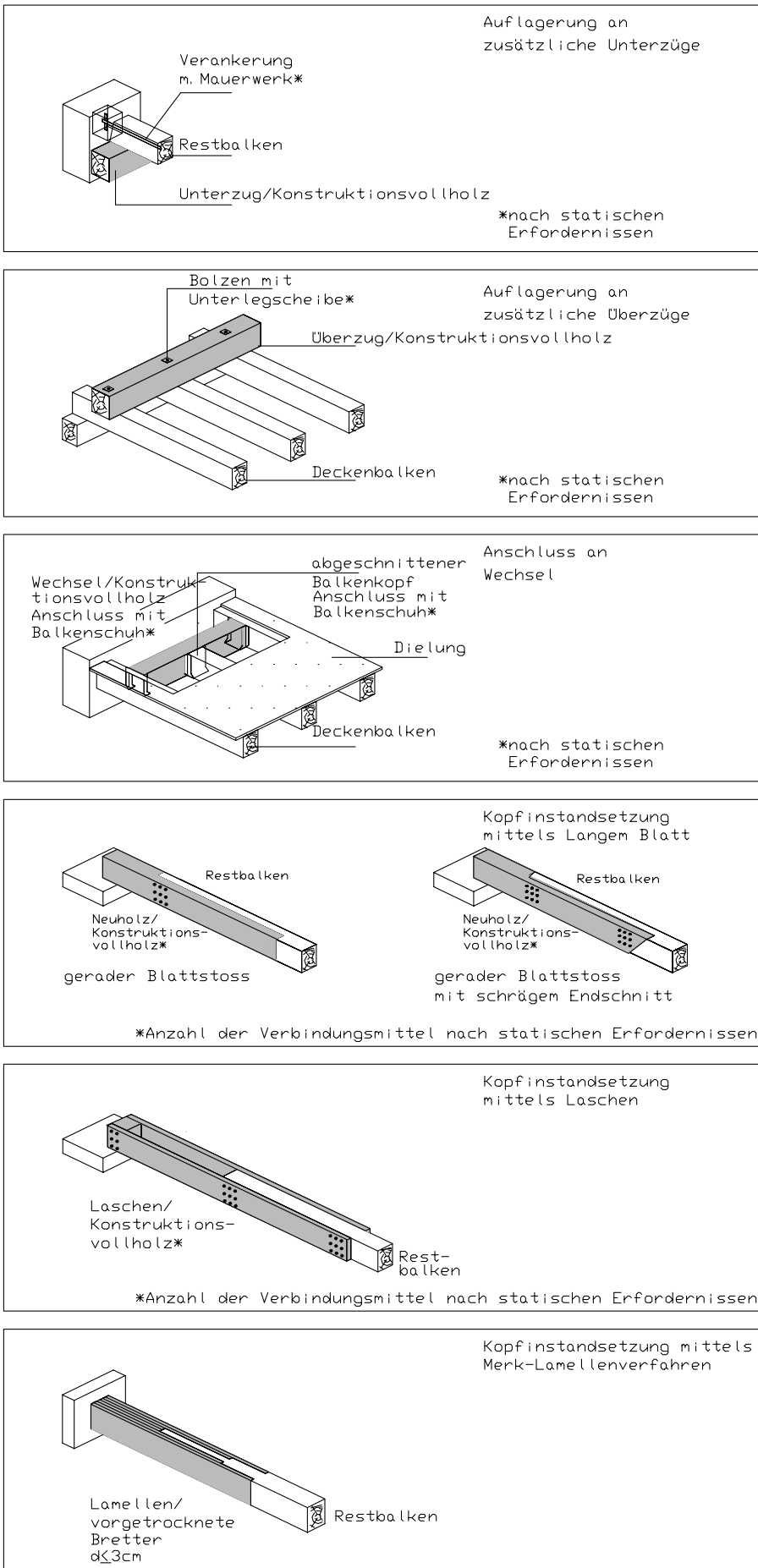


Bild 5.2 Verschiedene Lösungen für die Instandsetzung von geschädigten Balkenköpfen bei Holzbalkendecken

5.3 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 8.1.4).

Bei Modernisierungsaufgaben werden gerade das Tragsystem, der Kräfteverlauf und der Deckenaufbau häufig nicht genau ermittelt. In den statischen Berechnungen 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 der Decken umfasst je nach Umfang der Schäden entweder den Ersatz zerstörter Teilbereiche, wie z.B. Balkenköpfe, oder den Austausch ganzer Teile.

Balkenkopfinstandsetzung

Bild 5.2 fasst die bisher in der Praxis erprobten Möglichkeiten der Balkenkopfinstandsetzung zusammen. Nachfolgend werden die einzelnen Lösungen kurz erläutert. Die Baukosten für eine Balkenkopfinstandsetzung liegen bei 40 ... 65 % des Preises, der für den kompletten Ersatz des Altbalkens kalkuliert werden kann. Zu den preiswertesten Lösungen gehört die Instandsetzung mit Holzlaschen.

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 Schادلängen möglich und wenn die Nutzung des Raumes durch den Unterzug nicht eingeschränkt wird.

Sind nur einzelne Balkenköpfe zerstört, kann bei ausreichender Tragfähigkeit der

benachbarten Balken auch das Kürzen des geschädigten Balkens und 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 des Blattes 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 mittels Laschen aus Holz oder Holzwerkstoffen (z.B. Furnierschichtholz). Auch hier muss die Verbindung ausreichend biegesteif sein. *Tabelle 5.1* enthält am Beispiel für eine normale Deckenbeanspruchung (Wohnnutzung) Angaben über die Anzahl notwendiger Verbindungsmittel pro Lasche und den erforderlichen Laschenquerschnitt aus Konstruktionsvollholz (S10 nach DIN 4074).

Der innere Hebelarm der Verbindungsmittel für die Instandsetzung mit Blattverbindungen und Laschen wird dabei von der Größe der Momentenbeanspruchung bestimmt und es ist ebenfalls die Querkraftbeanspruchung (bzw. u.U. eine Längskraftbeanspruchung) zu berücksichtigen. I.a. ist auch hier wie bei der Sparreninstandsetzung ein Abstand von 1/5 der Spannweite ausreichend.

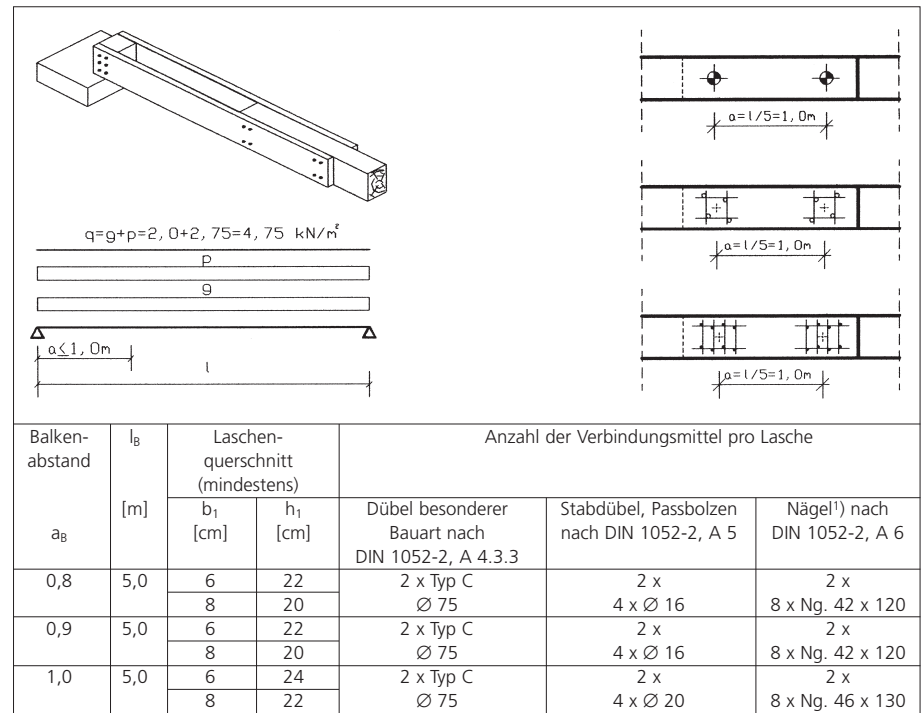
Merk-Lamellen-Verfahren

Von Vorteil ist dieses Reparaturverfahren wegen des materialgerechten Austausches geschädigter Balkenbereiche besonders bei sichtbaren Bauteilen (*Bild 5.2*). 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.

5.4 Fachwerkwände

Das Fachwerk ist eine Mischbauweise. Das heißt, bei der Instandsetzung dieser Bauten ist grundsätzlich zwischen der Sanierung der

Tabelle 5.1 Erforderliche Laschenquerschnitte und Verbindungsmittel nach DIN 1052, T2 (Ausgabe 1988) für Balkenkopfinstandsetzungen mit einer Schadlänge bis zu 1,0 m



Voraussetzungen: ¹⁾ nicht vorgebohrt
 Altholzbalken ohne weitere tragfähigkeitsmindernde Schädigung
 Altholz entspricht Festigkeitsklasse S10 nach DIN 4074
 Neuholz: Konstruktionsvollholz S10 nach DIN 4074

Hölzer und der Gefache zu unterscheiden. In Abhängigkeit von der Art und dem Umfang der Schäden, der Zielstellung für die Nutzung und Gestaltung des historischen Erscheinungsbildes gibt es prinzipiell vier Instandsetzungsvarianten:

- Reparatur der Gefache, des Holzgefüges und der Fenster
- Teilersatz stark geschädigter Gefache und Holzbauteile der Tragstruktur
- vollständiges Entfernen der Gefache und Instandsetzung des Holztragwerkes
- Abbruch und Wiederherstellen der Gebäudesubstanz unter Verwendung noch tragfähiger Altholzbauteile.

Die Tragfähigkeit einer Fachwerkkonstruktion wird durch die Sanierung bzw. Instandsetzung der Holzbauteile wieder hergestellt bzw. verbessert. Die Instandsetzung der Gefache dient hauptsächlich der Wiederherstellung der bauphysikalischen Funktionsfähigkeit (s. *Abschn. 4.4*).

Lokale Schädigungen/Verbindungen:

Sind nur lokale Schadstellen vorhanden, z.B. im Bereich von Verbindungen, so erfolgt eine Reparatur durch Einpassen von trockenen Ersatzstücken entsprechend *Bild 5.3*.

Stiele:

Bei einer vollständigen Schädigung einzelner Bauteile, wie z.B. der Stiele, werden neue

Bauteile eingebaut. Zu Herstellung der historischen Verbindungstechnik ist es dann erforderlich, mit falschen Zapfen zu arbeiten, siehe *Bild 5.4*.

Fußschwelle/Stielfußerneuerung:

Ursache für 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 (s. *Bild 5.5*). 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 abgescrängt hergestellt wird, da sonst ein Wasserabfluss nicht gewährleistet wird.

6. 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 Holzschädi-

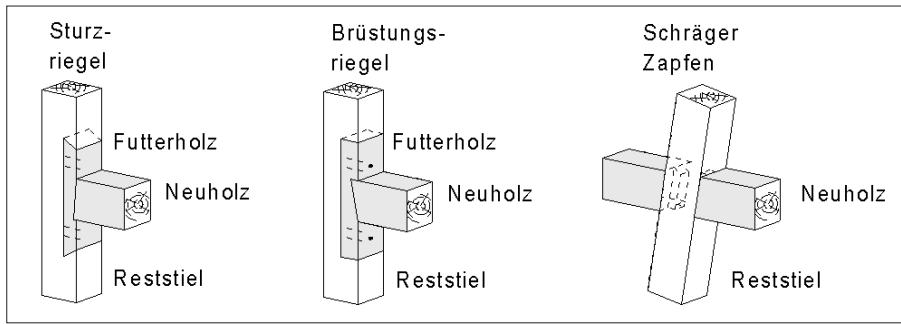


Bild 5.3 Fachwerk-Instandsetzung von Verbindungen [Lißner, Rug 2000]

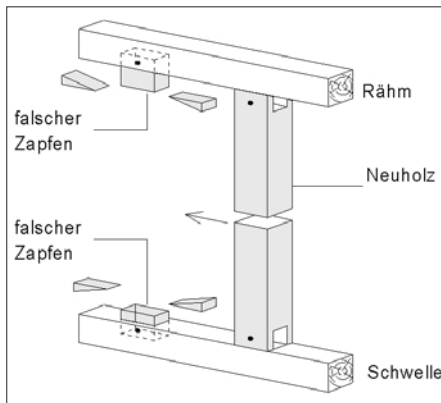


Bild 5.4 Fachwerk-Instandsetzung von Stielen [Lißner, Rug 2000]

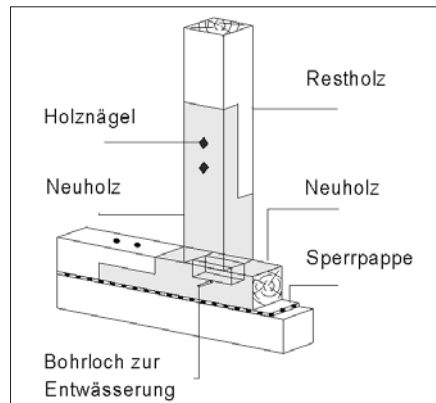


Bild 5.5 Fachwerk-Instandsetzung von Schwellen [Mönck 1999]

gungen oder Tragfähigkeitsüberschreitungen aus nutzungsbedingten Lasterhöhungen konfrontiert. Verstärkungsmaßnahmen sind dann unumgänglich.

6.1. Dachkonstruktionen

Verstärkungen sind bei Dachkonstruktionen an Sparren, Pfetten oder Holzverbindungen vorzunehmen. Verstärkungen an Sparren



Ertüchtigung einer Holzalkendecke im Dachgeschoss durch Anwendung der Holzbetonverbundbauweise
Foto: Prof. Dr.-Ing. W. Rug

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]).

6.2 Deckenkonstruktionen

Zur Verstärkung der Decke stehen verschiedene Maßnahmen zur Verfügung, die in Bild 6.1 dargestellt sind. Welches der dargestellten Verfahren praktiziert wird, ist von den Fragen 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.

6.2.1 Tragfähigkeitsverbesserungen durch Entlastung

Wenn die Tragfähigkeit der Decke überschritten ist, denkt man häufig zunächst über eine Entlastung der Decken nach. Schwere Zwischendecken, z.B. Lehmfüllungen, Sand- oder 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).

Lässt die Raumhöhe oder Raumnutzung unter oder über der Decke es zu, kann auch ein Unter- oder Überzug die Tragfähigkeit einer Balkendecke erhöhen. Durch den Einbau zusätzlicher Stützungen (z.B. durch Unter- oder Überzüge) oder, wenn möglich, die Verkürzung von Spannweiten (z.B. Einbau von Kopf- oder Fußbändern) lassen sich Lastumverteilungen erreichen.

6.2.2 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 die Querschnittsvergrößerungen auf der Oberseite (mit Vollholz oder Furnierschichtholz) oder seitlich doppelsymmetrisch angeordnet. Bei seitlicher Anordnung der Ergänzungsbauteile sind die Zwischendecken auszubauen (s. [Lißner, Rug 2000]).

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 Schubverbindungsmittele in der Verbindungsfuge Holz-Beton abhängig. Die Bemessung kann nach dem in der DIN 1052 angegebenen Verfahren für zusammengesetzte Begeträger unter Berücksichtigung der verschiedenen E-Moduli erfolgen. Zur Berechnung nach EC 5, Teil 1-1 auf der Basis des gleichen Verfahrens siehe [Cecotti 1995]. Zur Bemessung nach dem Differenzenverfahren siehe [Timmermann, Meierhofer 1994]. In den letzten Jahren wurden sehr viele Variationen von Verbindungs-lösungen 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). *Tabelle 6.1* zeigt exemplarisch für verschiedene Balkenquerschnitte, Beanspruchungen und Spannweiten die Möglichkeiten der Holz-Beton-Verbundbauweise. Insbesondere bei hohen Verkehrslasten können in Abhängigkeit vom Balkenquerschnitt 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.

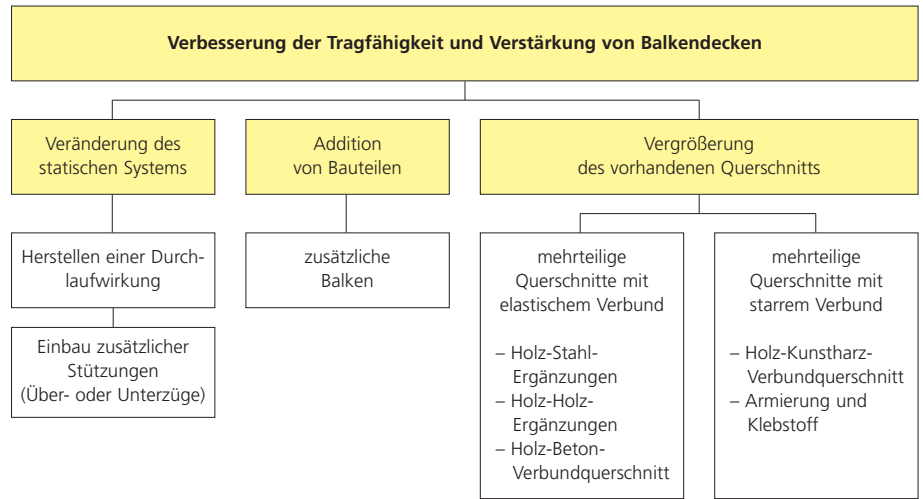


Bild 6.1 Möglichkeiten der Verstärkung von Holzbalkendecken

Tabelle 6.1 Anzahl der Verbindungsmittel für eine Holz-Beton-Verbund-Konstruktion im Altbau

Holzquerschnitt [cm/cm]		Beanspruchung [kN/m ²]		Verbindungsmittelabstand a ₁ / a ₂ / a ₃ über die Balkenlänge [cm] ¹⁾		
b	h	g	p	4,0	5,0	6,0
18	20	2,0	2,75	25 / 25 / 50	17 / 18 / 50	---
			3,5	24 / 24 / 50	15 / 15 / 40	---
			5,0	18 / 18 / 50	---	---
18	24	2,0	2,75	38 / 40 / 70	20 / 22 / 70	15 / 15 / 45
			3,5	33 / 35 / 70	15 / 20 / 50	12 / 13 / 40
			5,0	25 / 25 / 70	14 / 15 / 40	---
20	20	2,0	2,75	25 / 30 / 60	15 / 18 / 55	12 / 12 / 40
			3,5	23 / 25 / 50	15 / 15 / 40	---
			5,0	17 / 20 / 50	10 / 13 / 35	---
22	22	2,0	2,75	35 / 37 / 60	20 / 22 / 60	13 / 15 / 45
			3,5	25 / 25 / 65	17 / 27 / 45	12 / 12 / 40
			5,0	20 / 20 / 55	12 / 12 / 45	---
24	24	2,0	2,75	40 / 45 / 70	23 / 25 / 60	15 / 18 / 45
			3,5	35 / 35 / 50	20 / 22 / 60	12 / 15 / 45
			5,0	25 / 25 / 40	15 / 15 / 50	---

Voraussetzungen: keine tragfähigkeitsmindernde Schädigung der Holzbalken
 Altholz entspricht Festigkeitsklasse S10 nach DIN 4074
 Einhaltung der Bedingungen nach Zulassung Z-9.1-342
¹⁾ z.B. jeweils 2 Reihen Verbundschrauben pro Balken nach bauaufsichtlicher Zulassung Nr. Z-9.1-342

Literaturhinweise

Literatur zu Baurecht, Bauzustandsanalyse, Tragsicherheit:

[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 e.V., Düsseldorf 1995
 [DIN 1052] DIN 1052: Holzbauwerke; Teil 1: Berechnung und Ausführung. Ausgabe 04/1988
 Teil 1/A1: Berechnung und Ausführung; Änderung 1. Ausgabe 10/1996
 Teil 2: Mechanische Verbindungen. Ausgabe 04/1988
 Teil 2/A1: Mechanische Verbindungen; Änderung 1. Ausgabe 10/1996
 Teil 3: Holzhäuser in Tafelbauart, Berechnung und Ausführung. Ausgabe 04/1988
 Teil 3/A1: Holzhäuser in Tafelbauart, Berechnung und Ausführung; Änderung 1. Ausgabe 10/1996
 [DIN 1053-1:1996] DIN 1053-1: Mauerwerk, Berechnung und Ausführung. Ausgabe 1996
 [DIN 4074-1:1989] DIN 4074-1: Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit; Nadel-schnittholz. September 1989
 [DIN 68364] DIN 68364: Kennwerte von Holzarten – Festigkeit, Elastizität, Resistenz. November 1979
 [DIN 68800-2:1996] DIN 68800-2: Holzschutz – Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau. Mai 1996
 [DIN 68800-3:1990] DIN 68800-3: Holzschutz – Vorbeugender chemischer Holzschutz. April 1990
 [DIN 68800-4:1992] DIN 68800-4: Holzschutz – Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzzerstörende Pilze und Insekten. November 1992
 [DIN EN 350-2:1994] Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa. Deutsche Fassung EN 350-2: 1994
 [DIN V ENV 1995] Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken.
 Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau. Ausgabe 06/1994
 Teil 1-2: Allgemeine Regeln, Tragwerksbemessung für den Brandfall. Ausgabe 05/1997
 [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., Fulda 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)
 [Erlor 1997] Erlor, K.: Alte Holzbauwerke – Beurteilen und Sanieren. 2. Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin 1997
 [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
 [Irmschler 2000] Irmschler, J.-J.: Bauaufsichtliche Vorschriften zur Qualitätssicherung im Holzbau. In: 7. Quedlinburger Holzbau-tagung, 16./17.03.2000, Fachverband für Holzschutz und Holzbau von Sachsen-Anhalt, Quedlinburg 2000
 [Lißner, Rug 2000] Lißner, K.; Rug, W.: Holzbausanierung – Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2000
 [Meierhofer o.J.] Meierhofer, U. A.: Kunststoffsanierete Holzbauteile unter schwingender Beanspruchung. Schweizer Ingenieur und Architekt 51/52, S. 1260–1263, ohne Jahr
 [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
 [Mühlberg, Rafalski 1996] Mühlberg, Rafalski: Resistenzsicherung von Holzunterkonstruktionen für Fassadenbekleidungen. In: Bautenschutz + Bausanierung 7/1996
 [PCP-Richtlinie 1996] Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCP-Richtlinie). Fassung Oktober 1996, Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik Nr. 1/1997, S. 6
 [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
 [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 1999
 [Timmermann, Meierhofer 1994] Timmermann, K.; Meierhofer, U.A.: Berechnung von Holz-Beton-Verbundbalken mit der Differenz-

methode. Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 45, 3. Nov. 1994, S. 931–935
 [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
 [WTA 1991] Grosser, D.; Eichhorn, M.; Grabow, F.: WTA-Merkblatt 1-2-91: Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende und bekämpfende Maßnahmen, Leistungsverzeichnis.
 [WTA 1997] WTA-Merkblatt 8-1-96-D: Bau-physikalische Anforderungen an Fachwerkfassaden. Hrsg.: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., Baierbrunn 1997
 [Wohnungsbaugesetz 1994] II. Wohnungsbaugesetz vom 05.10.1994

Schriften des INFORMATIONSDIENST HOLZ:

holzbau handbuch:
 [hh 1/14/3] Schulze, H.: Nachträglicher Dachgeschossausbau. Reihe 1, Teil 14, Folge 3, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 2000
 [hh 2/1/1] Colling u.a.: Bemessung nach Eurocode 5-1-1. Reihe 2, Teil 1, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, BDZ, Arge Holz e.V., 1995
 [hh 2/2/1] Milbrandt, E.: Verbindungsmittel. Reihe 2, Teil 2, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1997
 [hh 2/3/2] Milbrandt, E. u.a.: Dachbauteile – Hausdächer. Reihe 2, Teil 3, Folge 2, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1997
 [hh 4/2/1] Petrik, H. u.a.: Konstruktionsvollholz. Reihe 4, Teil 2, Folge 1, Hrsg.: Arge Holz e.V., Düsseldorf 1997
 [hh 3/5/1] Lewitzki, W.; Schulze, H.: Holzschutz – Bauliche Empfehlungen. Reihe 3, Teil 5, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1999
 [hh 3/5/2] Schulze, H.: Baulicher Holzschutz. Reihe 3, Teil 5, Folge 2, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1997

Weitere Schriften des INFORMATIONSDIENST HOLZ:

[Heimeshoff 1988] Heimeshoff, B. u.a.: Zimmermannsmäßige Holzverbindungen. EGH-Bericht, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1988
 [Nebel 1978] Nebel, H.: Erneuerung von Fachwerkbauten. EGH-Bericht, Hrsg.: EGH in der DGfH, 2. verbesserte Auflage, München 1978

Literatur zum Wärmeschutz:

[DIN 4108 52x:1952] DIN 4108 52x: Wärmeschutz im Hochbau. Juli 1952
 [DIN 4108 52xx:1952] DIN 4108 52xx: Wärmeschutz im Hochbau. Juli 1952
 [DIN 4108:1960] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau. Mai 1960
 [DIN 4108:1969] DIN 4108: Wärmeschutz im Hochbau. August 1969
 [DIN 4108-2:1981] DIN 4108-2: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wärmedämmung und Wärmespeicherung – Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung. August 1981

[DIN 4108-2:2001] DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. März 2001
 [DIN 4108-3:2001] DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Juli 2001
 [DIN 4108-7:2001] DIN 4108-7: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie Beispiele. August 2001
 [DIN EN 13829:2000] DIN EN 13829: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren. Deutsche Fassung EN 13829:2000.
 [EnEG 1976] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden. Bundesgesetzblatt Teil 1, 28. Juli 1976, S. 1873–1875
 [EnEV 2002] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 59, Bonn, 21. November 2001, S. 3085–3102
 [Hauser, Maas 1992] Hauser, G. und Maas, A.: Auswirkungen von Fugen und Fehlstellen in Dampfsperren und Wärmedämmschichten. DBZ 24 (1992) H. 1, S. 97–100
 [Hauser, Stiegel 1992] Hauser, G., Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Holzbau. Bauverlag Wiesbaden 1992
 [Hauser, Stiegel 1996] Hauser, G., Stiegel, H.: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Bauverlag Wiesbaden, 1990, 2. durchgesehene Auflage 1993, 3. durchgesehene Auflage 1996
 [Hauser, Stiegel, Haupt 2002] Hauser, G., Stiegel, H., Haupt, W.: Wärmebrücken-katalog auf CD-ROM. Ingenieurbüro Hauser, Baunatal 2002
 [WSVO 1982] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung). BGBl. Teil 1 (1982), S. 209–219
 [WSVO 1995] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung) vom 16. August 1994. Bundesgesetzblatt Teil 1, Bonn, 24. August 1994, S. 2121–2132

Schriften des INFORMATIONSDIENST HOLZ:

holzbau handbuch:

[hh 1/3/2] Hauser, G.; Otto, F.: Niedrigenergiehäuser – bauphysikalische Entwurfsgrundlagen. Reihe 1, Teil 3, Folge 2, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1998
 [hh 1/3/3] Hauser, G.; Otto, F.: Niedrigenergiehäuser – Planungs- und Ausführungsempfehlungen. Reihe 1, Teil 3, Folge 3, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1995
 [hh 3/2/2] Hauser, G.; Otto, F. u.a.: Holzbau und die Energieeinsparverordnung. Reihe 3, Teil 2, Folge 2, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 2000
 [hh 3/2/6] Hauser, G.; Stiegel, H.: Wärmebrücken. Reihe 2, Teil 2, Folge 6, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1992

Literatur zum Schallschutz:

[Bobran, Bobran-Wittfoht 1995] Bobran, W., Bobran-Wittfoht, I.: Handbuch der Bauphysik. Verlag Vieweg Braunschweig / Wiesbaden, 7. Auflage, 1995
 [Diehl 2001] Diehl, W., Fa. Diehl Treppenbau Frankfurt am Main: persönliche Mitteilung, 2001
 [DIN V 18165-1:2002, DIN 18165-2:2001] DIN 18165: Faserdämmstoffe für das Bauwesen. Teil 1: Dämmstoffe für die Wärmedämmung; Vornorm Januar 2002; Teil 2: Dämmstoffe für die Trittschalldämmung; September 2001
 [DIN 4109/Bbl1:1989] DIN 4109, Beiblatt 1: Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; November 1989
 [DIN 4109:1962] DIN 4109, Teil 1-5: Schallschutz im Hochbau. Teil 1–4 Ausgabe September 1962, Teil 5 April 1963
 [DIN 4109:1989] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau; November 1989
 [DIN 68755] DIN 68755: Holzfaserdämmstoffe im Bauwesen. Teil 1: Dämmstoffe für die Wärmedämmung; Juni 2000; Teil 2: Dämmstoffe für die Trittschalldämmung; Juni 2000
 [DIN EN ISO 140:1998] DIN EN ISO 140: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen. Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden, August 1998; Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden an Gebäuden, August 1998; Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden, August 1998
 [E DIN 4109-10:2000] E DIN 4109, Teil 10: Schallschutz im Hochbau – Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen; Juni 2000
 [Froelich 2000 und Neumann 1997 und Holtz u.a. 1974-2001] Froelich, H.: Gebraucht ist nicht immer verbraucht – Modernisierung alter Fenster. Ifz info Ausgabe 1/00, Rosenheim 2000 und Neumann, H.R.: Fenster – Sanierung und Modernisierung. Bauforschung für die Praxis Bd. 30, IRB Verlag Stuttgart, 1997 und Holtz, F. und Mitarbeiter: Unveröffentlichte Forschungsergebnisse zur Schalldämmung von Fensterelementen, Rosenheim, 1974–2001
 [Gösele 1989] Gösele, K.: Verbesserung des Schallschutzes von Holzbalkendecken bei der Modernisierung von Gebäuden. DGfH-Forschungsbericht, 1989
 [Holtz u.a. 1991 und Leschnik u.a. 1995] Holtz, F., Brübach, M., Benkiser, H.: unveröffentlichte Forschungsergebnisse, Rosenheim, 1991 und Leschnik, W., Leimer, H.P., Harting, A.: Schalldämmung von Fachwerkaußenwänden – Theorie und Praxis. Fortschritte der Akustik – DAGA, 1995
 [Holtz, Buschbacher u.a. 2001] Holtz, F., Buschbacher, H.P., Hessinger, J., Rabold, A.: Trittschalldämmung von Treppen im Holzbau – Analyse, Optimierung, Sanierung. DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik, 2001
 [Holtz, Rabold u.a. 2001] Holtz, F., Rabold, A., Hessinger, J., Buschbacher, H.P.: Schall-Längsleitung von Steildächern – Analyse, Optimierung, Sanierung. DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik, 2001

[VDI 4100:1994] VDI Richtlinie 4100: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung; September 1994 [Verzeichnis o.J.] Verzeichnis der sachverständigen Prüfstellen für die Durchführung von Güteprüfungen nach DIN 4109, VMPP – Verband der Materialprüfungsämter e.V., Müggelseedamm 109 in 12587 Berlin; ohne Jahr

Schriften des INFORMATIONSDIENST HOLZ:

holzbau handbuch:

[hh 3/3/1] Schulze, H.: Grundlagen des Schallschutzes. Reihe 3, Teil 3, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1998
 [hh 3/3/3] Holtz, F., Hessinger, J., Rabold, A., Buschbacher, H.P.: Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. Reihe 3, Teil 3, Folge 3, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1999 (siehe auch: Holtz, F., Rabold, A., Buschbacher, H.P., Hessinger, J.: Optimierung der Trittschalleigenschaften von Holzbalkendecken zum Einsatz im mehrgeschossigen Holzhausbau. DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik, 1999)
 [hh 4/5/1] Schulze, H.: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Reihe 4, Teil 5, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1999

Literatur zum Brandschutz:

[BSA 2000] Mayr, Battran: Brandschutzatlas, Grundwerk August 1995, FeuerTRUTZ GmbH, Verlag für Brandschutzpublikationen, 2000
 [BST 2001] Tagungsband zur 9. Brandschutztagung in Würzburg, DGfH, München 2001
 [DIN 4102-4:1994] DIN 4102, Teil 4: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen. März 1994
 [Hass u.a. 1993] Hass, Meyer-Ottens, Richter: Stahlbau Brandschutz Handbuch, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1993
 [Kordina, Meyer-Ottens 1994] Kordina, Meyer-Ottens: Holz Brandschutz Handbuch, 2. Auflage, DGfH, München 1994
 [Scheer, Knauf 1994] Scheer, C.; Knauf, Th.: Brandschutz unbekleideter Holzbauteile. Bautechnik 71 (1994) 4, S. 190–195

Schriften des INFORMATIONSDIENST HOLZ:

holzbau handbuch:

[hh 3/4/1] Winter, S.: Grundlagen des Brandschutzes. Reihe 3, Teil 4, Folge 1, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1996
 [hh 3/4/2] Meyer-Ottens, C.: Feuerhemmende Holzbauteile (F 30-B). Reihe 3, Teil 4, Folge 2, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 1994
 [hh 3/4/3] Winter, S.; Löwe, P.: Brandschutz im Holzbau – gebaute Beispiele. Reihe 3 Teil 4 Folge 3, Hrsg.: EGH in der DGfH, München 2001



Ursprünglich gemauertes Haus, Baujahr 1964, wird vollständig renoviert. Neuerrichtung von Obergeschoss (in 2-schaliger Holzblockkonstruktion mit zwischenliegender Wärmedämmung) und Dach, außenseitiger Vollwärmeschutz am Außenmauerwerk EG. Einbau von Glaselementen mit Wärmeschutzglas 1,1 W/m²-K, alle Elemente mit Spaltlüftung
 a) Ursprünglicher Zustand
 b) Umbauphase
 c) Zustand 2002 (zehn Jahre nach der Renovierung)

Fotos: Dipl.-Ing. Josef Egle

Umbau einer alten Remise zu einer Stadtbibliothek
 a) Sanierung der Fachwerkwände und Einbau einer sichtbaren Brettstapeldecke
 b) Einblick in das ausgebaute Dachgeschoss
 c) Außenansicht nach Abschluss der Baumaßnahmen
 Fotos: Prof. Dr.-Ing. W. Rug

EGH
 Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
 in der
 Deutschen Gesellschaft für Holzforschung

HÖLZ[®]
 Und Deine Welt
 hat wieder ein Gesicht.