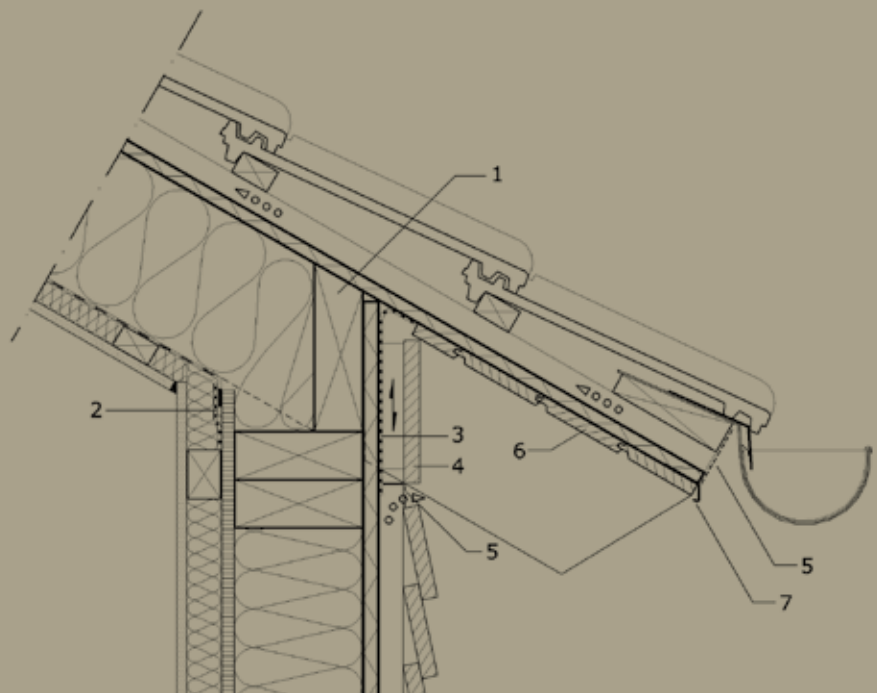




Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer



Inhalt

Seite 3	1 _ Einführung
6	2 _ Holzbausysteme
10	3 _ Wärmeschutz
14	4 _ Feuchteschutz
16	5 _ Holzschutz
18	6 _ Schallschutz
20	7 _ Brandschutz
22	8 _ Ausführungsqualität und Werkstoffe
24	9 _ Raumluftqualität
26	10 _ Werthaltigkeit von Holzhäusern
29	11 _ Adressen der Güte- und Qualitätsgemeinschaften
30	12 _ Literatur und Bildnachweis

Legende zur Zeichnung auf der Titelseite:

- 1 Füllholz $b \geq 60$ mm als Gurtholz der Dachscheibe
- 2 Folienanschluss zur Luftdichtung
- 3 Hydrophobierte MDF-Platte am Sparren winddicht abgeklebt, evtl. Platte in Sparren eingenetet
- 4 Stellbrett
- 5 Lüftungsgitter
- 6 Sparren für Traufschalung ausgeklinkt, hydrophobierte MDF-Platte durchlaufend
- 7 Abtropfblech
- 8 Trennfugenband vor dem Spachteln einlegen

holzbau handbuch

Reihe 0: Grundlagen

Teil 5: Werterhaltung und Lebensdauer

Folge 1: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer

Erschienen: April 2002

Überarbeitete Fassung: Januar 2008

ISSN-Nr. 0466-2114

Impressum

Herausgeber:

Absatzförderungsfonds der
 deutschen Forst- und Holzwirtschaft
 HOLZABSATZFONDS
 Anstalt des öffentlichen Rechts
 Godesberger Allee 142-148
 D-53175 Bonn

Projektleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ludger Dederich

Bearbeitung:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter
 Dipl.-Ing. (FH) Daniel Kehl

Überarbeitung:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter
 Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schmidt

Begleitende Arbeitsgruppe:

Dipl.-Ing. Richard Adriaans, Herford
 Zimmermeister Stefan Fichtl, Hechenwang
 Dipl.-Ing. Georg Lange, Bad Honnef

Technische Anfragen an:

Überregionale Fachberatung:
 0 18 02 / 46 59 00 (0,06 Euro / Gespräch aus dem
 Festnetz der Deutschen Telekom AG, ggf.
 abweichende Preise aus den Mobilfunknetzen)
 fachberatung@infoholz.de
 www.informationsdienst-holz.de

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 Förde-
 rung danken wir der Arbeitsgemeinschaft industrieller
 Forschungsvereinigungen (AiF), den Forst- und Wirt-
 schaftministerien des Bundes und der Länder sowie
 der Holzwirtschaft.

1 _ Einführung

Der Kauf oder Bau eines Gebäudes ist für alle Bauherren ein großer Schritt – in ganz besonderem Maße bei Wohnhäusern. Man möchte möglichst sein Leben lang in dem Haus wohnen, es eventuell an die Kinder oder Enkel vererben. Es soll also ein Bau für die „Ewigkeit“ – mindestens aber für eine generationsübergreifende Lebensdauer – sein.

Die Entscheidung für eine bestimmte Bauweise wird dabei von vielen Faktoren beeinflusst – von den persönlichen Vorlieben bis hin zu „Stammtisch-Argumenten“. Immerhin haben sich seit etwa 1995 immer mehr Bauherren auch in Deutschland für ein Holzhaus entschieden. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern verdoppelte sich nahezu der Marktanteil seit 1995 von ca. 7,5 % auf im Durchschnitt 14,2 % im Jahr 2006; in einigen Bundesländern beträgt er bereits 20 %, siehe Abb. 1.03. Und das, obwohl die Holzhausbauweise sich nach wie vor vielen, nicht zu rechtfertigenden Behauptungen bis hin zu werblichen Diffamierungen der Baustoffkonkurrenten ausgesetzt sieht. Dabei tauchen immer wieder die gleichen Vorurteile und Fragen auf:

- Überdauert ein Holzhaus mehr als eine Generation, das heißt, ist die technische Lebensdauer überhaupt ausreichend?
- Im Winter warm, aber im Sommer heiß?
- Schlechter Schallschutz – hellhörig!
- Durch Holzschutzmittel und Formaldehyd belastet!
- Sind Holzhäuser nicht brandgefährlich?

Auch die bisherige Beleihungs- und Bewertungspraxis vieler Banken und Sachwertermittler, teilweise beruhend auf Festlegungen aus den 70er-Jahren, benachteiligt den Holzhausbau. Der Holzhausbau ist dadurch oftmals in eine Verteidigungshaltung gedrängt worden, die ungerechtfertigt ist. Durch viele Faktoren ist zu belegen, dass moderne Holzhäuser eine innovative,

hoch energieeffiziente und qualitätsgesicherte Bauweise darstellen.

Viele der Vorurteile und Annahmen beruhen noch auf den Behelfsbauten nach 1945 (Barackenbauweise) und den einfacheren Holzbauweisen der 60er- und 70er-Jahre, obwohl die

Abb. 1.01

Bungalow in Fertigbauweise aus den 70er-Jahren

Abb. 1.02

Modernes Fertighaus als Solararchitektur



Abb. 1.04
Eigenheime (Neubau),
Baufertigstellungen 2006,
Anteil Holzbau in %,
Heinze Marktforschung
9/2007



Gebäude dieser Jahre den damaligen Anforderungen genügten und der Preis- und Bedarfsdruck auch bei allen anderen Bauweisen nicht zur Übererfüllung der Anforderungen geführt hat. Beispielsweise spielten wegen der niedrigen Energiepreise energiesparende Bauweisen keine Rolle, und Bausünden wie das Durchbetonieren von Geschossdecken zur Herstellung auskragender Balkone waren selbstverständlich.

Zielsetzung der Schrift

Das vorliegende Heft soll auf der Grundlage einer im Jahr 2001 an der Universität Leipzig entstandenen wissenschaftlichen Arbeit [1] die Qualität, Werthaltigkeit und Lebensdauer von Holzhäusern objektiv darstellen. In dieser Forschungsarbeit wurde die Entwicklung der Holztafel- bzw. Holzrahmenbauweise seit etwa 1965 untersucht, dokumentiert und mit anderen Bauweisen verglichen. Daraus resultierende, sinnvolle Auswirkungen auf die Praxis der Beleihungswert- und Sachwertermittlung in Abstimmung mit Banken und Verkehrswertermittlungsgremien wurden vorgeschlagen.

Die Untersuchungen beschränken sich auf Holzrahmen-/Holztafelbauten, da diese mit geschätzt 85 % den größten Marktanteil im Holzbau aufweisen. Die Arbeit spiegelt indirekt die Ergebnisse vieler Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wider, die der Holzhausbau seit den 60er-Jahren zur Verbesserung der Bauweise initiiert und erfolgreich abgeschlossen hat. Es wurde die Entwicklung von Außenwänden, Innenwänden, Decken und Dächern in Bezug auf die wichtigsten bauphysikalischen Funktionen untersucht. Die dargestellten Entwicklungen des Wärme-, Feuchte-, Holz-, Schall- und Brandschutzes wurden anhand der Konstruk-

tionskataloge von Fertighausunternehmen, des Holzrahmenbaukataloges [24] und anderer Literaturquellen im Zeitraum von 1965 bis heute recherchiert und zusammengestellt. Vergleichend dazu wurde aus Konstruktionsunterlagen anderer Baustoffe deren Entwicklung dem Holzhausbau gegenübergestellt.

Aktuell recherchierte Erkenntnisse und Entwicklungen ergänzen das Zahlenmaterial aus [1] bis in das Jahr 2005. Die Grafiken zur Entwicklung der Ausführungsqualität wurden auf der Grundlage des in [1] ermittelten Datenmaterials erarbeitet und nach ausführlicher Recherche in der vorliegenden Ausgabe für die Jahre 2001 bis 2005 fortgeschrieben.

Informationen für die Wertermittlung

Diese Schrift stellt außerdem Informationen für die Wertermittlung von Holzhäusern durch Banken, Versicherungen und freischaffende Sachverständige zur Verfügung. Die Informationen sollen dazu anregen, die guten bauphysikalischen Eigenschaften, die qualitätsgesicherte Erstellung und die eindeutige und umfassende Deklaration der eingesetzten Baustoffe bei der Wertermittlung von Holzhäusern zu berücksichtigen.



Abb. 1.03
Fachwerkhäuser in Frankenberg

Begriffsdefinitionen

Die **technische Lebensdauer** ist der Zeitraum von der Errichtung bis zum Abriss eines Gebäudes. Sie ist erreicht, wenn mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand die statischen und bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes den Anforderungen nicht mehr anzupassen sind.

Die **Gesamtnutzungsdauer (GND)** ist der Zeitraum, in dem ein Gebäude bei normaler Instandhaltung wirtschaftlich nutzbar ist und den Ansprüchen der Nutzer gerecht wird.

Die **Restnutzungsdauer (RND)** ist der verbleibende Zeitraum zwischen dem Wertermittlungstichtag bis zum Ablauf der Gesamtnutzungsdauer, d.h. die Gesamtnutzungsdauer abzüglich des Lebensalters des Gebäudes.

Die technische Lebensdauer von Fachwerkhäusern beträgt oft weit mehr als 300 Jahre. Moderne Holzgebäude werden bei ordnungsgemäßer Wartung und Instandhaltung ebenfalls entsprechende Zeitspannen erreichen. Die Gesamt- und Restnutzungsdauer ist von vielen Faktoren abhängig. Ein wesentlicher Aspekt ist, inwieweit das Gebäude den Anforderungen der Nutzer gerecht wird und in Zukunft gerecht werden kann.

Im Einzelnen zählen dazu:

- Grundrissgestaltung und Ausstattungsumfang
- Zustand der Tragkonstruktion und der Gebäudehülle
- Energiebedarf bzw. Anforderungen an den Wärmeschutz
- Schallschutz von Decken und Wänden
- Brandschutz der tragenden Bauteile
- Auswahl der verwendeten Baustoffe und die Qualität der Ausführung

Beispiel: Entspricht ein Gebäude zumindest noch teilweise den Nutzeranforderungen, so ist seine Gesamtnutzungsdauer noch nicht abgelaufen, das Gebäude kann noch einige Jahre genutzt werden, es weist eine bestimmte Restnutzungsdauer auf. Wird ein Gebäude modernisiert, indem beispielsweise der Wärmeschutz verbessert, die Haustechnik erneuert oder die Raumaufteilung verändert wird, und findet damit eine Anpassung an aktuelle Nutzeranforderungen statt, verlängert sich die Restnutzungsdauer. Je besser ein Gebäude die Anforderungen der Nutzer erfüllt, umso länger ist seine Gesamt- und Restnutzungsdauer und umso höher ist damit auch sein aktueller Wert.



Abb. 1.05

Modernes Fachwerkhaus

2 _ Holzbausysteme

Im Holzhausbau unterscheidet man mehrere Systeme, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

Fachwerkbau

Der Fachwerkbau ist ein historisches System, das im Neubau nur noch selten Anwendung findet. Das Tragwerk wird durch eine Ständerkonstruktion gebildet, die durch Streben ausgesteift wird. Die Gefache bestehen aus einer Ausfachung aus Lehm oder Mauerwerk mit verputzter Oberfläche. Auf den Wetterseiten wird die Holztragkonstruktion teilweise durch eine verputzte Oberfläche oder eine hinterlüftete Holzbekleidung vor Witterungseinflüssen geschützt. Viele Fachwerkbauten weisen durch sorgfältige Bauunterhaltung bereits eine (technische) Lebensdauer von mehreren hundert Jahren auf [3].



Abb. 2.01
Kotten in Solingen

Blockhausbau

Der Blockhausbau ist eines der ältesten Bausysteme. Früher wurden die Wände durch aufeinandergeschichtete Rundhölzer hergestellt. Bei heutigen Blockhausbauten verwendet man dazu maßhaltige Blockbohlen mit Nut-und-Feder-Verbindung. Die teilweise zweischalig angeordneten Blockbohlen werden an Ecken und in Anschlussbereichen mittels Fingerzinken und Schwalbenschwanzverbindungen verbunden, wodurch die Tragkonstruktion ausgesteift wird. Bedingt durch die massiven, horizontal aufeinandergestapelten Holzquerschnitte, treten unvermeidliche Setzungen durch Schwinden des Holzes auf, was bei der Planung durch sorgfältige Detailausbildung berücksichtigt werden muss. Die Besonderheiten dieses Bausystems stellen hohe Anforderungen an die Qualität bei der Planung und der Ausführung.



Abb. 2.02
Haus Luzi in Jenaz, Architekt Peter Zumthor

Holzrahmenbau und Holztafelbau

Die Bauteile werden hier durch einen tragenden Rahmen aus technisch getrockneten Vollholzprofilen oder aus anderen stabförmigen Holzträgern [2] gebildet und durch eine Beplankung aus Holzwerkstoffplatten oder Gipsbauplatten ausgesteift. Nach dem Format der Beplankung richtet sich das Konstruktionsraster, bei dem die Holzständer im Abstand von 625 bis 1000 mm angeordnet sind. Die Gefache zwischen den Hölzern werden vollständig ausgedämmt. Die Holzrahmenkonstruktion wird durch eine vorgehängte, meist hinterlüftete Außenbekleidung aus Holz, Holzwerkstoffen oder Putzträgerplatten, durch Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) mit Putzoberfläche oder durch hinterlüftete Mauerwerkvorsatzschalen vor Witterungseinflüssen geschützt.



Abb. 2.03
Holzrahmenbau/Holztafelbau

Im Holzrahmenbau/Holztafelbau werden vorgefertigte Elemente eingesetzt, die kurze Richtzeiten und damit einen schnellen Witterungsschutz des Rohbaus gewährleisten.

Die Begriffe „**Holzrahmenbau**“ und „**Holztafelbau**“ werden derzeit in der Praxis parallel verwendet. Sofern nachfolgend die Begriffe

alleinstehend verwendet werden, gelten die Aussagen sinngemäß für beide Systeme.

Der Unterschied zwischen den beiden Bausystemen besteht im Grad der Vorfertigung, das Konstruktionsprinzip ist identisch. Der zimmermannsmäßige Holzrahmenbau lässt sich heute aber kaum noch von der von Fertighausunternehmen praktizierten Holztafelbauweise unterscheiden. Der Grad der Vorfertigung variiert entsprechend den Bauaufgaben. Beide Bausysteme erlauben die regendichte Montage eines Ein- oder Zweifamilienhauses an nur einem Arbeitstag. Die Abbildungen 2.04 - 2.08 zeigen die Montage eines Holzrahmenbau-Gebäudes im sogenannten „Platform-Framing“. Bei dieser Konstruktionsweise werden die Deckenelemente auf der darunter stehenden Wand aufgelegt, sodass eine Plattform entsteht, auf der das nächste Geschoss aufgebaut wird.

Eine andere Konstruktionsweise im Holzrahmenbau ist das sogenannte „Balloon-Framing“, bei dem die Wandelemente über die gesamte Gebäudehöhe durchgehen und eine vollständige Außenhülle (Ballon) bilden, wobei die Deckenelemente zwischengehängt werden. Als Kombination aus beiden Bauweisen hat sich das „Quasi-Balloon-Framing“ entwickelt. Auch hier wird im Prinzip eine durchgehende Hülle erzeugt. Es erfolgt jedoch eine Trennung der Tafel Elemente oberhalb der Geschossdecke.

Die hohe Vorfertigung kommt dem Holzrahmenbau/Holztafelbau zugute, da die Elemente im Trockenen gefertigt und die Qualität gesichert werden kann. Neben der normalen Qualitätskontrolle werden weiterführende Standards der deutschen Qualitätsgemeinschaften durch unabhängige Institute überwacht. Siehe Kapitel 8 zur Entwicklung der Ausführungsqualität.

Abb. 2.04 – 2.08:
Montage eines Einfamilienhauses als Holzrahmenbau



Holzskelettbau



Abb. 2.09

Holzskelettbau in Wessling,
Architekt Sampo Widmann

Charakteristisch für den Skelettbau ist die stabförmige Tragstruktur aus senkrechten Stützen und waagerechten Trägern (Stützen-Riegel-Konstruktion). Dieses Bausystem unterscheidet sich von den anderen Konstruktionsprinzipien durch einen großen Stützenabstand von bis zu fünf Metern und die Trennung der tragenden von der raumbildenden Struktur. Die Aussteifung wird über Verbände erreicht, teilweise auch durch Ausfachungen aus Holzrahmenbauelementen. Durch die nichttragenden und raumabschließenden Wände ist die Grundrissgestaltung bei diesem Bausystem besonders flexibel.

Massivholzbau



Abb. 2.10

Massivholzbau in den Alpen,
Architekt Hermann Kaufmann

Der Massivholzbau verwendet als tragende und raumabschließende Bauteile genagelte oder gedübelte Brettstapelelemente beziehungsweise aus Einzelbrettern verklebte Brettlagen- oder Brettschichtholzelemente [2]. Sie werden als massive, flächige Decken- oder Wandelemente eingesetzt. Die robusten Konstruktionen werden meist werkseitig vollautomatisch bearbeitet. Die Dämmung der Bauteile erfolgt im Normalfall auf der Außenseite durch vollflächige Dämmlagen oder durch Gefachdämmungen zwischen aufgeschraubten Trägerkonstruktionen. Innen- und Außenbekleidungen sind wie im Holzrahmenbau / Holztafelbau frei wählbar. Soweit die Bauteile nicht nach geltenden Normen bemessen werden können, liegen allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen vor. Zu Brand- und Schallschutzeigenschaften sind zahlreiche Prüfzeugnisse verfügbar.

Neue Einsatzbereiche und Mischbausysteme



Abb. 2.11

Mischbauweise (Neubau) in Arnsberg,
Architekten Banz + Riecks

Gebäude in Holzbauweise haben sich seit Langem im Ein- und Zweifamilienhausbau etabliert. Durch Änderungen im Baurecht sind mittlerweile bis zu fünfgeschossige Wohn- und Verwaltungsbauten in Holzbauweise möglich. Zunehmende Anwendung findet der Holzbau bei Aufstockungen und Anbauten. Es werden auch Vermischungen der vorgenannten Bausysteme vorgenommen, beispielsweise Holzrahmenbauten mit Decken im Massivholzbausystem.

Außerdem wird erkannt, dass sich mit Holzrahmenbauelementen sehr wirtschaftlich hochwärmegedämmte Gebäudehüllen auch in Verbindung mit Tragkonstruktionen aus anderen Baustoffen, z.B. Stahlbetonskelettkonstruktionen, herstellen lassen [31]. Diese Mischkonstruktionen finden ebenso zunehmende Anwendung beim Bauen im Bestand, z.B. im Rahmen einer Fassadensanierung mit vorgefertigten Fassadenelementen [32].



Abb. 2.12 - 2.14

Mischbauweise im Bestand (vorgefertigte
Fassadenelemente) in Wuppertal,
Architektur Contor Müller Schlüter

3_Wärmeschutz

Die Bedeutung des Wärmeschutzes hat im Laufe der letzten Jahrzehnte erheblich zugenommen, und die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden wurden kontinuierlich verschärft. Mit Ablösung der Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1995 durch die in 2002 eingeführte Energieeinsparverordnung (EnEV) wurde das Niedrigenergiehaus zum baulichen Standard. Mit Einführung einer überarbeiteten Energieeinsparverordnung soll das Wärmeschutzniveau ab dem Jahr 2008 nochmals angehoben werden. Ein weiterer positiver Nebeneffekt eines hohen Dämmstandards: Die Oberflächentemperaturen der Außenwände entsprechen nahezu der Raumtemperatur – ein sehr angenehmes Raumklima ist die Folge.

Winterlicher Wärmeschutz

Holzhäuser weisen einen überdurchschnittlichen Wärmeschutz auf. Bei dem Holzrahmenbausystem liegt die Dämmung zwischen der tragenden Holzkonstruktion, sodass im Vergleich zu anderen Bausystemen durch den geringen Flächenverbrauch sehr wirtschaftlich große Dämmdicken erzielt werden (s. Abb. 3.01). Die Anforderungen der im Jahr 2002 eingeführten Energieeinsparverordnung wurden teilweise bereits von Holzkonstruktionen aus den 80er-Jahren erfüllt. Aus den Abb. 3.02 und Tab. 3.01 wird ersichtlich, dass der durchschnittliche Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert, früher k-Wert) bei Holzbauten schon in der Vergangenheit ein hohes Niveau aufwies.

Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient)

ist eine physikalische Größe für den Wärmedurchgang durch ein Bauteil hindurch. Die Größenangabe erfolgt in Watt pro Quadratmeter Wandfläche und pro Grad Temperaturunterschied [$W / (m^2 K)$]. Je kleiner der U-Wert von Bauteilen der wärmedämmenden Gebäudehülle ist, umso geringer ist der Heizenergiebedarf des Gebäudes.

Holzkonstruktionen: Energie sparend Raum gewinnen

Moderne Holzhäuser erfüllen beim Wärmeschutz die hohen Anforderungen der Energieeinsparverordnung und schaffen gleichzeitig mehr Wohnraum.

Übliche Wandkonstruktionen mit vergleichbaren Wärmedämmeigenschaften

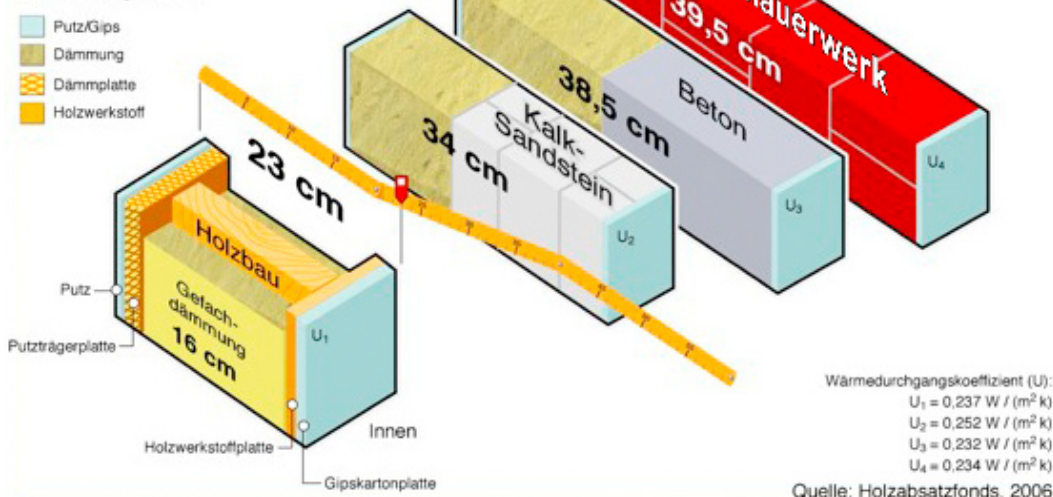
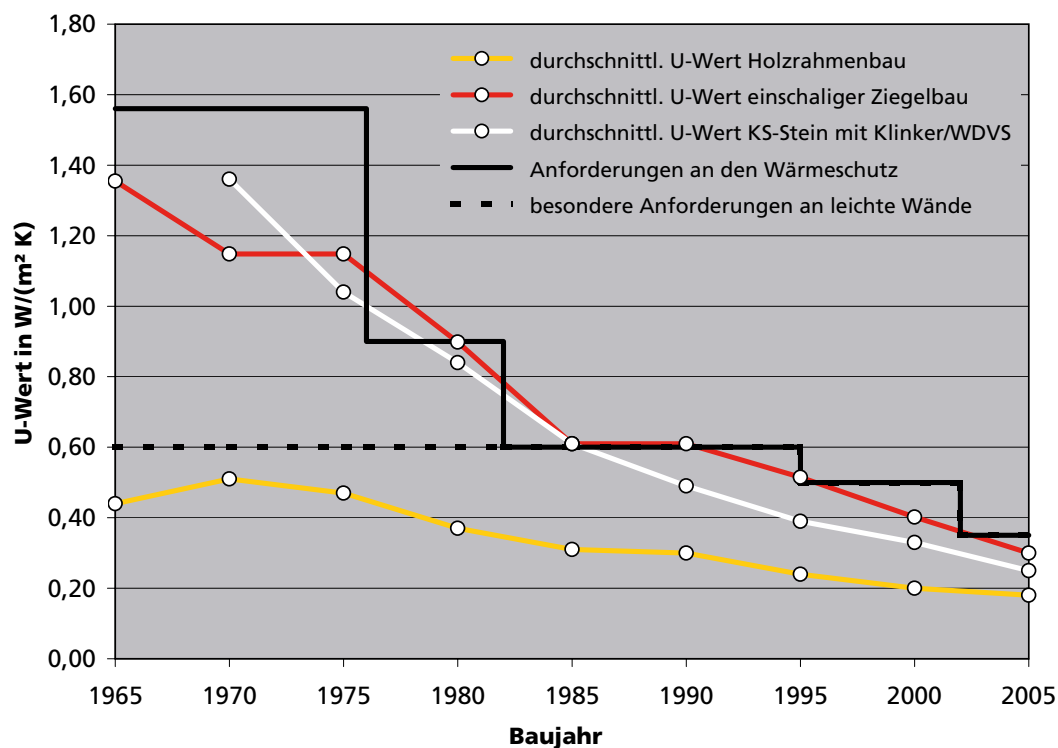


Abb. 3.01

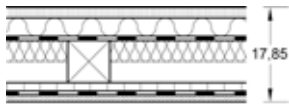
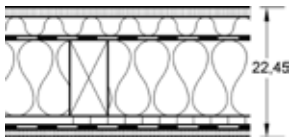
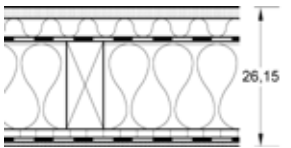
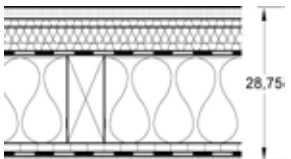
Vergleich der Dicke von Wandaufbauten bei gleichem Dämmstandard


Abb. 3.02

Entwicklung des Wärmeschutzes und dessen Anforderungen für Außenwände, aus [1] ergänzt bis 2005

TAB. 3.01

ENTWICKLUNG VON AUSSENWÄNDEN IM HOLZRAHMENBAU / HOLZTAFELBAU IM LAUFE VON 30 JAHREN UND DEREN ANFORDERUNGEN ENTSPRECHEND DER ZUM JEWEILIGEN ZEITPUNKT GELTENDEN VERORDNUNG [1]

1972	1982	1992	2002
U-Wert = 0,54 W / (m² K)	U-Wert = 0,28 W / (m² K)	U-Wert = 0,25 W / (m² K)	U-Wert = 0,18 W / (m² K)
Anford. = 0,60 W / (m² K)	Anford. = 0,60 W / (m² K)	Anford. = 0,60 W / (m² K)	Anford. = 0,45 W / (m² K)
			

Sommerlicher Wärmeschutz

Behagliche Innenraumtemperaturen im Sommer werden von mehreren Randbedingungen beeinflusst. Die Wärmedämmung der Gebäudehülle, die Speichermassen, die Nachtlüftung und die Sonnenschutzeinrichtungen (Verschattungen) sind die wesentlichen Einflussfaktoren. Die Temperaturverhältnisse unter einem zeitgemäß wärmegeprägten Dach sind – unabhängig von der Bauweise – nicht vergleichbar mit überhitzten Dachräumen aufgrund zu dünner Dachdämmung. Eine gut gedämmte Gebäudehülle reduziert nicht nur den Wärmestrom von innen nach außen, im Sommer funktioniert dies auch umgekehrt.

Untersuchungen [26] haben bereits 1987 gezeigt, dass selbst bei relativ schlecht wärmegeprägten Holzhäusern mit U-Wert von ca.

0,46 W/(m² K) und normaler Verschattung sich nur eine um 1,5 Kelvin höhere Temperatur gegenüber der Innenraumtemperatur in einem vergleichbaren Massivbau einstellt. Konstruktionen mit einem derart ungünstigen U-Wert werden im Holzrahmenbau/Holztafelbau allerdings seit Langem nicht mehr gebaut. Mit steigendem Wärmeschutzniveau sinken die Sommertemperaturen im Raum auf ein erträgliches Maß, vgl. Tab. 3.02. Als Bewertungsgröße werden sogenannte Übertemperaturgradstunden ($G_{h_{26}}$ in [Kh/a]) herangezogen, welche die Dauer der Überschreitung einer Raumtemperatur von 26° C pro Jahr benennen. Die Simulation eines Einfamilienhauses (Tab. 3.03) zeigt, dass bei zunehmendem Wärmeschutz diese Temperaturüberschreitungen immer seltener auftreten und schwächer ausfallen. Vorteilhaft für einen sommerlichen Wärmeschutz ist die Verwendung von Dämmstoffen mit hoher Rohdichte und hoher Wärmepeicherefähigkeit, zum Beispiel Zellulose oder Holzweichfaserdämmungen.

Moderne Holzhäuser haben neben einem hohen Dämmstandard auch die erforderlichen Speichermassen, um den sommerlichen Wärmeschutz zu verbessern. Estriche, Einbauten, Gipsbauplatten und massive Holzbauteile reichen aus, um die erforderlichen Nachweise für den sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 zu erfüllen. Ein wesentlicher Einflussfaktor für den sommerlichen Wärmeschutz ist der Sonnenschutz der nach Süden und Westen orientierten verglasten Flächen, denn übermäßige Sonneneinstrahlung ist bei jeder Bauweise die Ursache für eine Überhitzung der Räume. Bewohnererfahrungen zeigen, dass die Behaglichkeit und das Raumklima in Holzgebäuden gute Werte erreichen, sowohl im Winter als auch in den Sommermonaten [27].

Abb. 3.03

Haus in Schalkenbach,
architektur-raum
bauer und sternberg



TAB. 3.02

UNTERSCHIEDLICHE WÄRMESCHUTZNIVEAUS [11]

U [W/(m² K)]			
Außenbauteil	Wärmeschutzniveau		
	I	II	III
Dach	0,32	0,25	0,17
Außenwände	0,51	0,36	0,21
Fenster	2,6 (g-Wert 0,75)	1,7 (g-Wert 0,62)	0,80 (g-Wert 0,40)
Kellerdecke	0,69	0,51	0,34

TAB. 3.03

ÜBERTEMPERATURGRADSTUNDEN Gh_{26} EINES EINFAMILIENHAUSES IN HOLZBAUWEISE
BEI UNTERSCHIEDLICHEN WÄRMESCHUTZNIVEAUS [11]

Gh_{26} [Kh / a]				
Raum	Geschoss	Wärmeschutzniveau		
		I	II	III
Wohnzimmer	Erdgeschoss	92	58	37
Essecke		195	126	70
Küche		214	174	99
Kinderzimmer 1	Obergeschoss	48	19	9
Kinderzimmer 2		19	5	9
Schlafen		4	0	0

4 _ Feuchteschutz

Dringt Feuchte in ein Bauwerk ein, wird – unabhängig von Massiv- oder Holzbauweise – die Funktion der Bauteile beeinträchtigt. Die Dämmwirkung wird vermindert, bei Frost kann es zu Abplatzungen kommen oder die Ansiedlung von Pilzen und Algen wird begünstigt. Der für alle Bauweisen erforderliche Feuchteschutz umfasst den Schutz vor Niederschlagsfeuchte und vor nutzungsbedingter Feuchteeinwirkung. Von besonderer Bedeutung sind:

- **Witterungsschutz** durch hinterlüftete Fassadenbekleidungen oder durch Putzoberflächen, z.B. Wärmedämmverbundsysteme (WDVS).
- **Funktionale Anschlussdetails** an Leibungen und Bauteilübergängen. Die Dichtigkeit sollte mechanisch, ggf. ergänzt durch Dichtungsbänder, und nicht durch wartungsbedürftige Dichtstoffe hergestellt werden.
- **Spritzwasserschutz in Bädern** durch die Verwendung geeigneter Dichtungssysteme für Rohrdurchführungen und Wandbeplankungen.
- **Luftdichte Gebäudehülle** zur Vermeidung eines konvektiven Feuchteintrags durch Warmluftströmungen in die Konstruktion.
- **Diffusionsoffene Konstruktionen** mit ausreichendem Rücktrocknungsvermögen gemäß dem Konstruktionsprinzip: innen so diffusionshemmend wie nötig, außen so diffusionsoffen wie möglich.

Hinterlüftete Fassaden erzeugen eine durchgängige „Drainageebene“ vor der eigentlichen Wand. Ungewollt eindringende Feuchte wird durch eine zweite wasserführende Schicht unmittelbar auf der Konstruktion sicher abgeleitet.

Diese zweite wasserführende Schicht wird heute aus diffusionsoffenen, dichten Polyethylenvliesen oder aus bituminierten beziehungsweise paraffinierten Holzwerkstoffen hergestellt.

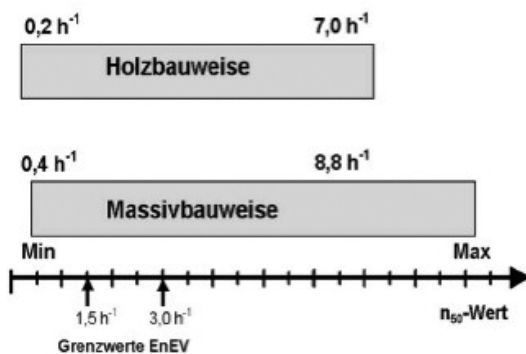
Auch Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) und Putze wurden technisch weiterentwickelt. So weisen viele standardmäßige Dünnputze gegenüber früher verwendeten Putzsystemen eine geringere Wasseraufnahmefähigkeit auf. WDVS benötigen entsprechend einer Grundsatzentscheidung des Deutschen Instituts für Bautechnik seit dem Jahr 1992 grundsätzlich eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Sie unterliegen damit exakten Prüfbedingungen und einer kontinuierlichen Eigen- und Fremdüberwachung. Da sie als Gesamtsystem mit konkreten Vorgaben zur Ausführung der Anschluss- und Eckdetails vertrieben werden, wird eine hohe Ausführungssicherheit erreicht. Zusätzlich steht für Putzfassaden im Holzbau die seit Jahrzehnten bewährte Ausführung mit Holzwole-Leichtbauplatten und Putzen nach DIN 1101 zur Verfügung.

Eine aktuelle Erhebung [20] bestehender, seit 1870 errichteter Holzgebäude zeigt, dass selbst Blockbausysteme und ungedämmte Holztafelbauten mit Holz- und Putzfassaden eine sehr lange technische Lebensdauer von Holzgebäuden zulassen. Bei den in der Forschungsarbeit [1] untersuchten und dokumentierten Gebäuden mit 55–130 Jahren Lebensdauer wurde bei 99 % der Gebäude die sogenannte Bauzustandsstufe I ermittelt, d.h. volle Funktionsfähigkeit, guter Erhaltungszustand, keine oder nur unbedeutende Mängel und keine Schäden.

Luftdichtheit

Die Luftdichtheit ist für den Wärme- und den Schallschutz und im besonderen Maße für den Feuchteschutz einer Konstruktion von Bedeutung. Bereits frühzeitig wurde im Holzhausbau mit der Messung der Luftdichtheit mit dem Blower-Door-Verfahren begonnen. Abb. 4.01 zeigt die Entwicklung der Ausführungsqualität der Luftdichtung im Holzbau. Kenngröße für die Luftdichtheit ist die Luftwechselrate (n_{50} –

Wert), welche die Anzahl des Luftaustauschs des gesamten Gebäudevolumens je Stunde bei 50 Pascal Unter- oder Überdruck angibt. Je kleiner diese Luftwechselrate ist, desto geringer ist die Gefahr von Feuchteschäden im Bauteil und desto besser ist der Wärme-, Schall- und Brandschutz der Konstruktion. Durch verbesserte Luftdichtheit



sinkt auch der ungewollte Lüftungswärmeverlust aufgrund von Leckagen. Bei den meisten Holzbaubetrieben ist die Messung der Luftdichtheit eine standardisierte Maßnahme zur Qualitätsüberwachung [9,10].

Diffusionsoffene Bauweisen

Neben den luftdichten Konstruktionen entwickelte sich insbesondere im Holzrahmenbau / Holztafelbau die diffusionsoffene Bauweise. Diffusionsoffene Bauteile sind zwar grundsätzlich luftdicht, aber nicht dampfdicht, d.h., sie ermöglichen den kontrollierten Wasserdampftransport infolge von Diffusionsvorgängen durch das Bauteil hindurch. Solche Konstruktionen entstehen durch die Verwendung diffusionsoffener Kunststoffbahnen (z.B. HDPE-Spinnvlies) oder Holzfaserverplatten auf der Bauteilaußenseite und die Anordnung dampfbremsender Baustoffe auf der Raumseite, z.B. armierter Baupappen oder Holzwerkstoffplatten statt dichter Kunststofffolien (z.B. Polyethylen PE). Diese Dampfbremsen weisen variable bzw. nur geringe diffusionsäquivalente Luftschichtdicken (s_d -Werte) auf. Dadurch

erhalten die Bauteile ein hohes Austrocknungsvermögen sowohl nach außen als auch nach innen, wodurch die Konstruktion robust gegenüber ungewollt auftretenden Feuchteeinwirkungen wird.

Diffusion ist ein Feuchtetransport durch geschlossene Bauteilflächen infolge unterschiedlicher Teildampfdrücke auf beiden Wandseiten = langsamer Feuchteeintrag mit geringen Mengen (Schnapsglas).

Konvektion ist ein Feuchtetransport mittels einer Luftströmung = schneller Feuchteeintrag mit großen Mengen (Wassereimer).

Der **s_d -Wert** (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke) ist das Produkt aus Diffusionswiderstand des Materials (μ -Wert) und dessen Dicke in Metern. Er gibt den Wasserdampf-Diffusionswiderstand eines Baustoffs im Vergleich zu einem Meter stehender Luftschicht an.

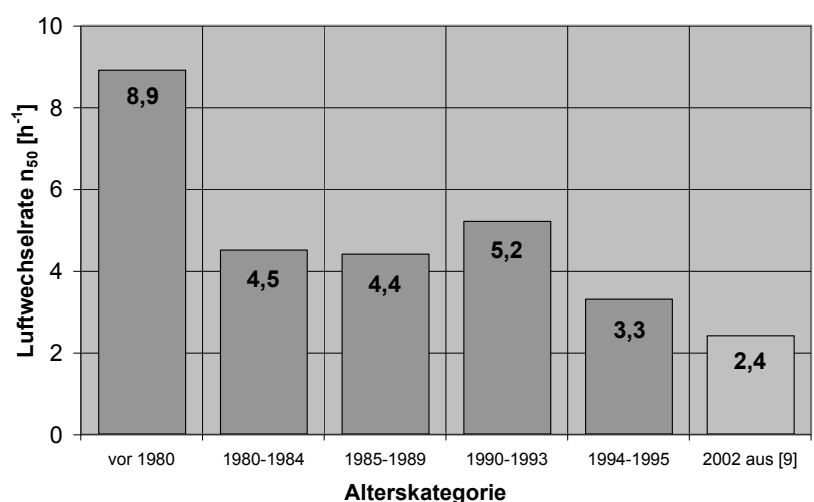
Die positive Wirkung diffusionsoffener Bauweisen, die verbesserte Fassadentechnik und die Verbesserung und Standardisierung aller Anschlussdetails, verbunden mit einer erhöhten Qualitätssicherung, sollte bei der Beurteilung der Konstruktionen im Rahmen der Wertermittlung berücksichtigt werden.

Abb. 4.01

Vergleich der Luftdichtheit anhand von 320 Gebäuden in Abhängigkeit von der Bauweise, leicht verändert aus [10] (je geringer der n_{50} -Wert, desto besser)

Abb. 4.02

Entwicklung der Luftdichtheit im Holzrahmenbau / Holztafelbau anhand von 52 Bauten, leicht verändert aus [9], ergänzt um Messergebnisse von 50 Gebäuden aus 2002 [30]



5_Holzschutz

Baulicher Holzschutz

Ein guter baulicher Holzschutz ist die Lebensversicherung eines Holzgebäudes. Der wesentliche Bestandteil ist ein ausreichender Feuchteschutz, der durch konstruktive Maßnahmen und gute Luftdichtheit der Gebäudehülle sichergestellt wird.

Die Normenreihe der DIN 68 800 „Holzschutz“ stellt den baulich konstruktiven über den chemisch vorbeugenden Holzschutz. Der Teil 2 dieser Normenreihe enthält Konstruktionen und Regeln, bei deren Einhaltung die Bauteile in die Gefährdungsklasse 0 eingeordnet werden und damit keinen chemisch vorbeugenden Holzschutz mehr benötigen.

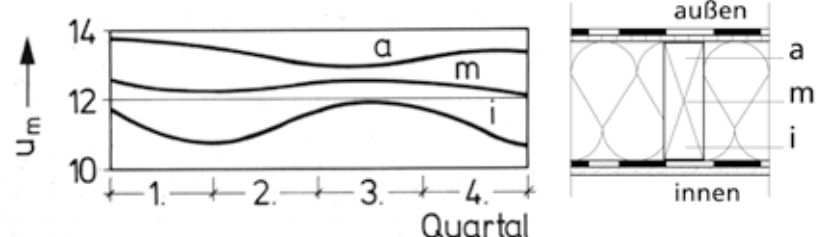
Dass insgesamt der vorbeugende chemische Holzschutz zurückgenommen wurde, basiert auf wissenschaftlichen Untersuchungen, deren Ergebnis die Neuerscheinung von DIN 68 800-3 „Holzschutz: Vorbeugender chemischer Holzschutz“ im Jahr 1990 war. Mit dieser Norm wurde erstmals die Gefährdungsklasse 0 eingeführt. Der Normenteil DIN 68 800-2 „Holzschutz: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau“ erschien im Mai 1996. Die dort vorgenommenen Einstufungen der Bauteile beruhen auf umfangreichen empirischen Untersuchungen, vgl. z.B. [21]. Sie basieren zudem auf der jahrhundertalten Erfahrung, dass eine kurzzeitige Befeuchtung von Holzbauteilen vollkommen

unschädlich ist, solange eine rasche Austrocknung der Hölzer gewährleistet ist. Die immer noch bestehende und fortdauernde technische Lebensdauer jahrhundertealter Holzbauwerke – von überdachten Brücken bis zu Fachwerkbauten – beweist dies. Besonderer Wert wird auf die Herstellung von Bauteilen gelegt, die über ein ausreichendes Austrocknungsvermögen bei ungewollt eindringender Feuchte verfügen.

Abbildung 5.01 zeigt das ausgeglichene Feuchteverhalten einer Außenwand in Holztafelbausystem mit diffusionsdichtem Aufbau über einen Jahreszyklus hinweg. Durch den Einbau getrockneten Holzes und eine fachgerechte Bauausführung wird dauerhaft eine Holzfeuchte der tragenden Holzbauteile unterhalb von 20 % gewährleistet, wodurch die Gefahr eines Befalls mit holzerstörenden Pilzen nicht gegeben ist. Mit dem Einsatz diffusionsoffener Konstruktionen kann auch unplanmäßig eingedrungene Feuchte austrocknen, und die Holzbauteile bleiben dauerhaft trocken.

Durch die Neueinstufungen der Bauteile in die jetzt so genannte Gebrauchsklasse 0 im Rahmen der Normenreihe DIN 68 800 wurde die Erkenntnis umgesetzt, dass ein vorbeugender chemischer Holzschutz ohne ausreichenden konstruktiven Holzschutz langfristig nicht wirksam sein kann – aber umgekehrt ein guter konstruktiver Holzschutz ohne chemischen Holzschutz

Abb. 5.01
Holzfeuchte innerhalb
einer Außenwand im
Laufe eines Jahres [21]



auskommt. Die zahlreichen Veröffentlichungen zu Beginn der 90er-Jahre zu diesem Thema, die zunehmende Standardisierung insbesondere der Anschlussdetails sowie die Verbesserung der Dichtstoffe und Feuchteschutzbahnen führen, verbunden mit einer durchgängigen Qualitätssicherung, zum Erreichen einer langen technischen Lebensdauer moderner Holzhäuser. Einen Überblick zu heutigen Holzschutzmaßnahmen gibt [22].

Moderne Holzhäuser ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz entsprechen dem Stand der Technik! Eine technische Lebensdauer von mehreren hundert Jahren kann bei ordnungsgemäßer Errichtung und Pflege sicher vorausgesetzt werden.



Abb. 5.02

Das Rathaus von Alsfeld aus dem 16. Jahrhundert



Abb. 5.03

Qigong-Haus in Mönchengladbach, Architekt Wilfried Kaufmann



Abb. 5.04

Holzbrücke

6 _ Schallschutz

Die bisher betrachteten Aspekte des Wärme-, Feuchte- und Holzschutzes haben direkten Einfluss auf die Bausubstanz und somit auf die technische Lebensdauer des Gebäudes. Der Bewohner stellt aber darüber hinaus weitere Anforderungen an ein Bauwerk. Dabei steht häufig der Schallschutz im Mittelpunkt. Der Schutz gegen Außenlärm und innere Lärmquellen ist ein wesentlicher Bestandteil zeitgemäßer Wohnqualität geworden.

Der Holzhausbau hat die Entwicklung erkannt und Verbesserungen umgesetzt. In verschiedenen Forschungsvorhaben wurden die Schallschutzeigenschaften von Holzbauteilen und Holzbausystemen schalltechnisch untersucht und optimiert. Die guten Schalldämmeigenschaften von Holzbauten der letzten 10 Jahre sind auf die richtige Kombination der einzelnen Bauteilschichten zurückzuführen, siehe z.B. [23].

Anforderungen

Bei Einfamilienhäusern werden gemäß DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ außer an die Außenbauteile keine konkreten Anforderungen an den Schallschutz gestellt. Allerdings sind in Beiblatt 2 der Norm Empfehlungen für Decken und Innenwände im eigenen Wohnbereich enthalten, die gesondert mit den Bauherren vereinbart werden müssen. Infolge der aktuellen Rechtsprechung ist als Mindestanforderung für den Trittschallschutz von Decken heute ein Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 63$ dB innerhalb des eigenen Wohnbereichs einzuhalten.

Zu beachten ist, dass der Trittschallschutz einer Decke umso besser ist, je kleiner der (Norm-) Trittschallpegel $L'_{n,w}$ (dB) ist. Im Gegensatz dazu ist der Luftschallschutz zwischen trennenden Bauteilen um so besser, je größer das Luftschalldämm-Maß R'_w (dB) ist.

Außenwände

Beim Schallschutz gegen Außenlärm ist nicht nur eine gute Schalldämmung der Außenwand ausschlaggebend. Das Zusammenwirken zwischen Außenwand und Fenstern mit den jeweiligen Flächenanteilen ist entscheidend für die Qualität der gesamten Konstruktion. Das erforderliche Luftschalldämm-Maß für Außenbauteile von Wohnhäusern im lärmintensiven Lärmpegelbereich III beträgt $R'_w \geq 35$ dB. Der Lärmpegelbereich III umfasst Schallimmissionen durch eine Hauptverkehrsstraße mit einer Belastung von 1000 Kraftfahrzeugen am Tag mit einem Abstand der Straßenmitte von nur sieben Metern zum Haus. Das hierfür geforderte Schalldämm-Maß wird von Holzkonstruktionen bereits ohne besondere Anforderungen erfüllt.

Abb. 6.01

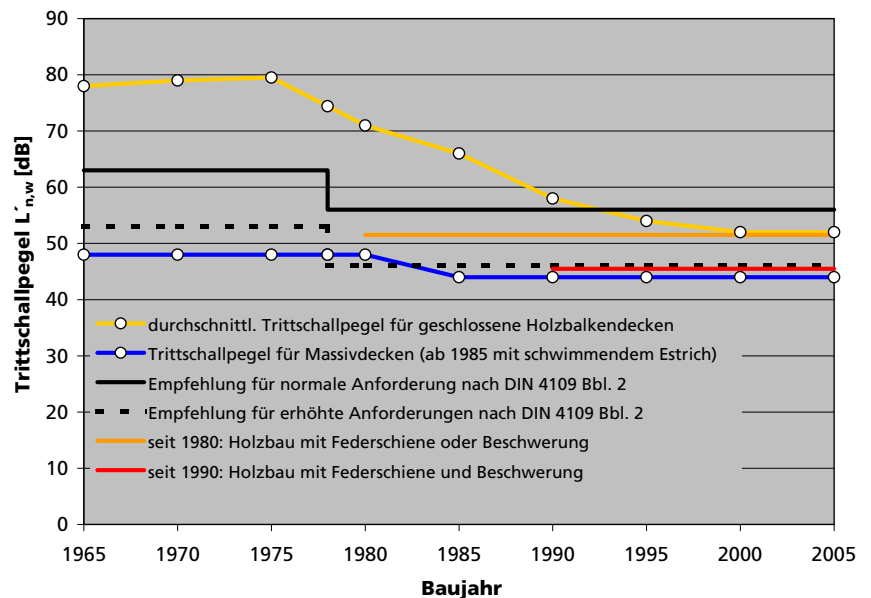
Entwicklung des Trittschallschutzes von geschlossenen Holzdecken und Schallschutzanforderungen im Vergleich aus [1], ergänzt bis 2005

Decken

Der Schallschutz bei Decken kann durch verschiedene Maßnahmen verbessert werden. Auch hier gilt: Mit geschickter Materialwahl und richtigem Einbau sind hervorragende Ergebnisse zu erreichen. Untersuchungen von Gösele in [4] haben gezeigt, dass mit Holzbalkendecken ein sehr guter Schallschutz erreicht werden kann, der dem von Massivdecken praktisch nicht nachsteht. Dies kann anhand der zugrundeliegenden Untersuchung der Decken der letzten 40 Jahre bestätigt werden, siehe Abb. 6.01.

Heute werden für das Erreichen einer guten Trittschall- und Luftschalldämmung verschiedene Materialkombinationen eingesetzt. Bereits durch kleine Änderungen am Deckenaufbau können erhebliche Verbesserungen erzielt werden, siehe Abb. 6.02. Wird z.B. statt einer Lattung eine Federschiene eingesetzt, um die unterseitige Bekleidung von der Tragkonstruktion zu entkoppeln, verbessert sich der Schallschutz um ca. 6 dB [23].

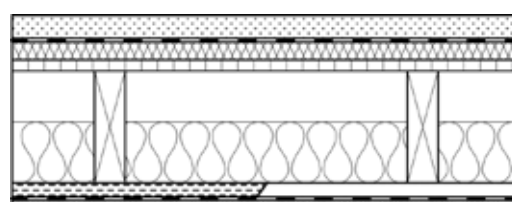
Mit Holzbauteilen können die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2, z.B. $L'_{n,w} \leq 46$ dB für Wohnungstrenndecken, erfüllt werden, vgl. Abb. 6.01.



Innenwände

Der Schallschutz bei Innenwänden hat sich in den letzten Jahrzehnten ebenso deutlich verbessert wie der Schallschutz von Holzbalkendecken. Während noch 1970 Wandkonstruktionen ohne Hohlraumdämmung mit einfacher Beplankung eingesetzt wurden, finden heute mehrschalige Konstruktionen Anwendung, die bei Bedarf auch die hohen Anforderungen für Gebäudetrennwände erfüllen.

Fazit: Nicht jedes Holzgebäude weist einen schlechten Schallschutz auf, nur weil es ein Holzbau ist – und nicht jedes Massivgebäude weist einen guten Schallschutz auf, nur weil es gemauert ist. Bei der Wertermittlung sollte und muss eine differenzierte Beurteilung erfolgen.



untere Befestigung
 Federschiene $L'_{n,w} = 50$ dB
 Lattung $L'_{n,w} = 56$ dB

Abb. 6.02

Typische Geschossdecke im Holzbau – kleiner Mehraufwand, große Wirkung, aus [1]

7 _ Brandschutz



Abb. 7.01

Anforderungen

In den Landesbauordnungen der Länder werden bezüglich des Feuerwiderstandes von tragenden, raumbildenden und aussteifenden Bauteilen in der Regel keine Anforderungen an freistehende Einfamilienhäuser gestellt. Einzige generelle Forderung ist die Verwendung mindestens normal-entflammbarer Baustoffe (Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-4), zu denen die mit bauüblichen Abmessungen verwendeten Holz- und Holzwerkstoffprodukte uneingeschränkt gehören. Sind in einem Gebäude trennende Bauteile zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten vorhanden, müssen diese in Gebäuden geringer Höhe feuerhemmend sein, d.h. der Feuerwiderstandsklasse F 30-B angehören. Damit sind sichtbare Holzkonstruktionen, wie z.B. Blockhäuser oder Holzrahmen-/Holztafelbauten mit Oberflächen aus Holz, zulässig. Die meisten Holzbauten werden jedoch mit einer nichtbrennbaren Innenbekleidung aus Gipsbauplatten ausgeführt.

Brandentstehungsrisiko

Statistische Auswertungen von Brandfällen belegen, dass sich das Brandentstehungsrisiko von Holzhäusern nicht von anderen Bauweisen unterscheidet. Eine schwedische Studie aus dem Jahr 1994 [14] hat gezeigt, dass die Verteilung der Brände mit Todesfällen in Massiv- oder Holzbauweisen mit der prozentualen Verteilung der Bewohnerzahl in der jeweiligen Bauweise identisch ist. Die Studie zeigte damit, dass die Bauweise für die Häufigkeit der Brände nicht ausschlaggebend ist. Die Brandentstehungswahrscheinlichkeit im Wohnungsbau korreliert nicht vorrangig mit der Brandlast aus der Gebäudekonstruktion, sondern ist abhängig von

- der Wohnungsausstattung bzw. -einrichtung und deren Baustoffklasse (Vorhänge, Möbel, etc.),

- dem Verhalten der Bewohner (ggf. leichtfertiger Umgang mit offenem Feuer oder gefährliche Hobbys),
- dem Grad und der Güte der technischen Installation.

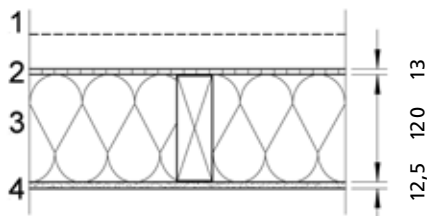
Frühzeitige Branderkennung

Diese Zündquellen führen zunächst zur Entzündung der in der Nähe befindlichen Brandlast, also der Innenausstattung. Die größte Gefahr bei einem Brandereignis stellt die Entwicklung von Rauch und giftigen Brandgasen dar. Diese breiten sich sehr schnell über die in Einfamilienhäusern typischen offenen Grundrisse aus. Die Konstruktionen selbst beteiligen sich (wenn überhaupt) erst wesentlich später am Brandgeschehen. Diese Hauptgefahr wurde erkannt, sodass bereits in einigen Bundesländern unabhängig von der Bauweise Rauchmeldeeinrichtungen vorgeschrieben werden. Durch eine frühzeitige Branderkennung werden Brände auf ein Zimmer oder einen kleinen Gebäudebereich beschränkt. In [14] wird festgestellt, dass 36 % der Wohnungsbrände auf einen Zimmerbrand beschränkt werden können, wenn nichtbrennbare Oberflächen vorhanden sind. Daten schwedischer Versicherungen zeigen darüber hinaus, dass die Instandsetzung von brandgeschädigten Holzbauten möglich und im Vergleich zum Massivbau kostengleich ist. In zahlreichen nationalen und internationalen Untersuchungen mit Brandprüfungen in bestehenden Gebäuden konnte diese Praxiserfahrung belegt werden, siehe z.B. [14-16].

Feuerwiderstand von Holzbauteilen

Praktisch alle Hersteller von Holzrahmen-/Holztafelbauten haben von Anfang an Konstruktionen gebaut, die im System feuerhemmend sind. Die in Tab. 3.01 (Seite 11) dargestellten Konstruktionen weisen ebenso einen Feuerwider-

stand von 30 Minuten auf wie die einfache Holzrahmenwand aus Abb. 7.02. Zum Erzielen nichtbrennbarer Oberflächen können Gipsbeplankungen verwendet werden, aber auch viele sichtbare Holzbalkendecken, Massivholzbauweise oder Bauteile mit ausschließlicher Holzwerkstoffbekleidung sind in feuerhemmender Bauweise ausführbar [17, 19].



Gebäude geringer Höhe mit einer Höhe des obersten Geschossfußbodens von maximal sieben Metern über der Geländeoberfläche können heute in allen Bundesländern in feuerhemmender Bauweise (F30-B) hergestellt werden. Selbst mehrgeschossige Gebäude besonderer Art und Nutzung in Holzbauweise, z.B. Schulen, sind keine Seltenheit mehr. Entsprechend der Musterbauordnung (MBO – Fassung 2002) können in Verbindung mit der Musterrichtlinie für hochfeuerhemmende Holzbauteile (M-HFHHolzR) bis zu fünfgeschossige Gebäude in Holzbauweise erstellt werden [18].

Versicherung von Holzhäusern

Die Tatsache, dass es in Holzrahmenbau-/Holztafelbaugebäuden, Holzskelettbauten und Massivholzkonstruktionen keine erhöhte Brandgefahr gibt, wird zwischenzeitlich auch von der Versicherungswirtschaft berücksichtigt. Eine Anfrage für ein im Jahr 2001 erstelltes Einfamilienhaus erbrachte von drei unterschiedlichen marktführenden Versicherungen die in Tabelle 7.01 angegebenen Vergleichswerte. Die angebotenen Versicherungsprämien beziehen sich auf eine verbundene Wohngebäudeversicherung

für Feuer-, Sturm-, Hagel- und Leitungswasserschäden. Das angefragte Gebäude hatte dabei eine Wohnfläche von ca. 150 m² und entsprach hinsichtlich der Bauweise dem in der Montagebildfolge (Abb. 2.04 – 2.08) gezeigten Haus.

Zusammenfassend sollten in die Beurteilung des Brandschutzes von Holzrahmen-/Holztafelbauten bei einer Wertermittlung folgende Punkte einfließen:

- systemimmanente, feuerhemmende Bauweise mindestens F30-B,
- verminderte Gefahr von Hohlraumbränden durch vollgedämmte Konstruktionen,
- luftdichte Konstruktionen vermindern die Brandgasausbreitung,
- keine erhöhten Betriebskosten durch teurere Versicherungen,
- überwiegend nichtbrennbare Oberflächen der Wände durch Gipsbauplatten,
- Brände sind bei schneller Branderkennung und -bekämpfung auf Raumbrand begrenztbar,
- Sanierung nach Zimmerbränden ist bei luftdichten Konstruktionen einfach und ohne erhöhte Kosten durchführbar.

Abb. 7.02

Einfachste Holzrahmenbauwand – systemimmanent
F 30-B, leicht verändert aus [24]

Die in Summe positiven Branderfahrungen mit Holzgebäuden spiegeln sich zwischenzeitlich in der Entwicklung der Landesbauordnungen und in der Entwicklung der Versicherungsprämien für Holzhäuser wider.

TAB. 7.01

EXEMPLARISCHER VERGLEICH VON VERSICHERUNGSPRÄMIEN FÜR EIN EINFAMILIENHAUS

Versicherung	Holzhaus	Massivhaus	
A	129 %	129 %	1) 100% = 163,20 EUR bei Gebäudewert ca. 200.000 EUR (1914 = 20.000 Mark). Tarif für 2001 inkl. Steuer, höchster Versicherungsumfang
B	100 % ¹⁾	100 %	
C	152 %	127 %	

8_ Ausführungsqualität und Werkstoffe

Qualitätsüberwachung

Im Holzhausbau unterliegen alle Firmen, die geschlossene Wandelemente fertigen, einer Eigen- und Fremdüberwachung entsprechend der sogenannten Holztafelbaurichtlinie [12]. Darüber hinaus sind viele Firmen freiwillig Mitglieder in Güte- und Qualitätsgemeinschaften. Über die Gütegemeinschaften wird die Zertifizierung mit dem Gütezeichen Holzhausbau geregelt. Die Qualitätsgemeinschaften legen für ihre Mitgliedsbetriebe ergänzende Anforderungen fest, z.B. an die gesundheitliche Unbedenklichkeit der eingesetzten Baustoffe. Eine vergleichbare Art der Qualitätsüberwachung fehlt im konventionellen (baustellengefertigten) Mauerwerksbau weitgehend.

Gebäudebrief

Als Bauherr sollte man darauf achten, dass die ausführende Firma über ein gesichertes Qualitätsmanagement verfügt, nachweislich zum Beispiel durch die Mitgliedschaft in einer Qualitätsgemeinschaft. Eine noch größere Sicherheit wird durch einen „Gebäudebrief“ erreicht, der bei Fertigstellung eines Gebäudes dem Bauherrn ausgehändigt wird. Dieser enthält neben allen Bauplänen und der Baubeschreibung eine Volldeklaration aller verwendeten Baustoffe und Bauteile. Dadurch erhält der Bauherr eine hohe Qualitätssicherheit. Bei einem späteren Umbau oder Verkauf sind alle Datengrundlagen einschließlich der Spezifikation der verwendeten Baustoffe vorhanden, was zukünftig ein geld-

RAL-Gütezeichen Holzhausbau – RAL-GZ 422

Mit Einführung des RAL-Gütezeichens wurde ein wichtiger Schritt für eine Vereinheitlichung der Gütesicherung im Holzhausbau getan. Das RAL-Gütezeichen wird sowohl vom industriellen Fertigbau als auch von handwerklich geprägten Holzbauunternehmen als Qualitätssicherungszertifikat verwendet. Voraussetzung für die Erteilung des Gütezeichens ist eine Eigen- und Fremdüberwachung, wozu auch Überprüfungen durch anerkannte Überwachungsstellen auf der Baustelle gehören. Das RAL-Gütezeichen wird von den Gütegemeinschaften (siehe Kap. Adressen) bei Einhaltung der vorgegebenen Güte- und Prüfbestimmungen vergeben und ist unterteilt in Herstellung und Montage. Die Unterteilung kann entfallen, wenn der Holzhausbauer beide Gütezeichen innehat.

Teil I: Herstellung vorgefertigter Bauprodukte – RAL-GZ 422/1

Teil II: Errichtung von Gebäuden (Montage) – RAL-GZ 422/2



RAL-GZ 422/1

Herstellung vorgefertigter Bauprodukte



RAL-GZ 422/2

Errichtung von Gebäuden (Montage)

werter Vorteil ist. Die Qualitätssicherungsstandards und die deklarierten Baustoffe sollten in der Wertermittlung berücksichtigt werden.

Verwendung neuer Holzwerkstoffe und Holzbausysteme

Einen wesentlichen Anteil an der Qualitätsverbesserung im Holzhausbau hat die sprunghafte Entwicklung der eingesetzten Werkstoffe und Holzbausysteme. Die seit über zehn Jahren marktübliche Verwendung getrockneter Vollhölzer (Konstruktionsvollholz KVH) wurde im Jahr 2000 in die ATV DIN 18 334 (VOB Teil C, Zimmer- und Holzbauarbeiten) mit zusätzlichen Anforderungen für den Holzhausbau übernommen. Brettschichtholz wird heute aufgrund maschineller Festigkeitssortierung der Brettlamellen mit einer bis zu 1,5-fachen Festigkeit gegenüber früheren Produkten angeboten. Holzwerkstoffe wie OSB-Platten (Oriented Strand Boards) oder Furnierschichtholz sind feuchteunempfindlicher und tragfähiger als die bisher verwendeten Spanplatten, große Plattenformate reduzieren zudem den Fugenanteil. Außerdem hat die Entwicklung neuer Holzbausysteme zur Optimierung und Qualitätsverbesserung von Holzbauten beigetragen. Ausführliche Informationen sind in [2, 25, 28] enthalten.



Abb. 8.01
Holzfaserdämmstoffe



Abb. 8.02
Sperrholz



Abb. 8.03
OSB-Platte



Abb. 8.04
Dreischichtplatte



Abb. 8.05
Werkzeugmagazin einer
CNC-Abbundmaschine

9 _ Raumlufqualität

Mehr als 90% ihrer Zeit verbringen Menschen in Europa im Innenraum. Entsprechend groß ist die Sensibilität vieler Menschen gegenüber möglichen oder vermuteten Beeinträchtigungen der Wohnumwelt durch luftverunreinigende Schadstoffe [5]. Neben den eingesetzten Baumaterialien beeinflusst die Inneneinrichtung wesentlich die Qualität der Raumluf. Baustoffe und Ausbaumaterialien sowie Möbel, Farbanstriche, Klebstoffe etc. emittieren verschiedene Stoffe in die Innenraumluft.

Ende der siebziger Jahre ist der Holzbau durch Holzschutzmittel- und Formaldehydbelastungen in der Raumluf in die Diskussion gekommen. Holzschutzmittel werden seit Langem im Innenbereich nicht mehr gefordert und werden deshalb auch dort nicht mehr eingesetzt. Der chemische Holzschutz hat gegenüber dem baulichen Holzschutz in den vergangenen Jahren erheblich an Bedeutung verloren. Im Wohnklima ist eine biologische Gefährdung des Holzes durch Pilze ohnehin nicht und durch Insekten kaum gegeben.

Nutzerverhalten

Die Vermeidung schädlicher Stoffe alleine führt allerdings nicht zu einer guten Raumlufqualität. Das Nutzerverhalten spielt eine entscheidende Rolle. Ohne regelmäßige Lüftung kommt es zu einer Feuchteerhöhung der Innenraumluft, die bei schlecht wärmedämmten Konstruktionen bauweisenunabhängig eine Schimmelpilzbildung zur Folge haben kann. Holzhäuser sind aufgrund ihres hohen Dämmstandards und der geringen Wärmebrücken weniger schimmelgefährdet als andere Bauweisen. Dennoch ist eine regelmäßige Lüftung durch Stoßlüftung oder mechanische Lüftungsanlagen erforderlich und sorgt zudem für die Abfuhr anderer Schadstoffe, die durch Einrichtungsgegenstände oder Rauchen eingetragen werden.

Gehalt an Pentachlorphenol (PCP)

Gemäß PCP-Richtlinie geriet Pentachlorphenol ab den späten 70er-Jahren zunehmend in den Verdacht, Gesundheitsschäden bei Personen hervorzurufen, die sich in Räumen mit PCP-behandelten Materialien aufhalten. Die Anwendung von Holzschutzmitteln ging in der Folge erheblich zurück. Bereits 1978 wurden in den alten Bundesländern Kennzeichnungspflichten für PCP-haltige Zubereitungen eingeführt. Im gleichen Jahr wurde für Präparate mit Prüfzeichen des ehemaligen Instituts für Bautechnik die Anwendung in Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Personen untersagt. Seit 1986 wird PCP in der Bundesrepublik nicht mehr hergestellt, drei Jahre später wurde die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von PCP sowie PCP-haltigen Produkten in der Pentachlorphenol-Verordnung verboten. Da PCP nur fungizide (pilzhemmende) Wirkungen zeigt, wurde es in den 60er- und 70er-Jahren meist mit dem Insektizid Lindan gemeinsam eingesetzt.

Verwendung von Lindan

Infolge der geführten Diskussion über Holzschutzmittel wurde auch Lindan immer weniger verwendet und letztendlich ab 1984 nicht mehr in Deutschland hergestellt. Gemäß [6] ist in Holzschutzmitteln, die im Rahmen des Prüfzeichenverfahrens beim Deutschen Institut für Bautechnik und im RAL-Gütezeichenverfahren für Holzschutzmittel geprüft werden, Lindan nicht mehr enthalten. Dadurch, dass Lindan bis heute noch in der Veterinär- und Humanmedizin gegen Milben und Läuse eingesetzt wird, ist es bis heute nicht uneingeschränkt verboten, es wird aber im Bauwesen nicht mehr eingesetzt [7].

Formaldehydemissionen

Potenzielle Emissionsquellen für flüchtige organische Verbindungen (VOC), zu denen auch Formaldehyd gehört, sind Bauteile, Möbel, Dämmstoffe, Schaumstoffe, Fußbodenbeläge, Wandbeläge, Textilien und Leder, Dichtungsmassen, Klebstoffe und Beschichtungssysteme. Das Spektrum von organischen Verbindungen ist sehr vielfältig. Formaldehyd ist der wohl bekannteste und am besten untersuchte Stoff in Innenräumen. Es handelt sich um eine sehr häufig vorkommende Verbindung, die als Stoffwechselprodukt u.a. in vielen Pflanzen enthalten ist und damit zu unserem natürlichen Umfeld gehört. Auch viele Holzarten enthalten Formaldehyd, allerdings in geringen Konzentrationen. Völlig formaldehydfreie Holzbauteile oder Holzwerkstoffe kann es daher nicht geben. Das Emissionspotenzial von Holzwerkstoffen hängt stark vom Bindemitteltyp, der eingebrachten Menge und den klimatischen Bedingungen im Innenraum ab. Früher eingesetzte, mit Harnstoff-Formaldehyd gebundene Span- und Faserplatten können größere Mengen Formaldehyd abgeben. Durch neue Klebstoffrezepturen wird die Formaldehydabgabe immer stärker vermindert. Mit Phenol- und Tannin-Formaldehyd-Leimharzen gebundene Holzwerkstoffe setzen durch den hohen Vernetzungsgrad und die höhere Bindungsstabilität ohnehin nur wenig Formaldehyd frei. Daneben gibt es mittlerweile zahlreiche Holzwerkstoffe, die formaldehydfreie Bindemittel einsetzen [5].

Emissionsklasse E1 und RAL-UZ 76

Erstmals wurde 1977 in Deutschland ein Grenzwert für Formaldehydemissionen von 0,1 ppm (parts per million) vom Bundesgesundheitsamt empfohlen. Dieser Grenzwert wurde dann 1980 in die „Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung von unzumutbaren Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft“ übernommen, herausgege-



ben vom Ausschuss für Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB). Heute liegt die Richtlinie in der überarbeiteten Fassung von 1994 als DIBt-Richtlinie 100 vor. Der Grenzwert von 0,1 ppm wurde für alle Holzwerkstoffe in die Chemikalienverbots-Verordnung übernommen und ist verbindlich einzuhalten. Platten, die diese Anforderungen erfüllen, gehören zur Emissionsklasse E1. Darüber hinaus gibt es Plattenwerkstoffe, die niedrigere Emissionswerte aufweisen (weniger als 0,05 ppm) und das RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL-UZ 76) tragen dürfen. Dieser Wert wird auch von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als unbedenklich eingestuft. Zur Bestätigung des geringen Formaldehydgehaltes der Innenraumluft und der eingesetzten Materialien werden mindestens einmal jährlich Messungen nach der Richtlinie „Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen“ [8] in fertiggestellten Häusern durchgeführt. Die Mitglieder der Gütegemeinschaften haben sich verpflichtet, ausschließlich Platten einzusetzen, die einen Prüfkammerwert von 0,03 ppm unterschreiten.

Abb. 9.01

Holzhaus in der Eifel,
architektur-raum
bauer und sternberg

10 _ Werthaltigkeit von Holzhäusern

Die vorangegangenen Ausführungen haben gezeigt, dass sich der Holzrahmenbau/Holztafelbau in den letzten 40 Jahren erheblich weiterentwickelt und verbessert hat. Durch bautechnische Verbesserungen wurden die technische Lebensdauer, die Gesamtnutzungsdauer und die Restnutzungsdauer und somit auch der Wert einer Immobilie entscheidend beeinflusst.

Verkehrswert

Der gutachterlich ermittelte Verkehrswert ist der Wert, der bei dem nächstliegenden Kauffall voraussichtlich erreicht wird. Holzhäusern wird teilweise allgemein, d.h. ohne genaue Differenzierung hinsichtlich des tatsächlichen Holzbausystems, ein geringerer Wiederverkaufswert nachgesagt. Allerdings liegen dazu keine statistischen Grundlagen vor. In der Studie von Ohler [13], die auf wenige dokumentierte Daten aus der Bewertungspraxis von Sachverständigen und nicht auf tatsächlich erzielte Verkaufspreise zurückgreift, ist erkennbar, dass sich die geringere Bewertung auf einfache Holztafelbauten vor 1985 bezieht, nicht aber auf moderne, energieeffiziente Holzhausbauten.

Und nicht zuletzt kann man die Frage stellen, ob die Wertermittlung der Sachverständigen die Käufer beeinflusst oder das Kaufverhalten die Wertermittlung – Henne oder Ei? Für eine objektive Sachwertermittlung von Holzhäusern sollten die nachfolgenden Faktoren berücksichtigt werden.

Herstellungskosten im Vergleich

Die bautechnische Entwicklung des Holzhausbaus lässt sich auch anhand der Herstellungskosten nachweisen. Ohler stellt in seiner Untersuchung fest, dass ältere Holzhäuser wesentlich preiswerter hergestellt wurden [13]. Das hat seine Ursache in der akuten Wohnungsnot

nach 1945, wo in kürzester Zeit viel Wohn- und Arbeitsraum zu niedrigen Preisen geschaffen werden musste. Die Fertighausindustrie bot mit den schnell zu errichtenden Holztafelbauten hierfür preisgünstige Lösungen an. Nach 1960 entwickelte sich der Holzhausbau sprunghaft weiter. An den untersuchten Bauvorhaben wird deutlich, dass der moderne Holzständerbau keine „Billigbauweise“ mehr ist, sondern das Preisniveau von Mauerwerksbauten erreicht hat. Statt von einer „Billigbauweise“ früherer Gebäude sollte man besser von einer dem Markt angepassten Bauweise sprechen, die die damaligen Anforderungen der Kunden erfüllt hat. In Anlehnung an die Untersuchung von Ohler ergeben sich chronologisch verschiedene Abschnitte hinsichtlich der anzusetzenden Herstellungskosten:

1960–1972:

Freistehende Wohnhäuser (EFH/ZFH) in Holzbauweise in einfacher bis sehr guter Ausstattung erhalten einen Abschlag bis zu 20 % der Normalherstellungskosten von Massivgebäuden.

1973–1984:

Holzhäuser erhalten im Mittel einen Abschlag von 14%. Dabei kann noch zwischen Reihenhäusern (10%) und freistehenden Häusern (19%) unterschieden werden.

Ab 1985:

Ab 1985 gibt es keinen Unterschied mehr in den Herstellungskosten im Vergleich zum Massivbau.

Wertminderung wegen Alters

Der aktuelle Wert eines Gebäudes ist wesentlich von seiner Restnutzungsdauer abhängig. Sie errechnet sich aus der Differenz der Gesamtnutzungsdauer und des Alters. Je nach verwendetem Wertminderungsmodell (Abb. 10.01) ergibt sich der Restwert bezogen auf die Herstellungskosten.

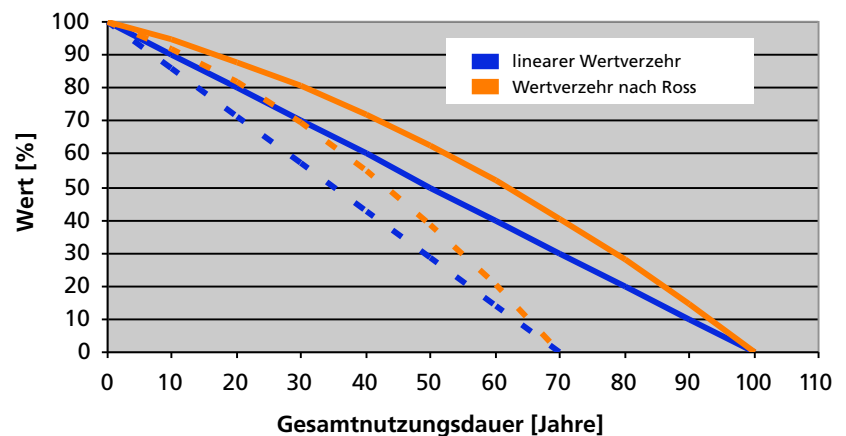
Abb. 10.01

Allgemeine Wertminderungsverläufe – linear und nach Ross

Die tatsächliche Gesamtnutzungsdauer von Ein- und Zweifamilienhäusern schwankt je nach Anspruch der Bewohner sehr stark. Viele dieser Gebäude werden bereits nach kürzeren als den in Abb. 10.01 dargestellten Zeiträumen (25 - 50 Jahre) grundlegend renoviert, umgebaut oder energetisch ertüchtigt (modernisiert). Die auf der Grundlage eines Wertminderungsmodells ermittelte Restnutzungsdauer wird in der Wertermittlung daher häufig, je nach Gebäudezustand, subjektiv angepasst. Beispielsweise werden durch die Einführung eines „fiktiven Baujahres“ durchgeführte Modernisierungen berücksichtigt. Bei der Anpassung der Restnutzungsdauer sollten bauphysikalische Faktoren, wie z.B. der Wärmeschutz oder auch die Grundrissvariabilität, berücksichtigt werden. Objektiverte Verfahren zur Berücksichtigung dieser Faktoren, wie z.B. von Steuben [29] vorgeschlagen, werden bisher noch nicht verbreitet angewendet.

Bewertung von Holzhäusern

Für einfache Holzrahmen-/Holztafelbauten früherer Jahre erfolgte die Berücksichtigung geringerer Restnutzungsdauern durch den generell reduzierten Ansatz einer Gesamtnutzungsdauer von 60 Jahren. Zusammen mit dem reduzierten Ansatz der Herstellungskosten konnte damit eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Wertermittlung und erzielbaren Preisen erreicht werden. Die in der Forschungsarbeit [1] nachgewiesene Qualitätsverbesserung und die daraus resultierenden höheren Restnutzungsdauern moderner Holzhäuser lassen den Schluss zu, dass dieser Ansatz nicht mehr gerechtfertigt ist. Zudem unterliegen alle Bauweisen dem Anforderungsdruck an kostengünstiges Bauen durch materialoptimierte Konstruktionen. Das ist unabhängig von der Bauweise meist nicht mit maximalem Werterhalt zu vereinbaren. Berücksichtigt



man gleichzeitig die sich immer rascher verändernden Ansprüche aller Gebäudenutzer, sollten in derzeitiger Ermangelung genauerer Rechenmodelle die in Tab. 10.01 empfohlenen rechnerischen Zeiträume für die Gesamtnutzungsdauer in der Verkehrswertermittlung verwendet werden. Die vorgeschlagenen Zeiträume für die Gesamtnutzungsdauer sollten mit dem linearen oder dem Ross'schen Verfahren in Verbindung mit den zugehörigen Marktanpassungsfaktoren verwendet werden.

Die mögliche Verlängerung der Gesamt- bzw. Restnutzungsdauer von Holzhäusern der Baujahre ab 1965 wird wie folgt begründet:

- Sehr guter winterlicher Wärmeschutz. Heutige und zukünftige Anforderungen werden erfüllt.
- Seit mindestens 1985 guter sommerlicher Wärmeschutz.
- Seit Beginn des Holzrahmenbaus/Holztafelbaus baulich gut ausgebildete Fassaden mit durchgehendem Schutz der tragenden Holzkonstruktion gegen Niederschlag.
- Seit 1980 nachweislich verbesserte und überdurchschnittliche Luftdichtheit.

TAB. 10.01

VORSCHLAG FÜR EINEN RECHNERISCHEN ANSATZ DER
GESAMTNUTZUNGSDAUER VON GEBÄUDEN

Bauweise	Baujahr	Gesamtnutzungsdauer
Holzrahmenbau / Holztafelbau	1960 - 1984	60 - 80 Jahre
	seit 1985	80 - 100 Jahre
Massivbau	seit 1960	80 - 100 Jahre

- Seit 1980 guter bis sehr guter Schallschutz – auch bei Einfamilienhäusern.
- Seit 1978 ist der Gebrauch von PCP im Innenraum untersagt. Lindan spielt beim Holzschutz keine Rolle mehr. Die Anforderungen an die Begrenzung der Formaldehydemissionen sind gestiegen, Qualitätsgemeinschaften fordern darüber hinaus nochmals geringere Grenzwerte.
- Die Qualität der meisten Holzhäuser wird mindestens seit 1989 gemäß „Holztafelbau-richtlinie“ eigen- und fremdüberwacht.
- Brandschutzanforderungen werden durch den Holzbau erfüllt, Bauteile sind feuerhemmend bis hochfeuerhemmend und meist durch nicht-brennbare Materialien vor direkter Brandeinwirkung geschützt.

Wertminderung wegen Baumängeln

Zu Baumängeln und Bauschäden und deren Häufigkeit gibt es keine genaueren Untersuchungen, die zwischen Holz- und Massivbauweise unterscheiden. Im konkreten Fall ist das Einzelobjekt sachverständig zu untersuchen und der Reparaturbedarf abzuschätzen.

Marktanpassungsfaktoren

Der Marktanpassungsfaktor ergibt sich aus der örtlichen Angebots- und Nachfragesituation und dem ermittelten Verkehrswert. Er basiert auf der Kaufpreissammlung der örtlichen Gutachterausschüsse und/oder eigenen Kaufpreissammlungen des Sachverständigen. Der Marktanpassungsfaktor und das verwendete Wertminderungsmodell müssen aufeinander abgestimmt sein. Differenzierte Marktanpassungsfaktoren für Holz und Massivbau liegen derzeit nicht vor. Es ist wünschenswert, zukünftig entsprechende getrennte Statistiken zu führen, wobei für den Holzbau zusätzlich zwischen den verschiedenen Holzbausystemen unterschieden werden muss.

11 _ Adressen der Güte- und Qualitätsgemeinschaften

Gütegemeinschaften

(verleihen das RAL-Gütezeichen Holzhausbau)

Bundes-Gütegemeinschaft
Montagebau und Fertighäuser e.V. (BMF)
Flutgraben 2
53604 Bad Honnef
www.guetesicherung-bau.de

Gütegemeinschaft
Deutscher Fertigbau e.V. (GDF)
Hackländerstraße 43
70184 Stuttgart
www.dfv.com

Gütegemeinschaft
Holzbau – Ausbau – Dachbau e.V.
Kronenstraße 55–58
10117 Berlin
www.ghad.de

Qualitätsgemeinschaften der Fertighausindustrie

Qualitätsgemeinschaft
Deutscher Fertigbau (QDF)
im Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V. (BDF)
Flutgraben 2
53604 Bad Honnef
www.bdf-ev.de

Qualitätsgemeinschaften im Holzhaushandwerk

Qualitätsgemeinschaft
Holzbau und Ausbau e.V. (QHA)
Kronenstraße 55–58
10117 Berlin
www.qha.de

ZimmerMeisterHaus (ZMH)
Stauffenbergstraße 20
74523 Schwäbisch Hall
www.zmh.com

Arbeitskreis Ökologischer Holzbau e.V. (AKÖH)
Stedefreunder Straße 306
32051 Herford
www.akoeh.de

12 _ Literatur und Bildnachweis

- [1] Winter, S.; Kehl, D.: Untersuchung zur Objektivierung der Bewertung des Verkehrswertes von Gebäuden in Holzbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen. Abschlussbericht, Leipzig 2002
Hinweis: Eine vollständige Fassung des Forschungsberichts [1] kann bei der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V. angefordert werden.
- [2] Cheret, P. et al.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R1/T1/F4, Holzbausysteme, Hrsg.: ARGE HOLZ e.V. in Zusammenarbeit mit dem Holzabsatzfonds, Düsseldorf 2000
- [3] Rug, W.; Held, H.; Stützer, Ch.; Schulze, K.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R7/T3/F1, Erneuerung von Fachwerkbauten, Holzabsatzfonds 2004
- [4] Lutz, Jenisch, Klopfer: Lehrbuch der Bauphysik, Teubner-Verlag, Stuttgart 1997
- [5] Plehn, W.; Marutzky, R.; Salthammer, T.: Einflüsse auf das Wohnklima, Beitrag in: Wohn-gesundheit im Holzbau, Informationsdienst Holz, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München 1998
- [6] Fachinformation des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, www.umweltministerium.bayern.de, Neuherberg 1997
- [7] Holzschutzmittelinhaltsstoffe, Internetbeitrag der Landesgewerbeanstalt Bayern, www.lga.de, Nürnberg 1998
- [8] Richtlinie: Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München 1993
- [9] Geißler, A.; Hauser, G.: Untersuchung der Luftdichtheit von Holzhäusern, Abschlussbericht, DGfH/AIF Forschungsvorhaben 1996
- [10] Maas, A.; Kaiser, J.; Oppermann, J. (Gh Kassel): SynergieHaus: Das SynergieHaus – Energetische Analyse und Bewertung von SynergieHäusern, Abschlussbericht, IRB-Verlag, Stuttgart 1999
- [11] Hauser, G.: Beitrag in „Moderner Holzhausbau in Fertigbauweise“, Hrsg. Bund Deutscher Fertigbau e.V., WEKA Media Verlag, Kissing 2001
- [12] Richtlinie für die Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Holzhäuser in Tafelbauart nach DIN 1052 Teil1 bis 3 – Fassung Juni 1992; in Mitteilungen Institut für Bautechnik 1993, Nr. 1
- [13] Ohler, A.: Einfluss der Bauweise auf die Bewertung von Wohngebäuden, Buxtehude 1998
- [14] Ondrus, J.: Fire in low-rise residential buildings. Building Research and Information, Volume 22, Number 1. E. & F. Spon, Schweden 1994
- [15] Hosser, D. et al.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 in Holzbauweise. Abschlussbericht, Braunschweig, Darmstadt März 2001
- [16] Becker, W.: Auswertung ausländischer Brandversuche an mehrgeschossigen Gebäuden. Forschungsvorhaben der Deutschen Gesellschaft f. Holzforschung, München 1996
- [17] Winter, S.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz R3/T4/F1 – Grundlagen des Brandschutzes. Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGfH e.V., München August 1997
- [18] Dehne, M.; Pape, H.; Kruse, D.: Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise; Informationsdienst HOLZ spezial, Holzabsatzfonds, Bonn Dezember 2005
- [19] Planungs-Handbuch – Informationen für Architekten – Technische Information, isofloc GmbH, Lohfelden o.J.

- [20] Rug, W.; Held, H.: Lebensdauern von Holzhäusern – eine Untersuchung zur Lebensdauer von im Zeitraum zwischen 1870 und 1945 errichteten Holzhäusern
- [21] Schulze, H.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R3/T5/F2, Holzschutz – Baulicher Holzschutz, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH, München 1993
- [22] Lewitzki, W.; Schulze, H.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R3/T5/F1, Holzschutz – Bauliche Empfehlungen, DGfH e.V. et al., München 1999
- [23] Holtz, F. et al.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R3/T3/F3, Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGfH e.V., München 1999
- [24] Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes: Holzrahmenbau, Bruderverlag, Karlsruhe 1985
- [25] Radovic, B.; Cheret, P.; Heim, F.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R4/T4/F1, Konstruktive Holzwerkstoffe, Hrsg.: ARGE HOLZ e.V. et al., Düsseldorf 1997
- [26] Hauser, G.; Künzel, H.: Bauphysikalische Gesichtspunkte zum Raumklima, Beitrag in: Gesundes Wohnen in Holz, Informationsdienst Holz, Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Holzforschung u.a., München 1987
- [27] Bayrisches Staatsministerium (Hrsg.): Wohnungen in Holzbauweise, Bautechnische, wirtschaftliche und sozialwissenschaftliche Nachuntersuchung der Modellvorhaben, München 2001
- [28] Kuhweide, P. et al.: holzbau handbuch, Informationsdienst Holz, R4/T2/F3, Konstruktive Vollholzprodukte, Hrsg.: ARGE HOLZ e.V., Düsseldorf 2000
- [29] von Steuben, A.: Einfluss von bauphysikalischen Parametern auf die Wertermittlung von Gebäuden, Universität Leipzig 2000
- [30] Hall, M.; Hauser, G.: In situ Quantifizierung von Leckagen bei Gebäuden in Holzbauart, AIF Forschungsvorhaben, Abschlussbericht, Kassel 2003
- [31] Hullmann, H.; Rautenstrauch, K. et al.: Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, R1/T1/F5, Holzkonstruktionen in Mischbauweise, Holzabsatzfonds 2006
- [32] Egle, J.; Otto, F.: Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, R1/T10/F5, Fassadenelemente für den Gebäudebestand, Holzabsatzfonds und DGfH Innovations- und Service GmbH 2006

Bildnachweis

Titel: Holzabsatzfonds

S. 3: BDF/Rensch-Haus, BDF/WeberHaus

S. 4: Holzabsatzfonds

S. 5: HUF Haus

S. 6: www.pixelio.de, Ralph Feiner

S. 7: baufritz,

bauart Konstruktions GmbH & Co. KG

S. 8: Holzabsatzfonds,

Büro Hermann Kaufmann

S. 9: Banz+Riecks/Christian Richters,

Holzabsatzfonds

S. 12: Holzabsatzfonds

S. 17: Holzabsatzfonds

S. 20: trashdevil www.photocase.de

S. 23: Holzabsatzfonds,

Holzleimbau Derix

S. 25: Holzabsatzfonds

HOLZABSATZFONDS

Absatzförderungsfonds der
deutschen Forst- und Holzwirtschaft

Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn

Telefon 02 28 / 30 83 80, Telefax 02 28 / 3 08 38 30

info@holzabsatzfonds.de

www.informationsdienst-holz.de

www.holzabsatzfonds.de