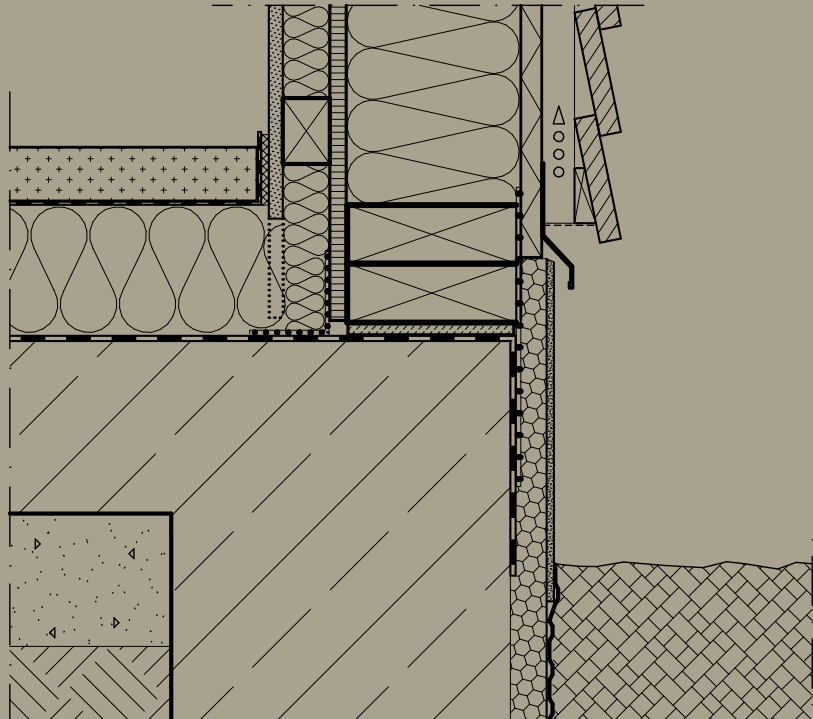


Holzrahmenbau



Inhalt

Seite 6	_ Impressum	Seite 42	4 _ Tragsysteme
7	_ Editorial	42	4.1 _ Allgemeines
8	1 _ Der Holzrahmenbau	44	4.2 _ Tragfähigkeit
8	1.1 _ Einleitung	44	4.2.1 _ Festigkeitseigenschaften von Holz
10	1.2 _ Entwicklung des Holzrahmenbaus	44	4.2.2 _ Bemessungsprinzip
12	1.3 _ Konstruktionsprinzip	44	4.2.3 _ Baustoffseite
13	1.4 _ Der diffusionsoffene Holzrahmenbau	45	4.2.4 _ Einwirkungsseite (Lastseite)
14	1.5 _ Leistungsspektrum des Holzrahmenbaus	46	4.2.5 _ Lastkombinationen
19	1.6 _ Anwendungsbereiche	47	4.3 _ Gebrauchstauglichkeit
23	2 _ Entwurf und Konstruktion	48	4.3.1 _ Durchbiegungen
23	2.1 _ Die am Bau Beteiligten	49	4.3.2 _ Schwingungen
25	2.2 _ Architektonische Aspekte	50	4.4 _ Tragsysteme der Bauteile
25	2.3 _ Konstruktive Aspekte	50	4.4.1 _ Wandkonstruktionen
27	2.4 _ Konstruktionsarten	52	4.4.2 _ Deckenkonstruktionen
27	2.4.1 _ Allgemeines	55	4.4.3 _ Stützen
27	2.4.2 _ Plattform-Bauweise	56	4.4.4 _ Dachkonstruktionen
28	2.4.3 _ Ballon-Bauweise	57	4.4.5 _ Treppen
28	2.4.4 _ Quasi-Ballon-Bauweise	57	4.5 _ Gebäudeaussteifung
29	2.5 _ Fassaden	57	4.5.1 _ Allgemeines
31	2.6 _ Baurechtliche Aspekte	58	4.5.2 _ Minimalkriterien der Aussteifung
34	3 _ Fertigung und Montage	59	4.5.3 _ Dach- und Deckentafeln
34	3.1 _ Allgemeines	59	4.5.4 _ Beanspruchung von Wandtafeln
34	3.2 _ Die Holztafelbaurichtlinie	61	4.5.5 _ Verankerung von Wandtafeln
35	3.3 _ Betriebliche Anforderungen	62	4.6 _ Verbindungsmittel im Holzrahmenbau
36	3.4 _ Werkplanung	62	4.6.1 _ Allgemeines
36	3.5 _ Elementfertigung und Konfektion	62	4.6.2 _ Abscherbeanspruchung
37	3.6 _ Transport	65	4.6.3 _ Zugbeanspruchung
38	3.7 _ Montage	66	5 _ Bauphysik
38	3.8 _ Integration der Haustechnik	66	5.1 _ Allgemeines
40	3.9 _ Bauablauf	67	5.2 _ Wärmeschutz
		67	5.2.1 _ Ziele
		67	5.2.2 _ Vorschriften und Anforderungen
		68	5.2.3 _ Winterlicher Wärmeschutz
		70	5.2.4 _ Sommerlicher Wärmeschutz
		71	5.2.5 _ Dämmstandards
		72	5.2.6 _ Wärmebrücken

Seite 74	5.3 _ Feuchteschutz	Seite 114	6 _ Haustechnik/Installationen
74	5.3.1 _ Ziele	114	6.1 _ Allgemeines
74	5.3.2 _ Feuchteeinwirkungen	115	6.2 _ Auswirkung der Bauteilmassen
76	5.3.3 _ Luftdichtheit	116	6.3 _ Schnittstellen
78	5.3.4 _ Winddichtheit	118	6.4 _ Lüftungsanlagen
79	5.3.5 _ Feuchtmanagement	119	6.5 _ Wasser- und Sanitärinstallation
81	5.3.6 _ Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes	120	6.6 _ Elektroinstallation und Gebäudesteuerung
83	5.4 _ Holzschutz	122	7 _ Regelkonstruktionen
83	5.4.1 _ Ziele	125	7.1 _ Wandbauteile
84	5.4.2 _ Allgemeine Voraussetzungen für GK 0	125	7.1.1 _ Außenwand mit hinterlüfteter Fassade und Installationsebene
86	5.4.3 _ Außenwandkonstruktionen in GK 0	126	7.1.2 _ Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem
87	5.4.4 _ Geneigte Dächer in GK 0	127	7.1.3 _ Tragende und aussteifende Innenwand
88	5.4.5 _ Anforderungen an Flachdächer	128	7.1.4 _ Wohnungstrennwand
92	5.4.6 _ Anforderungen an Holzwerkstoffe	129	7.1.5 _ Gebäudetrennwand nach Norm
94	5.4.7 _ Bäder und Feuchträume	130	7.1.6 _ Gebäudetrennwand mit Prüfzeugnis
100	5.5 _ Schallschutz	131	7.2 _ Deckenbauteile
100	5.5.1 _ Allgemeines	131	7.2.1 _ Holzbalkendecke mit Unterdecke
100	5.5.2 _ Bauordnungsrechtliche Aspekte	132	7.2.2 _ Holzbalkendecke als Wohnungstrenndecke mit Unterdecke an Federschienen
101	5.5.3 _ Grundlagen	133	7.2.3 _ Sichtbare Holzbalkendecke mit Schüttung
103	5.5.4 _ Schalltechnisches Verhalten von Bauteilen	134	7.2.4 _ Sichtbare Holzbalkendecke mit kleinteiliger Beschwerung
104	5.5.5 _ Schallbrücken	135	7.3 _ Dachbauteile
105	5.5.6 _ Schallnebenwege	135	7.3.1 _ Vollsparrendämmung mit gedämmter Lattungsebene
107	5.5.7 _ Nachweisverfahren	136	7.3.2 _ Aufsparrendämmung mit sichtbarer Sparrenlage
109	5.6 _ Brandschutz	137	7.3.3 _ Flachdach mit Aufsparrendämmung und sichtbarer Sparrenlage
109	5.6.1 _ Allgemeines		
109	5.6.2 _ Brandentstehung		
110	5.6.3 _ Vorschriften und Richtlinien		
111	5.6.4 _ Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen		
113	5.6.5 _ Durchdringungen und Schächte		

Seite 138	8	_ Regeldetails	Seite 156	8.9	_ Wandanschluss
140	8.1	_ Sockel	156	8.9.1	_ Innenwand an Außenwand
140	8.1.1	_ Sockel Bodenplatte	157	8.9.2	_ Innenwand an Geschossdecke
141	8.1.2	_ Sockel Kellerdecke	158	8.9.3	_ Wohnungstrennwand an Geschossdecke
142	8.2	_ Geschoss-Stoß	159	8.9.4	_ Gebäudetrennwand an Außenwand
142	8.2.1	_ Geschoss-Stoß in Plattform-Bauweise	160	8.9.5	_ Geschossdecke an Gebäudetrennwand
143	8.2.2	_ Geschoss-Stoß in Quasi-Ballon-Bauweise	161	8.9.6	_ Sichtbare Geschossdecke an Gebäudetrennwand
144	8.2.3	_ Geschoss-Stoß in Quasi-Ballon-Bauweise	162	8.9.7	_ Dachbauteil an Gebäudetrennwand
145	8.3	_ Traufe	163	8.10	_ Fensteranschluss an Außenwand
145	8.3.1	_ Traufe – Vollsparrendämmung	163	8.10.1	_ Seitlicher Fensteranschluss an Außenwand mit Installationsebene
146	8.3.2	_ Traufe – Aufsparrendämmung	164	8.10.2	_ Unterer Fensteranschluss an Außenwand mit Installationsebene
147	8.4	_ Ortgang	165	8.10.3	_ Oberer Fensteranschluss an Außenwand mit Installationsebene
147	8.4.1	_ Ortgang – Vollsparrendämmung	166	8.10.4	_ Seitlicher Fensteranschluss an Außenwand mit WDVS
148	8.4.2	_ Ortgang – Aufsparrendämmung	167	8.10.5	_ Unterer Fensteranschluss an Außenwand mit WDVS
149	8.5	_ First	168	8.10.6	_ Oberer Fensteranschluss an Außenwand mit WDVS
149	8.5.1	_ Firstpunkt – Vollsparrendämmung	169	8.11	_ Türanschluss
150	8.5.2	_ Pultdachfirst – Aufsparrendämmung	169	8.11.1	_ Unterer Fenstertüranschluss an Außenwand
151	8.6	_ Mittelpfette	170	8.12	_ Eckanschluss
151	8.6.1	_ Mittelpfette/Kehlbalkenlage	170	8.12.1	_ Außenecke
152	8.6.2	_ Mittelpfette/Kehlbalkenlage, Spitzboden unbeheizt	171	8.12.2	_ Innenecke
153	8.7	_ Durchdringung			
153	8.7.1	_ Kamindurchdringung			
154	8.8	_ Flachdachanschluss			
154	8.8.1	_ Flachdach mit Gefälledämmung			
155	8.8.2	_ Loggiabereich			

Seite 172	9	_ Bauprodukte	Seite 194	10	_ Beispielhafte Bauten
172	9.1	_ Mechanische Baustoffeigenschaften	194	10.1	_ Neufert-Haus, Gelmeroda
175	9.2	_ Vollholzprodukte	195	10.2	_ Würfelhäuser, Karlsruhe
176	9.2.1	_ Konstruktionsvollholz (KVH, MH)	196	10.3	_ Schulumbau, Rotenburg (W)
177	9.2.2	_ Brettschichtholz (BS-Holz)	197	10.4	_ Kindertagesstätte, Bremen
178	9.2.3	_ Balkenschichtholz	198	10.5	_ Fertigungshalle, Arnberg
179	9.3	_ Bepunktungen aus plattenförmigen Holzwerkstoffen	199	10.6	_ Sport- und Veranstaltungshalle, Unterschleißheim
181	9.3.1	_ OSB-Platten (OSB/2, OSB/3, OSB/4)	200	10.7	_ Tierklinik, Sottrum
182	9.3.2	_ Hydrophobierte MDF-Platten (MDF.LA, MDF.HLS)	201	10.8	_ Kindergarten als modulare Raumzellen, Fürth
182	9.3.3	_ Spanplatten (P4 bis P7)	202	10.9	_ Aufstockung, Erlangen
183	9.3.4	_ Sperrholzplatten	203	10.10	_ Geschosswohnungsbau, Frankfurt
183	9.3.5	_ Massivholz- oder Mehrschichtplatten (SWP/1, SWP/2 und SWP/3)	204	11	_ Ausschreibung
184	9.4	_ Anorganische Bauprodukte	204	11.1	_ Allgemeine Hinweise
184	9.4.1	_ Gipskartonplatten (GK, GKB)	205	11.2	_ Hinweise zur Ausschreibung
185	9.4.2	_ Gipsfaserplatten (GF)	206	11.3	_ Normen und Richtlinien
185	9.4.3	_ Zementgebundene Platten	206	11.4	_ Hinweise zu Bauschnittholz
186	9.5	_ Dämmstoffe	207	11.5	_ Nachweis zur Qualitätssicherung
186	9.5.1	_ Holzfaserdämmstoffe	208	12	_ Literatur
187	9.5.2	_ Zellulosefaserdämmstoffe	212	13	_ Regelwerke
187	9.5.3	_ Mineralfaserdämmstoffe	213	14	_ Normen
188	9.5.4	_ Sonstige organische Dämmstoffe	215		_ Bildnachweis
188	9.5.5	_ Sonstige künstliche Dämmstoffe			
188	9.6	_ Folien/Pappen/Dichtstoffe			
189	9.6.1	_ Kunststoff-Folien			
189	9.6.2	_ Dampfbremspapiere und -pappen			
189	9.6.3	_ Klebebänder, Dichtprofile usw.			
190	9.6.4	_ Vorkomprimierte Dichtungsbänder			
191	9.6.5	_ Spezielle Dichtprofile			
191	9.6.6	_ Manschetten/Hohlraumdosens			
192	9.7	_ Baurechtliche Aspekte			

Impressum

Herausgeber:

HOLZABSATZFONDS
Absatzförderungsfonds der
deutschen Forst- und Holzwirtschaft
Godesberger Allee 142–148
D-53175 Bonn
02 28 / 308 38-0
02 28 / 308 38-30
info@holzabsatzfonds.de
www.holzabsatzfonds.de
V.i.S.d.P.: Ludger Dederich

Projektleitung / Konzeption:

Dipl.-Ing. (FH) Architekt Ludger Dederich

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

Bearbeitung

Zimmermeister Christoph Hubweber
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Schmidt
Dr.-Ing. Holger Schopbach
Dipl.-Ing. Gerhard Wagner
Dipl.-Ing. Helmut Zeitter

Mit fachlicher Unterstützung von
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Begleitende Arbeitsgruppe:

Zimmermeister Markus Blumenauer, Darmstadt
Dipl.-Ing. Architekt Christoph Sailer, Heilbronn
Prof. Dipl.-Ing. Kurt Schwaner, Biberach

Fachredaktion:

Preisling Kommunikation, Rösrath

Gestaltung:

Schöne Aussichten: Oliver Iserloh, Düsseldorf

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.

Hinweise zu Änderungen,
Ergänzungen und Errata unter:
www.informationsdienst-holz.de

Erscheinungsdatum

Juni 2009

ISSN-Nr. 0466-2114

holzbau handbuch

Reihe 1: Entwurf und Konstruktion

Teil 1: Holzbausysteme

Folge 7: Holzrahmenbau

Editorial

Vom Rahmen zum Bau

Es ist knapp 25 Jahre her, dass eine erste Veröffentlichung von berufener Seite für sich in Anspruch nehmen konnte, hierzulande die wesentlichen Aspekte des zeitgenössischen Holzrahmenbaus als Konstruktionskatalog für die Anwendung zusammengefasst und aufbereitet zu haben [1]. Mit diesem Leitfaden begann die Erfolgsgeschichte „Holzrahmenbau“, die diesen zur Standardbauweise im Holzbau machte. Seitdem hat sich die Holzbauquote verdoppelt. Welchen Anteil diese Vorarbeit daran hat, lässt sich bis zum heutigen Tage nicht belastbar beziffern, kann aber nur schwerlich ausreichend gewürdigt werden.

Seitdem sind die für den Holzrahmenbau fundamentalen Vollholzprodukte weiterentwickelt worden, haben sich die Technologien zur Planung und Ausführung des Holzrahmenbaus verändert und sind fortgeschrieben worden. Baustoffe – z.B. Dämm- oder Plattenwerkstoffe – sind verfügbar, die 1985 nur bedingt vorstellbar waren oder ein absolutes Nischendasein führten. Heute machen sie jedoch ein neues Grundverständnis des Holzrahmenbaus möglich.

Mit der vorliegenden Publikation wird die Darstellung der vielfältigen Möglichkeiten des Holzrahmenbaus um die der zukunftsfähigen Variante erweitert. Für die Ausführungen auf den folgenden Seiten wurde die Entwicklung des diffusionsoffenen Holzrahmenbaus gefasst, evaluiert und systematisch aufbereitet. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre abgeleitet, werden praktizierte, bewährte Lösungen dargestellt. Dabei war die Beschränkung auf eine tatsächlich überschaubare Auswahl praxistauglicher Aufbauten und Details vorrangiges Ziel. Denn nur so kann unserer Auffassung nach die Planungssicherheit für Architekten und Ingenieure gewährleistet werden, die für sich das Wissen über den Holzrahmenbau vertiefen oder ihn für sich erschließen wollen. Durch diesen Ansatz soll die Publikation auch einen Beitrag zur Standardisierung im Holzbau leisten.

Ludger Dederich

Leiter Holzbaufachberatung
Holzabsatzfonds

**DIE TAFEL- ODER
PLATTENBAUWEISE
ermöglicht es,
die Herstellung
von Häusern am
vollkommensten
zu mechanisieren.**
...

aus:

**Konrad Wachsmann
Holzhausbau –
Technik und Gestaltung, 1930**

Abb. 0.01 (links)

Gebaut 2007:
Martinszentrum Bernburg,
Architekt: Weis & Volkmann
Architektur

Abb. 0.02 (rechts)

Gebaut 1931:
Villa Schroeder in Heikendorf,
Architekt: Rudolf Schroeder



1_ Der Holzrahmenbau

1.1 _ Einleitung

Der Holzrahmenbau hat sich als energie- und flächensparendes Leichtbausystem in den letzten Jahrzehnten etabliert. Er ist hervorragend dazu geeignet, hochwertige und energieeffiziente Gebäude in kurzer Bauzeit wirtschaftlich zu erstellen. Grundlage des Holzrahmenbaus bilden nachwachsende Rohstoffe, durch deren Einsatz endliche Ressourcen geschont werden.

Der Holzrahmenbau wird in Nordamerika bereits seit über 100 Jahren praktiziert, er hat

sich als Bausystem mit hoher Planungsflexibilität bei einfacher, wirtschaftlicher Verarbeitung bewährt. Konstruktionen und Baumaterialien wurden ständig weiterentwickelt, so dass in den USA und Kanada bis heute der überwiegende Teil aller Wohnungs- und Gewerbebauten als Holzrahmenbau errichtet wird.

Seit Ende der 1970er Jahre hat man die Vorteile des Holzrahmenbaus auch in Mitteleuropa erkannt und die Bauweise an die hiesigen Ansprüche angepasst. In Deutschland hat sich

Abb. 1.01

Wohnhaus in Princeton,
NJ, USA,

Architekten:

Peter Lokhamer /

Frank-Rainer Schmidt



Holzrahmenbau

Der Begriff Holzrahmenbau leitet sich aus der Bezeichnung „Timberframe“ ab, die aus dem amerikanischen Sprachgebrauch stammt und das Aneinanderfügen einzelner Holzquerschnitte und deren Aussteifung mit Holzwerkstoffplatten beschreibt. Im deutschsprachigen Raum sind die Begriffe Holzrahmenbau und Holztafelbau geläufig, die das gleiche Konstruktionsprinzip beschreiben, sich aber im Umfang der Vorfertigung unterscheiden. In dieser Schrift wird der Begriff Holzrahmenbau verwendet, der den handwerklich geprägten Holzhausbau widerspiegelt. Der Holztafelbau dagegen wurde durch den industriellen Fertigungsbau mit einem besonders hohen Vorfertigungsgrad geprägt. Mittlerweile verläuft die Grenze zwischen Holzrahmen- und Holztafelbau fließend. Die verschiedenen Bauelemente des Holzrahmen- bzw. Holztafelbaus werden in DIN 1052 „Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken“ einheitlich als Wand-, Decken- und Dachtafeln bezeichnet.

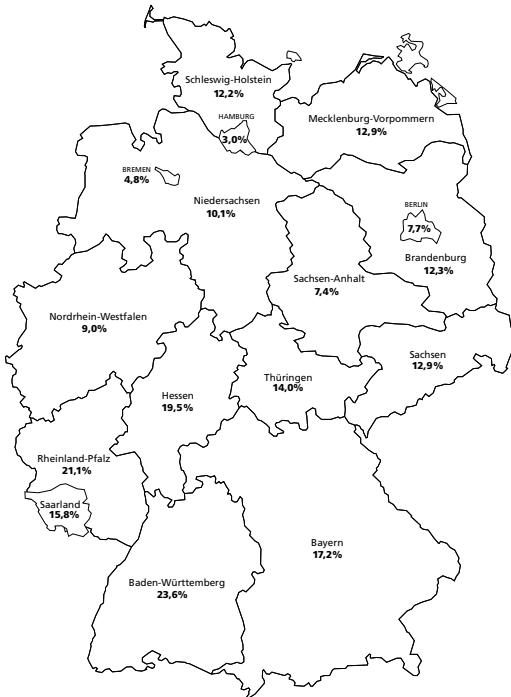


Abb. 1.02
Holzbauquote 2007


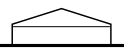

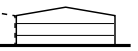
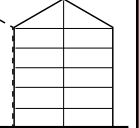
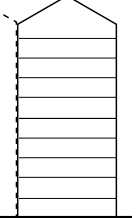
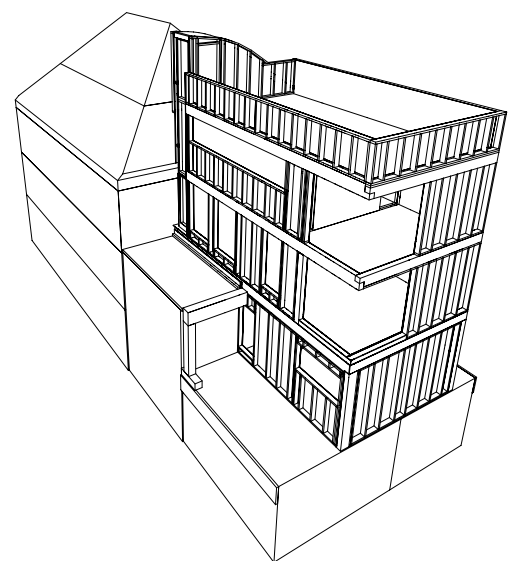
<p>GK 1a freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinheiten Σ NE ≤ 400 m²</p> 	<p>GK 2 nicht freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinheiten Σ NE ≤ 400 m²</p>	<p>GK 3 sonstige Gebäude mit einer OKF ≤ 7 m</p>	<p>GK 4 OKF ≤ 13 m Nutzungseinheit mit jeweils ≤ 400 m²</p>	<p>GK 5 sonstige Gebäude mit Ausnahme von Sonderbauten OKF ≤ 22 m</p>
<p>GK 1b freistehende Gebäude, land- und forstwirtschaftlich genutzt</p> 				

Abb. 1.03
Gebäudeklassen nach Musterbauordnung 2002

der Anteil der in Holzbauweise hergestellten Eigenheime seit 1995 von 7,5% auf im Durchschnitt knapp 15% in 2007 nahezu verdoppelt, in einigen Bundesländern beträgt die Quote bereits über 20%. Davon nimmt der Holzrahmenbau den wesentlichen Anteil ein.

Infolge der Nachverdichtung urban geprägter Siedlungsräume werden zunehmend auch mehrgeschossige Wohnungs- und Verwaltungsbauten als Holzrahmenbau erstellt. Mit Einführung der Gebäudeklasse 4 sind mittlerweile die baurechtlichen Voraussetzungen gegeben, um bis zu fünfgeschossige Gebäude in Holzbauweise zu erstellen (Abb. 1.03). Aufgrund des geringen Eigengewichts der Konstruktion und der kurzen Bauzeiten findet der Holzrahmenbau auch immer häufiger bei Aufstockungen Anwendung (siehe IDH spezial 12/2005).

Abb. 1.04
Mehrgeschossige Aufstockung im Holzrahmenbausystem, Architekt: Alexander Ilg, Sägezahn Architektur und Holzbau GmbH, Friedrichshafen



> IDH spezial 12/2005
INFORMATIONSDIENST **HOLZ** spezial
„Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise“
[2]

Abb. 1.05

Außenwandelemente in Holzrahmenbauweise am Bundesumweltamt in Dessau,
Architekten: Sauerbruch Hutton



> hh1/1/5

INFORMATIONSDIENST HOLZ

holzbau handbuch

Reihe 1, Teil 1, Folge 5

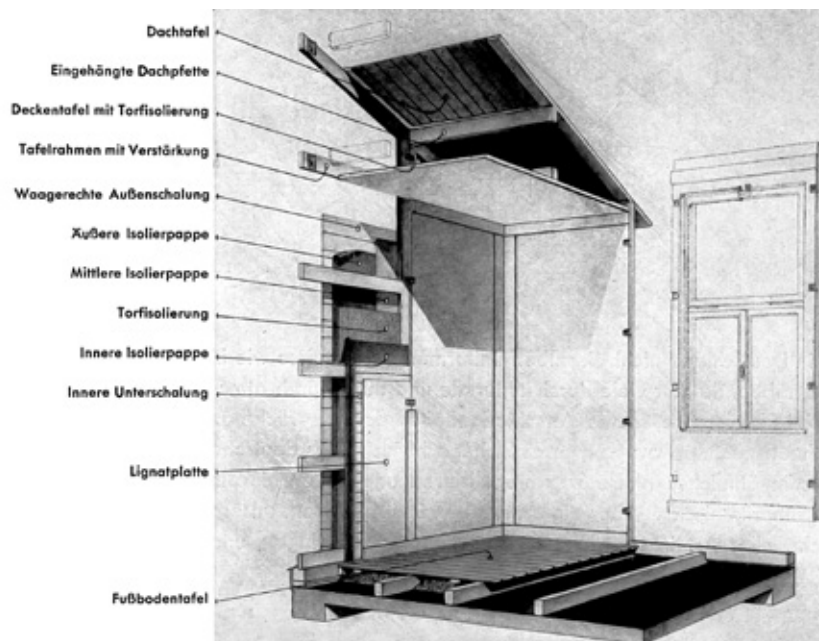
„Holzkonstruktionen in

Mischbauweise“ [3]

Ein Zukunftsfeld für den Holzrahmenbau erschließt sich bei den Mischbauweisen – sowohl im Neubau als auch beim Bauen im Bestand. Geschosshohe, vorgefertigte Fassadenelemente werden hierbei als nicht tragende Bauteile für die Gebäudehülle eingesetzt (Abb. 1.05). Auch hier sprechen die Vorteile der Vorelementierung und der guten Dämmeigenschaften in Verbindung mit geringen Wanddicken und leichten Konstruktionen für den Holzrahmenbau (siehe hh 1/1/5).

Abb. 1.06

Schematische Darstellung der
Tafel- oder Plattenbauweise
nach Konrad Wachsmann (1930)
aus [4]

**Abb. 1.07**

Bürogebäude der BVG Berlin,
Architekt: Konrad Wachsmann (1930) aus [4]



1.2 _ Entwicklung des Holzrahmenbaus

Der Holzrahmenbau entstand in Nordamerika als Weiterentwicklung aus den traditionellen Fachwerkbausystemen der europäischen Einwanderer. Insbesondere die englischen Fachwerktypologien mit ihren eng stehenden Ständerfachwerken ohne Riegel dienten als Vorbild. Die zur Aussteifung und zur Herstellung des Raumabschlusses verwendeten Brettbekleidungen wurden infolge der Entwicklung und Verbreitung industriell hergestellter Holzwerkstoffplatten durch diese ersetzt.

Abb. 1.08

Zeitgenössischer Holzbau in Skandinavien



In Deutschland und Europa wurde mit den Entwicklungen von Konrad Wachsmann (Abb. 1.06, 1.07) in den 30er Jahren der Grundstein für die moderne Elementierung der Holzbauweise gelegt [4]. Wachsmann hat das Tafel- oder Plattenbausystem ins Zentrum seiner Betrachtungen gestellt und diesem später in den USA durch Systematisierung der tragenden Struktur zu einer universell einsetzbaren Bauweise im industriellen Stil verholfen, dem „General Panel System“. Auch andere Architekten in den USA haben den vorfabrizierten modernen Holzhausbau vorangetrieben, so z.B. Frank Lloyd Wright und Rudolf M. Schindler (Abb. 1.09).

Während der Holzrahmenbau in Skandinavien in den Jahren unmittelbar nach 1945 einen kontinuierlich ansteigenden Marktanteil aufwies, wurde er hierzulande erst in den 1970er Jahren von den Zimmereibetrieben wiederentdeckt und an die regulatorischen und klimatischen Verhältnisse im deutschsprachigen Europa angepasst. Eine Zusammenfassung der bis dahin aufgestellten Konstruktionsregeln wurde 1985

mit dem sogenannten Holzrahmenbau-Katalog [1] veröffentlicht, der Planern und ausführenden Fachbetrieben bis heute konkrete Hilfestellung geben kann. Mit der zunehmenden Qualifizierung von Zimmerei- und Holzbaubetrieben haben sich in den letzten 30 Jahren individuell geplante Holzhäuser neben dem konventionellen Fertighausbau einen gleichwertigen Marktanteil erobert. Die Grenze zwischen dem handwerklich geprägten Holzhausbau und der industriellen Fertigbauweise verläuft heute fließend.

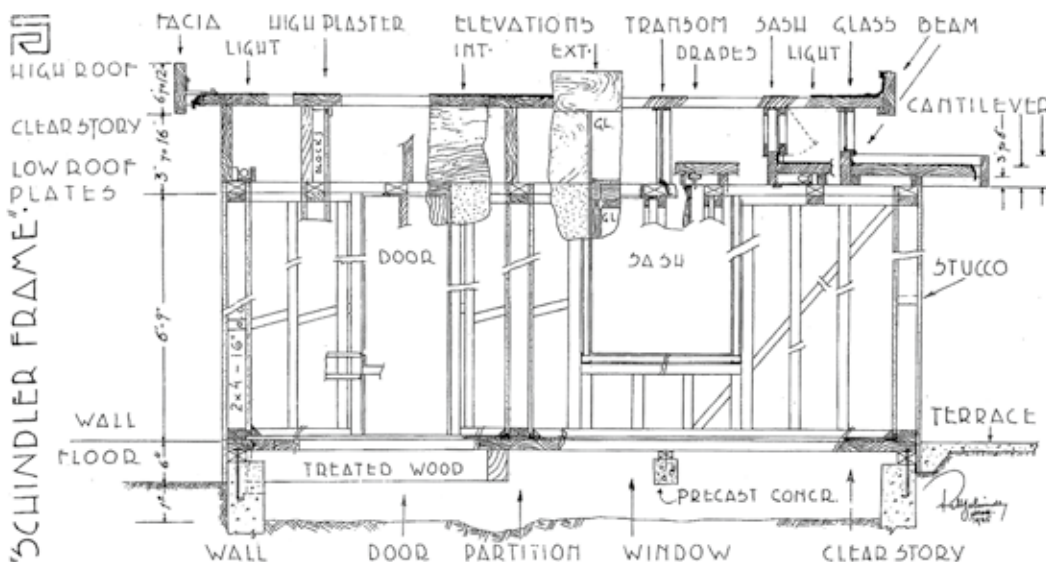


Abb. 1.09

Schindler Frame (1945)

aus [4]

1.3 _ Konstruktionsprinzip

Kennzeichnend für den Holzrahmenbau ist die Mehrschichtigkeit der Bauteilaufbauten. Den einzelnen Schichten sind je nach Eigenschaft verschiedene Funktionen zugewiesen:

- Rahmen:
horizontale und vertikale Lastabtragung
- Beplankung außen bzw. innen:
Aussteifung und Funktionsschicht (Brand-
schutz, Wind- bzw. Luftdichtung, gegebenen-
falls Witterungsschutz)
- Dämmung im Hohlraum:
Wärme-, Schall- und Brandschutz

diesen Holzrahmen aus. Im deutschsprachigen Raum haben sich Rahmenabmessungen mit 60 mm Breite bewährt, deren Tiefe von der statischen Beanspruchung und dem angestrebten Wärmedämmniveau abhängt. Das Rastermaß, d.h. der Achsabstand der Rippen, ergibt sich aus den Abmessungen der plattenförmigen Beplankung und beträgt meist die Hälfte oder ein Drittel der Beplankungsbreite, in der Regel 1,25 m oder 2,50 m. Viele der im Holzhausbau verwendeten Baustoffe sind deshalb mit dem Rastermaß von 625 mm kompatibel.

Die einzelnen Bauelemente werden in witterungsunabhängigen Produktionsstätten in

Abb. 1.10

Aufbau einer Holzrahmenbauwand, Bezeichnungen nach DIN 1052:2004-08:

- Schwelle
- Ständer
- Rähm

Abb. 1.11

Beanspruchungen einer Holzrahmenbauwand (Bezeichnungen wie in Abb. 1.10)

Abb. 1.10

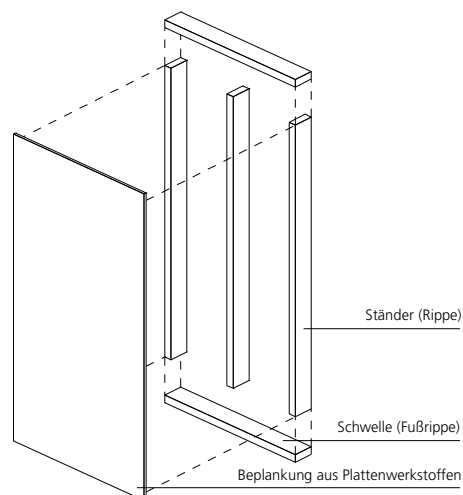
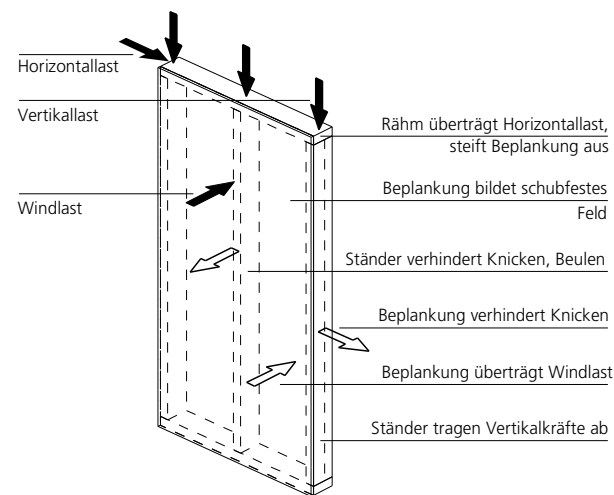


Abb. 1.11



Den Holzrahmen prägen ganz im Sinne der Stilprägung Konrad Wachsmanns standardisierte Holzquerschnitte, die zu einem feingliedrigen Holzgerippe zusammengesetzt und durch ein oberes und unteres Querholz gleichen Querschnitts begrenzt werden. Die mindestens einseitig kraftschlüssig aufgebraute Beplankung steift

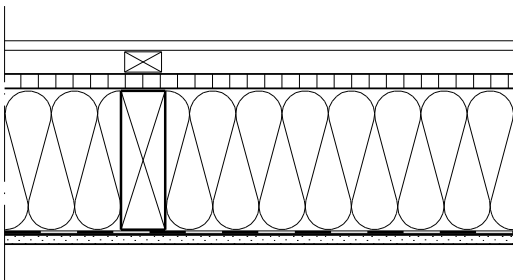
unterschiedlichen Vorfertigungsstufen hergestellt: vom einseitig beplankten, offenen bis zum beidseitig geschlossenen und hohlraumfrei gedämmten Holzrahmenbauelement. Die Wand-, Decken- und Dachtafeln werden kraftschlüssig miteinander verbunden und bilden somit einen ausgesteiften Baukörper.

1.4 _ Der diffusionsoffene Holzrahmenbau

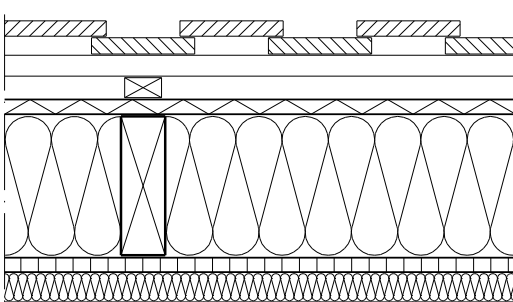
Der konventionelle Holzrahmenbau ist durch die Anordnung der aussteifenden Holzwerkstoffplatten auf der Außenseite und einer dampfsperrenden Folie auf der Innenseite des lastabtragenden Holzrahmens gekennzeichnet. Diese Bauweise unterscheidet sich nur geringfügig von den weiterentwickelten Konstruktionen des Holztafelbaus der Fertighausindustrie, bei dem die außenliegenden Holzwerkstoffplatten oftmals durch Gipsbauplatten ersetzt und als tragfähiger Untergrund für ein Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) genutzt werden.

Abb. 1.12
 Konstruktionsvarianten von
 Außenwänden in Holzbauweise

„Klassische“ Holztafelbauweise,
 nicht diffusionsoffen mit hinterlüfteter Fassade



Diffusionsoffener Holzrahmenbau
 mit hinterlüfteter Fassade



Als Variante zum konventionellen Holzrahmenbau entwickelte sich Anfang der 1990er Jahre der diffusionsoffene Holzrahmenbau. Er stellt heutzutage den Standard bei den Holzrahmenbaukonstruktionen dar. Dabei wird die aussteifende Holzwerkstoffplatte auf der Innenseite des lastabtragenden Holzrahmens angeordnet, die gleichzeitig die Funktion einer dampfbremsenden und luftdichten Ebene übernimmt. Daher kann auf die innenliegende dampfsperrende Folie verzichtet werden. Bei diffusionsoffenen Bauteilaufbauten fällt im Regelfall kein Tauwasser an, und es liegt ein hohes Austrocknungsvermögen sowohl nach außen als auch zur Raumseite hin vor. Dadurch werden die Holzrahmenbaukonstruktionen besonders robust gegenüber ungewollt auftretenden Feuchteinwirkungen. Wie beim konventionellen Holzrahmenbau kann auch bei der diffusionsoffenen Bauweise auf vorbeugende chemische Holzschutzmaßnahmen verzichtet werden.

1.5 _ Leistungsspektrum des Holzrahmenbaus

Das Holzrahmenbausystem erfüllt alle baurechtlichen Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit der Bauteile. Bis zu fünfgeschossige Gebäude können ohne Ausnahmeregelungen erstellt werden. Um die für die Dauerhaftigkeit der Holzbauteile entscheidenden bauphysikalischen Aspekte des Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutzes zu erfüllen, liegen bewährte Regelaufbauten und -details vor (siehe Kapitel 7 und 8). Die Leistungsfähigkeit des Holzrahmenbaus wird besonders deutlich bei den heutzutage gestellten Anforderungen an Energieeffizienz, Wohngesundheit und Wirtschaftlichkeit. Diese Aspekte führen in Verbindung mit einer nachweisbar gesicherten Ausführungsqualität zu einer gegenüber anderen Bausystemen gleichwertigen Werthaltigkeit und besseren Umweltverträglichkeit.

Energieeffizienz

Holzrahmenbauelemente erreichen sehr gute Dämmeigenschaften, da Tragkonstruktion (Holzrahmen) und Dämmung in einer Ebene liegen und nahezu der gesamte Wandquerschnitt für die Wärmedämmung genutzt werden kann. Mit der Verwendung des Baustoffs Holz als Konstruktionsmaterial entstehen nur geringe Wärmebrücken, die durch einfache bautechnische Maßnahmen auf ein Minimum reduziert werden können. Durch zusätzliche Dämmschichten auf der Außenseite, z.B. Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) oder die innenseitige Anordnung einer gedämmten Installationsebene, werden problemlos Dämmeigenschaften erzielt, die im Passivhausbau erforderlich sind. Bereits mit Gesamtbaueteildicken von 30 cm sind U-Werte von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zu erreichen.

Abb. 1.13

Viergeschossiges
Wohngebäude in
Villingen-Schwenningen,
Architekten:
Linie 4 Maria Kollmann,
Oliver Prokop



Abb. 1.14

Passivhaussiedlung Sonnenschiff in Freiburg,
Architekt: Rolf Disch, Freiburg

Wohnklima

Gute wärmedämmende Eigenschaften der Gebäudehülle sind wesentliche Voraussetzung, um ein gesundes Wohnklima im Winter wie Sommer zu erreichen. Durch die bei der Holzrahmenbauweise besonders warmen Innenoberflächen der Außenbauteile wird in der kalten Jahreszeit bereits bei geringeren Raumlufttemperaturen ein angenehmes Wohnklima erreicht. Der große Wärmedurchgangswiderstand hochwärmedämmter Bauteile verzögert auch im Sommer den Wärmestrom von der warmen Außenseite zur kühleren Innenseite und verhindert dadurch eine Überhitzung der Räume. Dämmstoffe mit hoher spezifischer Wärmekapazität, z.B. aus Zellulose oder Holzfasern, erzielen einen besonders guten sommerlichen Wärmeschutz, da Temperaturschwankungen im Innenraum gering gehalten werden.

Wirtschaftlichkeit

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Holzrahmenbaus sind die Möglichkeiten der Vorelementierung und Vorkonfektionierung von Bauteilen und Bauelementen von besonderer Bedeutung. Durch die werkseitige Vorfertigung von Wand-, Decken- und Dachtafeln kann in kürzester Zeit der Rohbau ab Oberkante Keller oder Bodenplatte erstellt werden. Die Bauzeiten reduzieren sich nochmals durch die werkseitige Montage der inneren und äußeren Bekleidung, durch den Einbau von Fenstern und Türen oder durch die Vorfertigung kompletter Raumzellen. Innerhalb von nur einem Tag kann ein Holzrahmenbau so weit errichtet werden, dass er wind- und regendicht ist. Die weiteren Ausbauarbeiten können anschließend in trockener und witterungsunabhängiger Umgebung ausgeführt



Abb. 1.15
 Innenraum Wohngebäude in Villingen-Schwenningen,
 Architekten: Linie 4 Maria Kollmann, Oliver Prokop



Abb. 1.16 a, b
 Vorfertigung von
 Holzrahmenbauelementen

werden. Der daraus resultierende wirtschaftliche Vorteil für den privaten Bauherrn liegt bei einer nur kurzen Zeit der Doppelfinanzierung von Miete und Neubau. Für Investoren sind kurze Vorfinanzierungszeiten und schnelle Vermarktbarkeit des Objekts bei sicheren Fertigstellungsfristen von besonderer Bedeutung.

Abb. 1.17 a

Flächengewinn durch Holzrahmenbau gegenüber der Massivbauweise:
hier 8% bei gleichem U-Wert der Außenwände

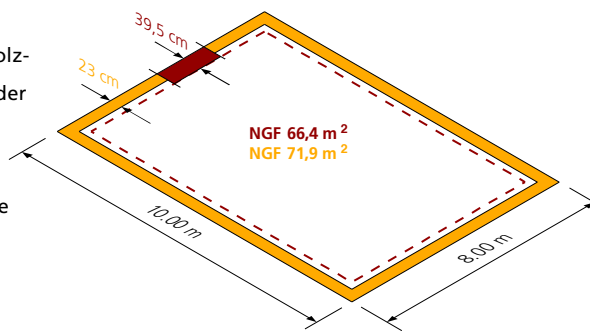
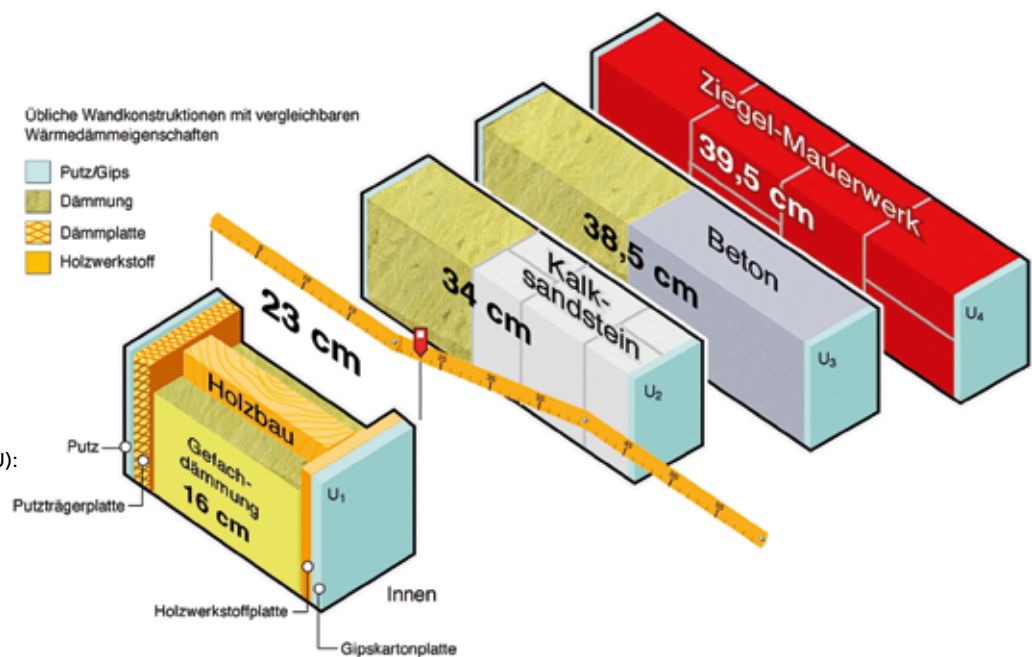


Abb. 1.17 b

Vergleich von Außenwanddicken des Holzrahmenbaus mit anderen Bauweisen bei vergleichbaren Wärmedämmeigenschaften



Wärmedurchgangskoeffizient (U):

$$U_1 = 0,237 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_2 = 0,252 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_3 = 0,232 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$U_4 = 0,234 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Neben den deutlich verkürzten Bauzeiten ist der im Vergleich zu anderen Bausystemen geringere Flächenbedarf für die Außenwandbauteile besonders hervorzuheben. Bei identischen wärmedämmtechnischen Eigenschaften und Außenabmessungen kann die zur Verfügung stehende Nutzfläche aufgrund der schlankeren Außenwandbauteile um bis zu 10% größer sein (siehe Tabelle 1.1). Dieser Vorteil ist bei mehrgeschossigen Gebäuden in Ballungsräumen mit hohen Baugrund- bzw. Immobilienpreisen besonders relevant. Außerdem reduziert die überwiegend trockene Bauweise das Risiko bauphysikalischer Schäden infolge Baufeuchtigkeit zu Beginn der Nutzung.

Tabelle 1.1 Vergleich der Wohn-/Nutzfläche am Beispiel eines Einfamilienwohnhauses aus [5]

Bauweise <small>Wandaufbau (von innen nach außen)</small>	Wanddicke	Wärmeschutz	Brandschutz	Schallschutz	Wohnfläche
Massivbauweise - 240 mm KS-Mauerwerk, verputzt - 120 mm Wärmedämm-Verbundsystem	d = 385 mm	U = 0,239 W/(m ² ·K)	F 90-A	R ¹ _{w,R} = 50 dB	131,66 m ²
Holzrahmenbau - 20 mm Gipskartonplatte - 25 mm Holzwoleleichtbauplatte, verputzt - 38 mm Installationsebene, gedämmt - 120 mm Ständerwerk mit Gefachdämmung	d = 248 mm	U = 0,237 W/(m ² ·K)	F 60-B	R ¹ _{w,R} = 48 dB	140,29 m ²
Wohnflächengewinn (6,5 %)					+ 8,63 m²

Güte- und Qualitätssicherung

Viele Firmen im Holzhausbau sind freiwillig Mitglied in Güte- und Qualitätsgemeinschaften. Die Gütesicherung im Holzhausbau beruht auf gezielter Eigenüberwachung, unterstützender Fremdüberwachung und einer durchgängigen Dokumentation der produzierten Holzbauteile. Die Fremdüberwachung wird durch Sachverständige bzw. anerkannte Prüfinstitute sowohl im Werk als auch auf der Baustelle durchgeführt und dokumentiert. Neben dieser Qualitätsüberwachung werden bestimmte personelle und

betriebliche Anforderungen gestellt. Über die Gütegemeinschaften wird außerdem die Zertifizierung mit dem „Gütezeichen Holzhausbau RAL-GZ 422“ geregelt.

Eine Güteüberwachung der Unternehmen ist im Holzrahmenbau immer dann vorgeschrieben, wenn beidseitig geschlossene Elemente im Betrieb gefertigt werden. Gemäß Bauregelliste A Teil 1 [Bauregelliste] ist in diesen Fällen eine Eigen- und Fremdüberwachung entsprechend der sogenannten „Holztafelbauanleitung“ (Richtlinie für die Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Holzhäuser in Tafelbauart [HoTaRi]) vorzunehmen und im Sinne des Übereinstimmungsnachweisverfahrens nachzuweisen (siehe Kapitel 3).

Durch die freiwillige Mitgliedschaft in Qualitätsgemeinschaften verpflichten sich die Betriebe darüber hinaus, besondere Qualitätsbestimmungen z.B. bei der Herstellung und der Auswahl der Baustoffe einzuhalten.

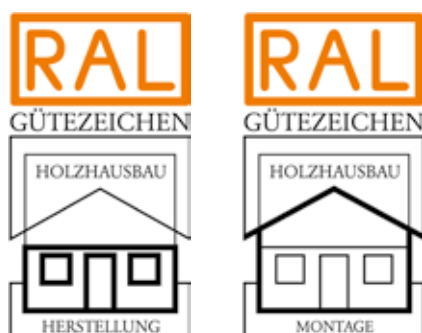


Abb. 1.19 Ü-Zeichen auf vorgefertigten Holztafelementen

Abb. 1.18 RAL-Gütezeichen Holzhausbau als Qualitätsnachweis für handwerklich und industriell gefertigte Holzhäuser

> hh 0/5/1
INFORMATIONSDIENST HOLZ
 holzbau handbuch
 Reihe 0, Teil 5, Folge 1
 „Holzhäuser – Werthaltigkeit
 und Lebensdauer“ [6]

Werthaltigkeit und Lebensdauer

Der vorhandene Qualitätsstandard im Holzrahmenbau ist ein Grund dafür, weshalb seit einigen Jahren Banken und Versicherungen diese Bauweise bei der Bewertung mit anderen Bauweisen gleichstellen. Die gesicherte Qualität ist außerdem ein wichtiges Argument für Finanzierungsinstitute und Versicherungen sowie bei öffentlichen Mittelgebern zur Gewährung von Fördermitteln. Außerdem sind Qualitätsnachweise wichtig bei einem möglichen Wiederverkauf der Immobilie, weil dadurch die gelieferte Leistung dokumentiert und nachprüfbar ist.

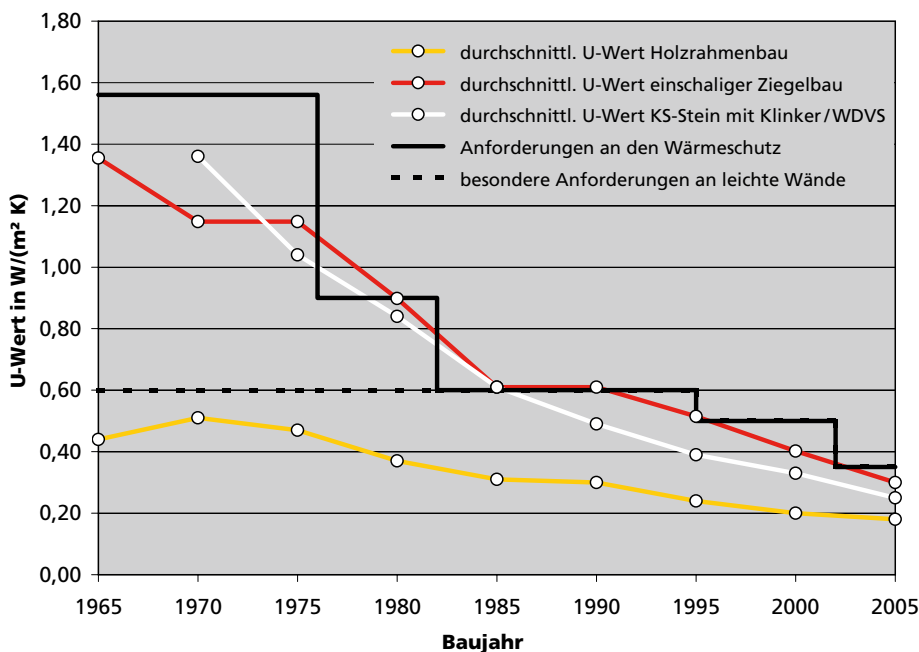
Von besonderer Bedeutung für die Werthaltigkeit wird zukünftig der energetische Standard eines Gebäudes sein. Bei den meisten Gebäuden im Holzrahmenbausystem wurden bereits in den 1980er Jahren die Wärmeschutzanforderungen der im Jahr 2002 eingeführten Energieeinsparverordnung (EnEV) erfüllt (siehe Abb. 1.20). Bei der Bewertung geht außerdem die zu erwartende Gesamtnutzungsdauer ein, die den

Zeitraum angibt, in dem ein Gebäude bei normaler Instandhaltung wirtschaftlich nutzbar ist und den Ansprüchen der Nutzer gerecht wird. Hier sind heutzutage keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Bauweisen festzustellen, sie betragen jeweils zwischen 80 und 100 Jahren (siehe hh 0/5/1, Tab. 1.2).

Tabelle 1.2
 Vorschlag für einen rechnerischen Ansatz der Gesamtnutzungsdauer (GND) von Gebäuden nach [7]

Bauweise	Baujahr	GND
Holzrahmen- / Holztafelbau	1960–1984 seit 1985	60–80 Jahre 80–100 Jahre
Massivbau	seit 1960	80–100 Jahre

Abb. 1.20
 Entwicklung des Wärmedämmstandards seit 1965 aus [6]



Klimaschutz

Durch die Verwendung von Holz als Baustoff wird ein Material eingesetzt, durch das kein zusätzliches Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre freigesetzt wird. Die Gewinnung der meisten im Holzrahmenbau verwendeten Komponenten erfolgt ohne energieaufwändige Weiterbearbeitung, und die Herstellung der Gebäude kann mit geringem Maschinenaufwand in kurzer Bauzeit erfolgen. Während der Nutzung steht das verbaute Holz über einen langen Zeitraum als Kohlenstoffspeicher zur Verfügung.

Ein weiterer Vorteil des Holzrahmenbaus: Die Gebäude können flexibel genutzt und ohne erheblichen Aufwand umgebaut werden. Eine Wiederverwendung der systemzugehörigen Baustoffe ist ohne großen Energieaufwand durch den Rückbau und die Zerlegung der Bauteilschichten möglich. Als letztes Glied in der Prozesskette kann eine thermische Verwertung erfolgen. Der Baustoff Holz mit der speziellen Anwendung im Holzrahmenbau leistet damit einen wertvollen Beitrag dazu, irreparable Schäden am Ökosystem zu vermeiden.

1.6 _ Anwendungsbereiche

Der Holzrahmenbau ist sowohl für große, industrialisiert hergestellte Projekte als auch für kleine Bauaufgaben ein geeignetes Bausystem. Individuelle Vorgaben können ohne Einschränkung der architektonischen Entwurfsgrundsätze umgesetzt werden. Mit dem Holzrahmenbausystem lassen sich alle Bautypologien im Neubau realisieren:

- **Wohnungsbau:**
Einfamilienhäuser, Doppelhäuser, Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser, Geschosswohnungsbau, Wohnheime
- **Öffentliche Gebäude:**
Schulen, Kindergärten, Sport- und Schwimmhallen, Bürgerzentren, Seniorenwohnheime
- **Gewerbebau:**
Büro- und Verwaltungsbau, Produktions- und Ausstellungsgebäude, Lagerhallen, landwirtschaftliche Betriebsgebäude
- **Sonstige Nutzungen:**
Hotelanlagen, Kirchen, Feuerwehrgebäude

Neue Anwendungsbereiche findet der Holzrahmenbau darüber hinaus bei den **Mischbauweisen** und beim **Bauen im Bestand**. Im Zuge von Maßnahmen der Nachverdichtung werden Dachaufstockungen und Fassadensanierungen in Holzrahmenbauweise realisiert.

Auf den folgenden Seiten werden die wichtigsten Anwendungsbereiche des Holzrahmenbaus kurz dargestellt. Eine Auswahl beispielhafter Bauten enthält Kapitel 10.

Abb. 1.21
 Prozessmodell der Gebäudegestaltung nach [8]

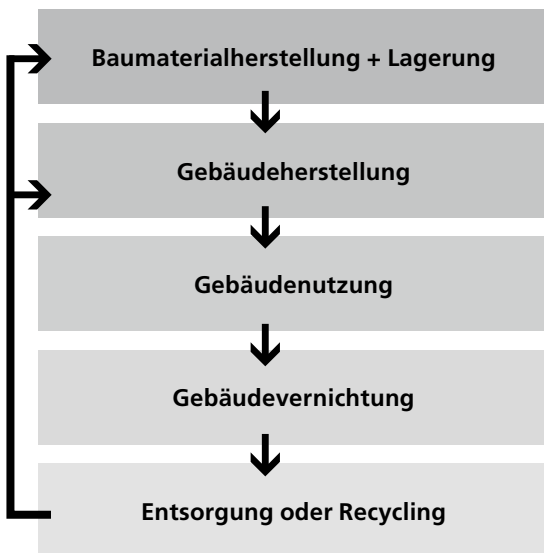


Abb. 1.22 a und b

Nestwerk Pillnitz,
Architektengemeinschaft
Reiter und Rentzsch

Wohnungsbau

Der Wohnhausbau ist die Domäne des Holzrahmenbaus. Neben dem zunehmenden Anteil an Fertigstellungen im Eigenheimbau (vgl. Abb. 1.02) findet die Holzrahmenbauweise immer

Öffentliche Gebäude

In den vergangenen Jahren ist eine Vielzahl von Schulen und Kindergärten entstanden. Es wurden Gebäude in unterschiedlichster Größe errichtet, teilweise in Kombination mit Sport- und Mehr-

**Abb. 1.22 a und b**

häufiger Anwendung bei Investitionsobjekten, insbesondere für den Geschosswohnungsbau, und den Bau von Wohnheimen. Wohnungsbau-gesellschaften und Investoren haben die Vorteile der energieeffizienten Holzrahmenbauweise erkannt, denn der geringe finanzielle Aufwand zur Beheizung der Wohnungen ist ein wichtiger Vermarktungsvorteil.

Abb. 1.23 a und b

zweckhallen. Öffentliche Träger entscheiden sich bewusst für die klimaschonende Holzbauweise, weil sie damit ihrer Vorbildfunktion gerecht werden und gleichzeitig alle bautechnischen Anforderungen in Verbindung mit niedrigen Unterhaltungskosten umgesetzt werden.

Auch andere kommunale Bauaufgaben wie Feuerwehrhäuser, Bürgerzentren und Betriebsgebäude, aber auch individuelle Bauaufgaben für kirchliche Einrichtungen oder Kliniken werden als Holzrahmenbauten verwirklicht. Da diese Bauwerke meist von regional ansässigen Holzbaubetrieben gefertigt werden, bieten sie gute Möglichkeiten, regionale Wirtschaftsstrukturen zu stärken.

Abb. 1.23 a und b

Schule in Rotenburg/Wümme,
Architekt: Jörg-Henner Gresbrand
(siehe Kapitel 10.3)



Gewerbebauten

Büro- und Verwaltungsbauten stellen aufgrund der geforderten Grundrissflexibilität und des schnellen Bauablaufs ein beliebtes Anwendungsgebiet des Holzrahmenbaus dar. Für Unterneh-



Abb. 1.24 a und b

men ist das Umweltbewusstsein ein wichtiger Faktor der Selbstdarstellung, weshalb Holzrahmenbauten sich aufgrund ihrer hervorragenden Energiebilanz ideal für repräsentative Büro- oder Verwaltungsgebäude eignen (siehe IDH IndGew).

Für Produktions-, Ausstellungs- und Lagerhallen können weitgespannte Brett-schichtholzkonstruktionen mit Holzrahmenbauelementen für die Gebäudehülle kombiniert werden. Besonders interessant ist die Anwendung der Holzbauweise auch bei Nutzungen mit chemisch aggressiver Beanspruchung, z.B. bei Salzlagerhallen, weil Holz gegenüber diesen Einwirkungen unempfindlich ist (siehe hh 1/8/2).

Temporäre Bauwerke, Modulbauweisen

Aufgrund der sehr guten Eignung zur Elementfertigung, des leichten Transports und der einfachen Rückbaubarkeit der Elemente eignet sich die Holzrahmenbauweise besonders zur



Abb. 1.25 a und b

Herstellung temporärer Bauwerke. Realisiert wurden veranstaltungsbezogene Bauwerke wie wiederverwendbare Messecontainer oder Pressezentren bei Großereignissen wie der Weltausstellung EXPO 2000 in Hannover, aber auch logistisch erforderlich gewordene Ausweichbauten im Zuge von Umbaumaßnahmen oder vorübergehend erforderlichem Flächenbedarf zum Arbeiten, Tagen, Wohnen und Betreuen.

Abb. 1.24 a und b

Fertigungshalle in Arnsherg, Banz + Rieks Architekten (siehe Kapitel 10.5)

Abb. 1.25 a und b

Kindergartenerweiterung in Modulbauweise, Fürth, Sander + Teubner Architekten (siehe Kapitel 10.8)

> Tagungsband
 INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 „Industrie- und Gewerbebauten mit Holz“ [9].

> hh 1/8/2
 INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 holzbau handbuch
 Reihe 1, Teil 8, Folge 2
 „Dauerhafte Holzbauten bei chemisch-aggressiver Beanspruchung“ [10]

Mischbauweisen

Werkstoffgerechte Entwürfe und Planungen ermöglichen für Neubauten die Kombination mineralisch-massiver Bauweisen mit nicht tragenden Wandelementen und tragenden Dachbauteilen im Holzrahmenbausystem. So hat sich die Stadt Wien dazu entschlossen, beim innerstädtischen Neubau möglichst viele Umweltaspekte zu berücksichtigen. Mit dem von der EU geförderten Projekt RUMBA sollen u. a. durch materialsparende Gebäudearchitektur ökologische, ökonomische und soziale Verbesserungen im Umfeld der Baustelle erzielt werden. Die Mischbauweise nimmt hierbei einen hohen Stellenwert ein, insbesondere beim mehrgeschossigen Wohnungs- und Verwaltungsbau.



Abb. 1.26 a und b

Studentenwohnheim Neue Bourse in Wuppertal,
Architekten: Petzinka Pink /
Architektur Contor Müller Schlüter

Bauen im Bestand

Zur energetischen Ertüchtigung von Bestandsimmobilien werden die Bauteile der Gebäudehülle, insbesondere Fassadenelemente, bevorzugt als Holzrahmenbau hergestellt. Weiterer Anwendungsbereich ist die Nachverdichtung in Form von Anbauten und Aufstockungen. In vielen Fällen sind Gewichtsoptimierung, hohe Präzision und kurze Bauzeiten im engen Gefüge bebauter Strukturen die wesentlichen Entscheidungsfaktoren für die Holzrahmenbauweise.



Abb. 1.27 a und b

Aufstockung in Erlangen,
Projektleitung, Projektsteuerung:
Axel Walter / Siemens AG (siehe Kapitel 10.9)

2_ Entwurf und Konstruktion

2.1 _ Die am Bau Beteiligten

Vom ersten Entwurf des Architekten bis hin zu den Werkplänen des ausführenden Holzbauunternehmens sind zahlreiche Planungsschritte zu durchlaufen. Wichtig für eine optimierte Planung im Holzrahmenbau ist, dass alle Planungsdisziplinen früh in den Entwurfsprozess integriert werden. Die Vor- und Nachteile der auf dem Markt verfügbaren Werkstoffe und Bausysteme sollten bereits in den ersten Planungsphasen Eingang finden, um die Entwurfsidee möglichst wirtschaftlich umzusetzen. Neben der Kenntnis der Leistungsfähigkeit der traditionellen und neuen Werkstoffe spielen auch die sich aus Vorfertigung und betrieblichen Zusammenhängen ergebenden Randbedingungen eine Rolle (siehe Kapitel 3).

Ein Blick in die gesetzlichen Grundlagen und Bauordnungen genügt, um festzustellen, dass zum erfolgreichen Bauen das Zusammenspiel verschiedenster Fachleute gehört, die im Allgemeinen völlig unterschiedliche Hintergründe aufweisen. Die Rollenverteilung ist möglichst frühzeitig zu klären und soll an dieser Stelle nur auf den Holzbau im Allgemeinen und den Holzrahmenbau im Besonderen bezogen werden:

Die Bauherrschaft ist als Vertragspartner in die Entscheidungen einzubinden, da alle anderen Beteiligten ihr den werkvertraglichen Erfolg schulden. Somit ist das Vertrauen bei der Erläuterung der spezifischen Eigenschaften des Bausystems „Holzrahmenbau“ sehr wichtig und kontinuierlich zu pflegen. Obwohl der Holzrahmenbau inzwischen weit verbreitet ist, muss man davon ausgehen, dass auch die Bauherrschaft, wenn sie die Argumente kennt, einen Beitrag gegen Vorbehalte leisten kann und will. Der Holzrahmenbau überzeugt kritische Zeitgenossen dabei mehr in der Umsetzung als in der Planung. Je nachdem, welche Kenntnisse die Bauherrschaft hat, müssen auch Zusammenhän-

ge erläutert werden, die für einen Architekten oder Zimmermann seit Jahren selbstverständlich sind. Gleichzeitig sollten auch die Pflichten des Bauherrn insbesondere im Hinblick auf rechtzeitige Entscheidungsfindungen, Beauftragungen und Zahlungsmodalitäten ohne Scheu durchgesetzt werden. Je früher der Bauherr seine Vorstellungen mithilfe aller anderen Beteiligten präzisieren kann, desto weniger muss später mit unnötigem Aufwand bei Änderungen umgegangen werden.

Die Baubehörde spielt für öffentlich-rechtliche Belange eine wichtige Rolle. Da für die verschiedenen Bauweisen keine unterschiedlichen Anforderungen bestehen und der Holzrahmenbau alle geforderten Eigenschaften besitzt, gibt es meist keinen Anlass für die Mitarbeiter der Bauaufsicht oder der Genehmigungsbehörde, sich einzubringen. Aber auch die notwendige Straßensperrung für die Montage, z.B. mit einem Mobilkran, will durchdacht und rechtzeitig beantragt sein. Bei Bauaufgaben in der Gebäudeklasse 4 oder 5 wird meist die Brandschutzbehörde hinzugezogen. Bei frühzeitiger Klärung brandschutztechnischer Fragen ist dies unkritisch.

Der Architekt kann im Holzrahmenbau den baumeisterlichen Gedanken besonders gut umsetzen, da das Bausystem die interdisziplinäre Denkweise mit besonders hoher Qualität belohnt. Auf der Basis einer „realistischen“ Selbsteinschätzung der Erfahrung mit Holzhäusern sollte der Architekt offen für die Belange der Fachplaner und des ausführenden Betriebs sein, da der wirtschaftliche Erfolg maßgeblich davon abhängt, welche Informationstiefe Architektenplanung und Ausschreibung haben. Eine Beauftragung des Architekten bis in die Werkplanungsphase hinein ist ohnehin erforderlich. Diese Schrift soll den Architekten dabei die Arbeit mit Regelkonstruktionen und den üblichen Planungskriterien erleichtern.

Der Tragwerksplaner hat mit dem Holzrahmenbau ein leistungsfähiges Bausystem mit einer meist klaren Tragstruktur vor sich. Die Traglelemente lassen sich entsprechend ihrem Leistungspotenzial so einsetzen, dass die Umsetzung in das nachvollziehbare und berechenbare Tragwerk einfach möglich ist. Dennoch ist im Holzrahmenbau die frühzeitige Einbindung des Bauingenieurs besonders wichtig, da nicht nur die üblichen Kriterien der Aussteifung und Lastweiterleitung zu überprüfen sind, sondern vor allem bauphysikalische Aspekte eine sehr enge Verzahnung mit den statischen Randbedingungen erfordern. So bedarf eine akustische Entkopplung zweier Bauteile gegebenenfalls einer alternativen Lastweiterleitung aus der Aussteifung. Der Brandschutz erlaubt nicht an jeder Stelle eine völlig freie Materialwahl, und bei zahlreichen Bauteilen bestimmt das energetische Niveau die Dimensionen der Querschnitte. Die Entwicklung und der statische Nachweis individueller, projektbezogener Details erfordert daher vernetztes Denken. Die hier beschriebenen Regelaufbauten und Details (siehe Kapitel 7 und 8) sind in der Praxis bewährte Lösungen und berücksichtigen dieses Prinzip. Dem Ingenieur kommt das hohe Leistungspotenzial des Holzrahmenbaus bei der Erläuterung der Zusammenhänge entgegen. Wie bei anderen Bauweisen auch, ist Erfahrung mit dem Bausystem selbst für die Auswahl der „richtigen“ Fachplaner im Team von Vorteil.

Weitere Fachplaner sind bei entsprechenden Bauwerkstypen hinzuzuziehen. Die meisten Bauaufgaben können von dem Team aus Bauherr, Architekt und Bauingenieur gut und effizient abgewickelt werden. Im mehrgeschossigen Holzrahmenbau kommt der Planung des vorbeugenden Brandschutzes besondere Bedeutung zu. Sie wird häufig von entsprechend qualifizierten Planern erbracht. Bei energetisch optimierten Häusern bis hin zu Passivhäusern ist die techni-

sche Gebäudeausrüstung ebenfalls im Vorfeld zu planen.

Der ausführende Betrieb setzt dann letztlich die Planung um. Ohne auf die vielfältigen Möglichkeiten und Zusammenhänge aus dem Wettbewerb einzugehen, kann durchaus die allgemeine Aussage getroffen werden, dass die frühzeitige Einbindung des ausführenden Betriebs in den Planungsprozess viele Vorteile mit sich bringen kann. Wenn in der Statik bereits die wichtigen Anschlussdetails unter Berücksichtigung von Schall-, Wärme- und Brandschutz beschrieben sind, hat der Architekt die Möglichkeit, im Rahmen der Ausschreibung im Anschluss umso zuverlässiger die Kosten zu erfassen. Der Betrieb erkennt an dieser Planungstiefe die Erfahrung und die aktuellen Bezüge zu Regelkonstruktionen, so dass verlässliche Preise die Folge sind.

Die vorliegende Publikation soll diese verlässlichen Grundlagen liefern. Auf ihrer Basis soll der Planer die Gewissheit haben, dass der Betrieb für die eingesetzten Preise ein Maximum an Qualität liefern kann. Spätestens zur Erstellung der Ausführungspläne ist für den Planer die Kenntnis der Fertigungsmöglichkeiten des Betriebes sinnvoll. Besonders wirtschaftliche Konstruktionen können erzielt werden, wenn die individuellen Fertigungsverfahren der Betriebe frühzeitig Berücksichtigung finden. Dabei kann man Betriebe durchaus zur Beratung in der Planung hinzuziehen. Um bei der anschließenden Ausschreibung im Wettbewerb keine Ausschlusskriterien nach VOB zu erzeugen, ist jedoch Umsicht geboten. Die Betriebe haben immerhin den legitimen Vorteil, vom Projekt und den Entscheidungshintergründen mehr zu wissen. Bei der Auswertung von Angeboten ist immer dann eine sorgfältige Prüfung angeraten, wenn unterschiedliche Bearbeitungstiefen bei der Kalkulation nicht ausgeschlossen werden können. Sonst besteht die Gefahr eines Wettbewerbsnachteils für detailliert kalkulierende Betriebe.

2.2 _ Architektonische Aspekte

Grundsätzlich bedingt der Holzrahmenbau keinerlei Einschränkung im Entwurfsprozess. Im Gegenteil eröffnet er eine größere Bandbreite an gestalterischen Möglichkeiten gegenüber den traditionellen Fachwerk- und Blockhausbauweisen. Der über Jahrzehnte vorherrschende strukturelle Ansatz beim Entwerfen mit Holz, begründet durch die Linearität des Werkstoffs, wurde mit dem Holzrahmenbau abgelöst. Gerade dem Holzrahmenbau ist es zu verdanken, dass die vormalige entwerferische Einengung – man könnte es auch Disziplinierung nennen –, die nicht selten unter dem modernen Dogma der ehrlichen Konstruktion zu eher seriell anmutenden Raumeindrücken führte, heute zugunsten von flächigen und glatten Oberflächen aufgebrochen wurde. Das Denken in Flächen generiert gänzlich andere Lösungen und eröffnet Planern neue Möglichkeiten. Selbst nicht orthogonale und gekrümmte Formen sind dabei problemlos realisierbar. Aus architektonischer Sicht formuliert: Der Weg vom Stab zur Platte führt den Entwerfer vom Gitter zur Fläche und zum Volumen oder Raum.

Eine Vielzahl von Gebäuden beweist, dass sich dabei das Gesicht der zeitgenössischen Holzbauarchitektur wandelt. So etwa verleiht beispielsweise das Prinzip der Lochfassade mit der Möglichkeit der freien Verteilung von Öffnungen den heutigen Holzgebäuden einen individuellen Charakter, was durchaus den Vorstellungen der Auftraggeber entsprechen kann. Darüber hinaus kann bei der Fassade der vielschichtige Wandaufbau thematisiert oder gestalterisch auf die „einfache Wand“ reduziert werden, was die Abgrenzung zu anderen Bauweisen verschleiert.

Die Architektur von Holzhäusern nähert sich der Gestalt anderer Bauweisen an, was eine tatsächliche Erweiterung darstellt und den Holzbau sowohl in der Vorstellung der Entwerfer als auch der Benutzer aus gängigen Klischees befreit. Ob

diese „Unschärfe“ eine Chance oder ein Manko ist, wird mit jeder Bauaufgabe neu zu entscheiden sein.

2.3 _ Konstruktive Aspekte

Nahezu alle Möglichkeiten und Bautypologien können mit dem Holzrahmenbau realisiert werden. Hierbei entstehen besonders wirtschaftliche Konstruktionen, sofern der Planer die systemspezifischen Besonderheiten der Holzrahmenbauweise berücksichtigt. Hierbei überschneiden sich Ausführungs- und Konstruktionsplanung (Begriffe der HOAI) mit der Werkplanung der ausführenden Betriebe (Begriffe der VOB).

Wie bei anderen Bausystemen gelten auch im Holzrahmenbau Vorzugsmaße für die Grundrissplanung. Die typischen Rastermaße, d. h. der Abstand der Holzständer, ergibt sich aus den Beplankungsbreiten von 1,25 m bzw. 2,50 m, seltener 2,44 m.

Konstruktionsraster im Holzrahmenbau

e = 625 mm (1/2 von 1,25 m)

e = 833 mm (1/3 von 2,50 m)

e = 815 mm (1/3 von 2,44 m)

Vom Konstruktionsraster unabhängige Öffnungen sind grundsätzlich möglich und werden durch die Anordnung von Zusatzständern realisiert. Die konsequente Umsetzung einer Rasterordnung macht die Konstruktion wirtschaftlicher, da nicht nur der Verschnitt für Beplankungen und andere Bauteilkomponenten, sondern auch der Anteil an Konstruktionshölzern reduziert wird. Zusätzlich wird der Anteil der Wärmedämmung an der gesamten Wandfläche optimiert. An den Wandenden (z. B. Gebäudeecken) ergeben sich Endstücke, deren genaue Abmessungen sich aus der Werkplanung des Holzbaubetriebes ergeben (Abb. 2.01).

Mit sichtbar bleibenden Konstruktionselementen wie beispielsweise Holzbalkendecken werden Flächen akzentuiert und Raumachsen betont. Wird hierbei das Konstruktionsraster der Außenwände in die Grundrissebene übertragen, ergeben sich klare und aufgeräumt wirkende Räume.

Es besteht auch die Möglichkeit, flächige Holzbausysteme mit Bauteilen in Holzrahmenbauweise zu kombinieren. Hierfür steht eine Vielzahl an Systemlösungen zur Verfügung, mit denen weit gespannte Deckenkonstruktionen hergestellt werden können (siehe hh 1/17/4):

- Brettstapel- oder Dübelholzelemente,
- Brettschichtholzelemente,
- Brettsperrholzelemente,
- Flächen- und Kastenelemente,
- Deckenkonstruktionen in Holz-Beton-Verbundbauweise.

Vorteil dieser flächigen Systeme ist neben einer geringeren Querschnittshöhe die Möglichkeit einer werkseitig fertiggestellten Deckenuntersicht. So ist es beispielsweise möglich, eine Decke werkseitig mit einer unterseitig schallabsorbierenden Bekleidung ausstatten zu lassen (Abb. 2.03).

> hh 1/1/4

Informationsdienst HOLZ
holzbau handbuch
Reihe 1, Teil 1, Folge 4
„Holzbausysteme“ [11]

Abb. 2.01

Flächenraster im Holzrahmenbau

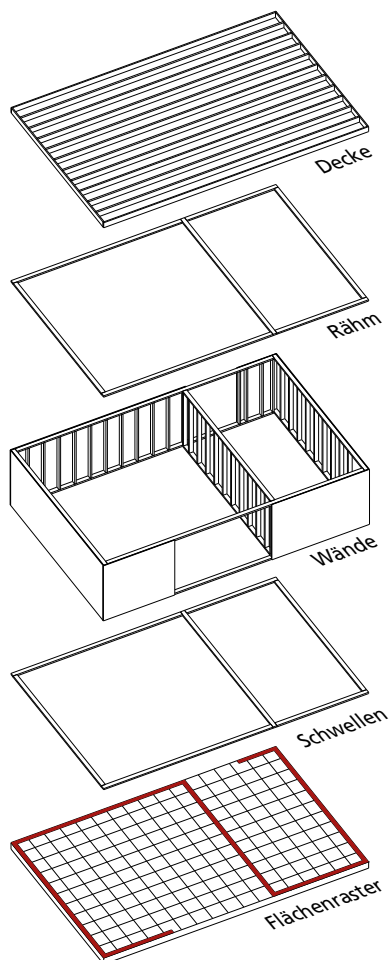


Abb. 2.02

Konstruktionsprinzip am Beispiel einer Holzrahmenbauwand mit rasterunabhängigen Bauteilöffnungen

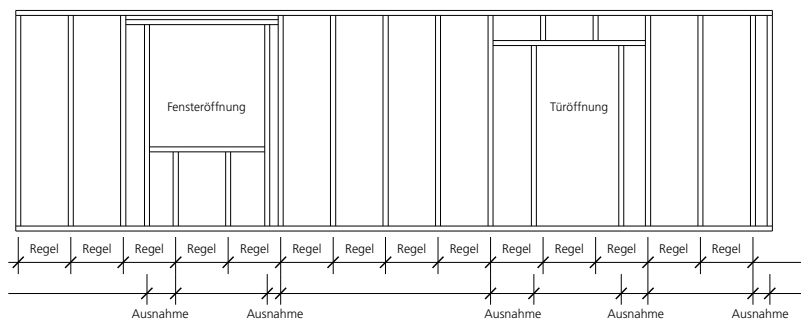


Abb. 2.03

Flächige Holzbausysteme mit Akustikprofilierung



2.4 _ Konstruktionsarten

2.4.1 _ Allgemeines

Für die Montage mehrgeschossiger Holzrahmenbauten stehen verschiedene Konstruktionsprinzipien zur Verfügung, deren Vor- und Nachteile dem Planer bekannt sein müssen:

- Plattform-framing
(Plattform-, Stapel- oder Geschossbauweise),
- Balloon-framing
(Ballon-, durchelementierte oder Mehrgeschossbauweise),
- Quasi-balloon-framing
(Quasi-Ballon-Bauweise).

Die aus dem Amerikanischen abgeleiteten Bezeichnungen für die verschiedenen Montagearten haben sich im deutschsprachigen Raum etabliert. Die Montagearten unterscheiden sich prinzipiell in der Elementierung und der Wandhöhe der Außenwände. Sie stellen eine je nach der Bauaufgabe und den betrieblichen Randbedingungen individuelle Lösung dar. Der Ausbildung des Geschoss-Stoßes kommt bei Gebäuden mit mehr als drei Geschossen besondere Bedeutung zu.

2.4.2 _ Plattform-Bauweise

Bei der Plattform-Bauweise wird die Geschossdecke unmittelbar auf dem Rähm der Außenwandbauteile aufgelegt. Die Wand des darauffolgenden Geschosses wird anschließend auf den Rand der Decke aufgestellt. Durch das Aufeinanderstapeln von Wand- und Deckenbauteilen entstehen geschossweise Ebenen bzw. Plattformen, auf denen die Montage des jeweils nächsten Geschosses erfolgt.

Die raumseitige luftdichtende und dampfbremsende Ebene verspringt im Bereich des Deckenstoßes nach außen. Dazu müssen die Folien bzw. Bahnen um das Deckenbauteil herumgeführt werden. Dies ist zwar bauphysikalisch unkritisch, setzt aber Sorgfalt bei der Ausführung und deren Vorbereitung, insbesondere bei Bauten mit hohem Vorfertigungsgrad, voraus.

Bei der Plattform-Bauweise ist die einfache und schnelle Montierbarkeit der Decke auf den Wandelementen von Vorteil.

Zu beachten ist der gegenüber der Ballon-Bauweise im Bereich des Geschoss-Stoßes größere Anteil an senkrecht zur Faserrichtung beanspruchten Hölzern (z.B. Rähm Erdgeschoss, Deckenbalken, Rähm Obergeschoss etc.). Bei Gebäuden mit bis zu drei Geschossen ist dies meist unkritisch, bei vier oder mehr Geschossen sind die Setzungen aus Querpressung und Schwindvorgängen genauer zu betrachten und können beispielsweise durch die Verwendung von Holzwerkstoffen kompensiert werden.

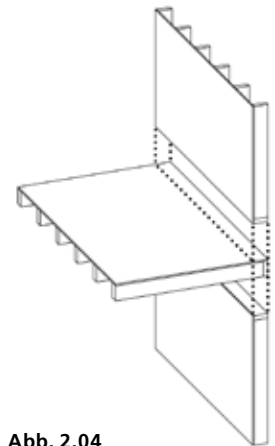


Abb. 2.04
 Geschoss-Stoß in
 Plattform-Bauweise
 (Regeldetail siehe
 Kapitel 8.2.1)

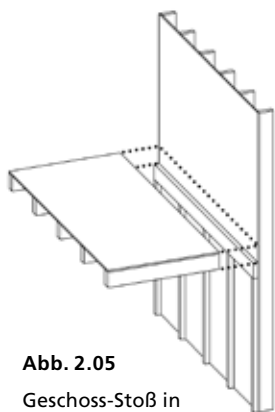


Abb. 2.05
Geschoss-Stoß in
Ballon-Bauweise

2.4.3 _ Ballon-Bauweise

Bei der Ballon-Bauweise laufen die Holzständer der Wandkonstruktion ungestoßen über die gesamte Außenwandhöhe hindurch. Hierbei gibt es keine in den Wandquerschnitt einbindenden Deckenbalken oder Unterzüge, da diese auf der Wandinnenseite auf Randbohlen, meist in Verbindung mit unterstützenden Knaggen oder Ständern einer Installationsebene, aufgelegt werden.

Der Vorteil dieser Bauweise liegt in der am Geschoss-Stoß vertikal durchgehenden, luftdichtenden und dampfbremsenden Schicht auf der Wandinnenseite, der wärmebrückenfreien Dämmebene und der winddichtenden Hülle auf der Außenseite. Aufgrund der Durchelementierung bilden die Außenwände eine geschlossene Hülle (daher die Bezeichnung „Ballon“) und gewährleisten somit ein Maximum an bauphysikalischer Sicherheit.

Holzhäuser in Ballon-Bauweise weisen besonders geringe Setzungen auf, da die senkrecht zur Faserrichtung beanspruchten Hölzer auf Schwelle und Rähm begrenzt sind. Dies ist vor allem bei verputzten Außenfassaden mit Wärmedämm-Verbundsystem von Vorteil, weil hierfür setzungsarme Unterkonstruktionen erforderlich sind. Gerade für mehrgeschossige Gebäude ist diese Bauweise besonders geeignet.

Montagetechnisch ist die Ballon-Bauweise aufwändiger und bleibt aufgrund der Elementabmessungen im Regelfall auf maximal zweigeschossige Gebäude begrenzt. Für kleinere Gebäude lassen sich die Vorteile dieser Bauweise besonders effizient nutzen, weil der Drempeel bzw. Kniestock nicht separat elementiert und ausgesteift werden muss.

2.4.4 _ Quasi-Ballon-Bauweise

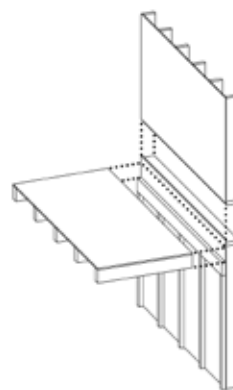


Abb. 2.06
Geschoss-Stoß in
Quasi-Ballon-Bauweise
(Regeldetail siehe
Kapitel 8.2.2 und 8.2.3)

Im Unterschied zur Ballon-Bauweise wird bei der Quasi-Ballon-Bauweise die Herstellung mehrgeschossiger, gegebenenfalls gebäudehoher Wandelemente vermieden. Der Unterschied besteht darin, dass der Geschoss-Stoß knapp oberhalb der Rohdecke erfolgt, was wirtschaftlichere Abmessungen der Wandelemente in Anlehnung an die lieferbaren Größen der Beplankungswerkstoffe über die volle Bruttogeschosshöhe ermöglicht.

Dadurch werden die montagetechnischen Vorteile der Plattform-Bauweise mit den konstruktiven und bauphysikalischen Vorteilen der Ballon-Bauweise kombiniert.

Auch die Quasi-Ballon-Bauweise eignet sich für mehrgeschossige Bauten in besonderem Maße, da auch hier aufgrund des geringen Anteils quer zur Faser beanspruchter Hölzer das Setzungsverhalten gering ist. Gleichzeitig bleiben die Vorteile einer bauphysikalisch optimierten Konstruktion erhalten.

Die Auflagerung der Deckenbauteile erfolgt meist auf Randbohlen, die an den Holzständern der Außenwand befestigt und durch Knaggen unterstützt sind.

2.5 _ Fassaden

Vorgehängte, hinterlüftete Holzfassaden sind der traditionelle Witterungsschutz für die Holzkonstruktion. Sie sind prädestiniert für die diffusionsoffene Holzrahmenbauweise und stellen aufgrund der eindeutigen Trennung von Tragkonstruktion und Fassade einen besonders zuverlässigen Witterungsschutz her. Hierfür steht eine umfangreiche Palette von Ausführungsvarianten aus Holz, Holzwerkstoffen und anderen Materialien zur Verfügung:

Vollholzprofile (siehe hh 1/10/5)

- Lärche, Douglasie, Eiche, unbehandelt oder lasiert
- Fichte, Tanne, meist beschichtet
- Holzschindeln

Holzwerkstoffe (siehe hh 1/10/4)

- Massivholzplatten (3-Schicht-Platten) mit oder ohne Oberflächenbehandlung
- Furnierschichtholz, beschichtet
- Zementgebundene Spanplatten, meist werkseitig endbehandelt

Sonstige Fassadenmaterialien:

- Schiefer
- Blech- bzw. Aluwellprofil
- Faserzementplatten mit und ohne Putz
- Holzleichtbeton
- Solar-Fassadenelemente

> hh 1/10/4

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 holzbau handbuch
 Reihe 1, Teil 10, Folge 4
 „Außenbekleidungen mit Holzwerkstoffplatten“ [13]

> hh 1/10/5

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 holzbau handbuch
 Reihe 1, Teil 10, Folge 5
 „Fassadenelemente für den Gebäudebestand“ [12]



Abb. 2.07
 Vollholzschalung Wohnhaus in Maibach,
 Architekten: leonhardarchitekten



Abb. 2.08
 Verschalung auf Lücke, Holzhaus in Schalkenbach / Eifel,
 Architekten: architektur_raum bauer u. sternberg

Vorgehängte Fassaden können durch ihre strukturierende Oberfläche je nach Anordnung und Farbgebung unterschiedlichste Akzente setzen. Durch die Befestigungsabstände sichtbarer Verbindungen und das Fugenbild großformatiger Bekleidungen besteht die Möglichkeit, eine rasterabhängige Holzrahmenkonstruktion auch nach außen sichtbar zu machen. Dennoch ist das für die Fassade erforderliche Raster in vielen Fällen unabhängig vom gewählten Konstruktionsraster.

Abb. 2.09

Solarfassade, Bürohaus in Erfurt,

Architekten: Thomas Zill, Nicole Lippe, LEG Thüringen



Neben den vorgehängten Fassadenbekleidungen haben sich mit Entwicklung der Fertighäuser in den 1970er-Jahren auch Putzsysteme im Holzrahmenbau etabliert. Diese werden im Regelfall als Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) ausgeführt. Moderne Systeme, z.B. unter Verwendung von Holzweichfaserdämmstoffen als Putzträgerplatte, ermöglichen eine robuste und diffusions-offene Außenwandkonstruktion.

Eine weitere Fassadenvariante im Holzrahmenbau ist die hinterlüftete Vormauerschale, womit regionaltypische Besonderheiten verwirklicht oder stadtplanerischen Notwendigkeiten Rechnung getragen werden kann.



Abb. 2.10

Putzoberfläche, Vogelnest in Freiburg,

Architekten: Ralf und Karin Vogel



Abb. 2.11

Metallfassade, Haus am See in Heimbach,

Architekten: mvmarchitekt + starkearchitektur

2.6 _ Baurechtliche Aspekte

Das Bauordnungsrecht basiert auf dem Grundgedanken der vorbeugenden Gefahrenabwehr. Er wird durch die Generalklausel des § 3 (1) der Musterbauordnung zum Ausdruck gebracht. *„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu setzen, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.“* Als Beweismittel für das Erreichen und Einhalten dieser Ziele werden die Technischen Bau Bestimmungen (TB) herangezogen.

Die **Landesbauordnungen (LBO)** sind Gesetze der Bundesländer und konkretisieren die öffentlich-rechtlichen Belange durch besondere Anforderungen, damit vorbeugend die öffentliche Sicherheit und Ordnung, das Leben und die Gesundheit sowie die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. Damit die einzelnen Landesbauordnungen möglichst einheitlich erscheinen, wird von der Bauministerkonferenz („Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder der Bundesrepublik Deutschland“ – ARGEBAU) die Musterbauordnung (MBO) erarbeitet. Die MBO besitzt keine Gesetzeskraft, sondern dient als Vorlage zur Erarbeitung der einzelnen Landesbauordnungen. Für den Holzrahmenbau wie die übrigen Bauarten sind die in den Landesbauordnungen enthaltenen Vorschriften hinsichtlich der Einteilung der Gebäude in Gebäudeklassen und Einzelheiten der Bauausführung (vor allem Brandschutz, Bauprodukte und deren Kennzeichnung, Anlagen etc.) besonders wichtig.

Da die **feuerhemmende** Eigenschaft (Begrifflichkeit aus der MBO bzw. den Landesbauordnungen – entspricht F 30) der Baukonstruktion des Holzrahmenbaus systemimmanent ist, können die wesentlichen Anforderungen an Gebäude geringer Höhe als erfüllt betrachtet werden (siehe hh 3/4/2). Dies entspricht den Gebäudeklassen 1 bis 3 nach MBO, bei denen die Oberkante des Fußbodens im höchstgelegenen Geschoss, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, nicht mehr als 7 m über dem mittleren Geländeniveau liegt.

Aber auch mehrgeschossige Holzbauten, deren oberste Nutzungsebenen darüber liegen, sind bei Einhaltung entsprechender Vorgaben möglich. Die Grundlagen dazu sind seit 2004 in einer Sonderbauvorschrift zusammengefasst. Die Musterrichtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFH HolzR, umgangssprachlich: Muster-Holzbaurichtlinie) enthält weitgehende Konstruktionsregeln, so dass auch Gebäude, deren oberste Nutzungsebene maximal 13 Meter über dem relevanten Geländeniveau liegt, in Holzrahmenbauweise möglich sind. Ausführlich wird auf diese Aspekte und entsprechende Beispiele in der Schrift „IDH spezial Brandschutzkonzepte“ eingegangen.

Die Vorgaben der Landesbauordnungen decken mehrheitlich Wohn- und Verwaltungsgebäude, sogenannte „Regelbauten“, ab. Bestimmte Gebäudetypen, die in den Landesbauordnungen als „Gebäude besonderer Art und Nutzung“ abgegrenzt sind, stellen höhere Anforderungen an Bauausführung, Betrieb und Kontrolle. Dazu erlassen die Länderministerien entsprechende Sonderbauvorschriften, die weitgehend einheitlich sind. Dazu zählen u.a. folgende Vorschriften:

> hh 3/4/2
INFORMATIONSDIENST HOLZ
 holzbau handbuch
 Reihe 3, Teil 4, Folge 2
 „Feuerhemmende Holzbauteile (F30-B)“ [14]

Bezug der
 Muster-Holzbaurichtlinie über
www.is-argebau.de

> IDH spezial 12/2005
INFORMATIONSDIENST HOLZ
 spezial
 „Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise“ [2]

- Schulen und Kindergärten
(Muster-Schulbaurichtlinie – MSchulbauR),
- Versammlungsstätten
(Muster-Versammlungsstättenverordnung – MVStättV),
- Hotels
(Muster-Beherbergungsstättenverordnung – MBeVO),
- Industriebau (Muster-Industriebaurichtlinie – MIndBauRL).

Selbstverständlich können derartige Gebäude in Holzrahmenbauweise errichtet werden. Beispielsweise sind Schulen und Kindergärten sowie kleinere Versammlungsstätten für den Holzrahmenbau geradezu prädestiniert. Die in den Sonderbauvorschriften enthaltenen Planungskriterien beziehen sich einerseits auf konstruktionsunabhängige, rein planerische Vorgaben (Stellplatzzahlen, Belichtungsverhältnisse etc.) und andererseits weitgehend auf brandschutzrelevante Verschärfungen gegenüber den Regelbauten, die wiederum mit entsprechenden Holzrahmenbaukonstruktionen erfüllt werden können. Ein entsprechend ausgearbeitetes Brandschutzkonzept gehört hier zum üblichen Planungsumfang.

Technische Regelwerke

Zur Erfüllung der öffentlich-rechtlichen Anforderungen werden von den Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder Technische Regelwerke bauaufsichtlich eingeführt und per Erlass der Allgemeinheit bekannt gemacht. Diese technischen Sachverhalte, u.a. einige DIN-Normen, gelten als Beweisregeln ohne Gesetzeskraft und werden als Eingeführte Technische Baubestimmungen (ETB) bezeichnet. Um die privatrechtlichen Ansprüche zu erfüllen, sind darüber hinaus auch diejenigen Technischen Regeln einzuhalten, die als Teil der „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ gelten, die

- wissenschaftlich begründet,
- praktisch erprobt sowie
- ausreichend bewährt

sind und von der Mehrheit der Fachleute zur Lösung technischer Aufgaben anerkannt sind. Die anerkannten Regeln der Technik sind üblicherweise in Normen, Richtlinien und zahlreichen anderen Regelwerken dokumentiert. Leistungen nach den anerkannten Regeln der Technik müssen beherrscht sein; sie stellen das minimale Niveau einer zu realisierenden Leistung dar.

Für den Holzrahmenbau als Bausystem gibt es zwar keine darauf speziell zugeschnittene „Technische Regel“, jedoch sind die in dieser Schrift aufgeführten Bezüge ausreichend.

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)

Die VOB mit ihren drei Teilen (A, B und C) entstand aus der Notwendigkeit, für die Leistungen im Bauwesen die zum Teil unzureichenden oder nicht geeigneten Regelungen des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) durch ein Regelwerk zu ersetzen, das auf die speziellen Bedürfnisse im Bauwesen abgestimmt ist. Die VOB ist inhaltlich und formell darauf ausgerichtet, in der Praxis das Verhältnis zwischen Ausführendem (Unternehmer/Betrieb) und dem Bauherrn für beide Seiten gerecht zu gestalten.

Sie regelt nicht das Verhältnis zwischen Bauherr, Architekt und Fachplaner. Das gilt analog für die reinen Planungsarbeiten eines Bauträgers, da diese Leistungen nicht als gewerbliche Bauarbeiten nach VOB/A § 1 (1) gelten.

Die VOB ist kein Gesetz. Sie gilt also nicht automatisch, sondern muss für das einzelne Bauvorhaben konkret vereinbart werden. Sie gilt zwingend für öffentliche Auftraggeber, die durch die Bundes-, Landeshaushalts- und Gemeindehaushaltsverordnung zur Anwendung der VOB/A verpflichtet sind.

Der eigentliche Kern der VOB ist Teil B. Einmal vereinbart, regelt er die faktische Ausführung der Bauleistung und ist damit „materielles Vertrags-

recht“. Die VOB/B basiert auf dem Werksvertragsrecht des BGB, weicht aber in wesentlichen Teilen davon ab und bietet zahlreiche Ergänzungen. Aufgrund des Umfangs der betroffenen Rechtsbereiche wird an dieser Stelle nur Bezug zum inhaltlichen Kontext der VOB/B genommen. Weiterführende Literatur gibt es zu jeder einzelnen Stelle in umfangreicher Form mit Kommentaren, Auslegungen und Präzedenz-Urteilen.

Teil C der VOB enthält sämtliche Normen, die für die Ausführung der Arbeiten der unterschiedlichen Gewerke relevant sind. Es handelt sich bei diesem Teil also lediglich um eine Sammlung von Normen, die – falls VOB/B vereinbart wurde – durch die in VOB/B § 1 (1), Satz 2 enthaltene Verweisung Vertragsbestandteil werden.

Für den Holzrahmenbau ist maßgeblich DIN 18 334 „Zimmer- und Holzbauarbeiten“ relevant. Wichtige Bestandteile darin sind beispielsweise die Forderungen, trockenes Holz einzusetzen oder Schwellen vollflächig zu unterfüttern. Die VOB ist somit Bestandteil der Ausschreibung. Die dazu notwendigen Bezüge sind daher in Kapitel 11 ausführlich beschrieben.

3_ Fertigung und Montage

3.1 _ Allgemeines

Im Holzrahmenbau ist ein hoher Vorfertigungsgrad möglich. Die meisten Holzhaushersteller und Zimmereien stellen die Elemente werkseitig mit äußerer und innerer Beplankung, einschließlich der Gefachdämmung, her. Darüber hinaus werden oftmals bereits im Betrieb Holzfassaden angebracht. Bei Wärmedämm-Verbundsystemen werden Fenster werkseitig eingebaut und der Grundputz wird aufgebracht. Außerdem können große Teile der Haustechnik in die Elemente integriert werden.

Bei der industriellen Fertighausherstellung ist die Vorfertigung der meist typisierten Gebäude durch weitgehend einheitliche Wandaufbauten, sich wiederholende Regeldetails und gleichbleibende Materialien gekennzeichnet. Beim handwerklichen Holzhausbau variieren die Stufen der Vorfertigung (siehe Tabelle 3.1). Es findet häufig eine deutlichere Trennung der Gewerke statt. Die Vorfertigung ist sowohl im Holztafelbau als auch im Holzrahmenbau so weit optimiert, dass die Holzrahmenbauelemente an einem Tag, d.h. in einer Zeitspanne bis 12 Stunden, zu einer witterungsbeständigen Gebäudehülle aufgestellt werden.

Richtlinie für die Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Holzhäuser in Tafelbauart nach DIN 1052

Die Richtlinie für die Herstellung beidseitig geschlossener Elemente im Holzrahmen- bzw. Holztafelbau wurde als technische Regel eingeführt, um eine ordnungsgemäße Ausführung der auf der Baustelle nicht mehr einsehbaren Holztafeln zu gewährleisten. Mit einem Übereinstimmungszertifikat (ÜZ) wird durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle bestätigt, dass bestimmte Qualitätskriterien eingehalten und eine Eigen- und Fremdüberwachung durchgeführt werden. Die Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen muss an einer sichtbaren Stelle auf jedem Holzrahmenelement erfolgen und neben der Nennung des Herstellwerks auch die DIN 1052 als Bezugsnorm angeben.

Abb. 3.01

Kennzeichnung eines Wandelements mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen)



3.2 _ Die Holztafelbaurichtlinie

Bei der Vorfertigung von Holzrahmenbauelementen sind die Anforderungen aus der Bauregelliste AV1 [Bauregelliste] zu berücksichtigen. Danach gilt für beidseitig bekleidete oder beplankte Wand-, Decken- und Dachelemente neben den einschlägigen Bemessungs- und Brandschutznormen die sogenannte „Holztafelbaurichtlinie“ [HoTaRi] als anzuwendende technische Regel. Die üblichen Vorfertigungsstufen sind in Tabelle 3.1 dargestellt.

3.3 _ Betriebliche Anforderungen

Die für das Herstellen von Holzrahmenbauelementen erforderlichen betrieblichen Einrichtungen sind je nach Automatisierungs- und Vorfertigungsgrad verschieden. Einige grundsätzliche Anforderungen an die Betriebe sind:

- ausreichende Hallengröße zur witterungsunabhängigen Produktion vorgefertigter Holzbauteile,
- ausreichend Fläche zur witterungsgeschützten Lagerung von Baustoffen und von produzierten Holzbauteilen bis zur Auslieferung,
- geeignete Maschinen und Geräte mit den erforderlichen Schutzeinrichtungen nach Unfallverhütungsvorschriften,
- Einrichtungen für die Vorfertigung der Elemente, beispielsweise Montagetische,
- Messgeräte zur Bestimmung der Holzfeuchte, Baustofffeuchte und zur Messung des Raumklimas in Hallen und Lagern,
- Montagetische und entsprechendes Hebezeug.

Im Holzbaubetrieb erfolgt eine Wareneingangskontrolle, die u.a. eine Überprüfung der geforderten Materialgüte anhand der Kennzeichnungen auf Vollholzprodukten, Holzwerkstoffen, Dämmstoffen und Verbindungsmitteln beinhaltet. Hierbei werden Holzfeuchten und Bauteildimensionen stichprobenartig überprüft.

Für den Planer ist es wichtig, dass sowohl im Betrieb als auch auf der Baustelle immer eine verantwortliche Person ansprechbar ist. Fachbetriebe verfügen über qualifizierte Führungskräfte in festem Anstellungsverhältnis. Dies können Bauingenieure, Bautechniker, Meister oder Personen mit vergleichbaren Qualifikationsnachweisen sein. Erfolgreiche Unternehmen geben ihren Mitarbeitern regelmäßig die Möglichkeit, sich fachlich weiterzubilden, was beispielsweise den Mitgliedern in Qualitäts- und Gütegemeinschaften angeboten wird.

Tabelle 3.1 Stufen der Vorfertigung und Anforderungen an den Betrieb

Stufen der Vorfertigung	geforderte Kennzeichnung	Erläuterung
Vollmontage auf der Baustelle	keine	vorkonfektionierte Einzelteile, Abbund der Konstruktionshölzer im Betrieb, Montagekennzeichnung und Anleitung für die Baustelle
einseitig offene Elemente (Halbfertigteile)	ÜH = Übereinstimmungserklärung des Herstellers	Holzrahmen mit einseitig aufgebracht, aussteifender Beplankung, weitere Materialien vorkonfektioniert
beidseitig geschlossene Elemente (Vollfertigteile)	ÜZ = Übereinstimmungszertifikat durch anerkannte Zertifizierungsstelle (Ü-Zeichen auf jedem Element)	Holzrahmen mit beidseitig aufgebracht Beplankung, meist inklusive Dämmung, zusätzlich sind Fenstereinbau, Integration von Haustechnik und das Aufbringen der Außenfassade möglich

3.4 _ Werkplanung

Voraussetzung für eine sinnvolle Elementierung durch den ausführenden Betrieb ist die vollständige Ausführungsplanung. Hierfür kann auf bestehende Standarddetails zurückgegriffen werden, die objektspezifisch und gemäß Vorgaben der Tragwerksplanung angepasst werden (siehe Kapitel 8).

Für die Produktion der Elemente werden vom Unternehmer vermaßte Bauteilabwicklungen als Werkpläne gezeichnet, die dem Planer zur Freigabe vorgelegt werden sollten. Eine von güteüberwachten Betrieben geforderte Tafeldokumentation enthält darüber hinaus den detaillierten Schichtaufbau der Bauteile mit sämtlichen Materialspezifikationen und Befestigungsmitteln sowie die Nummerierung der zu fertigenden Wand-, Decken- und Dachelemente. Die Informationen werden festgehalten und archiviert, so dass auch später die Baukonstruktion nachvollzogen werden kann.



3.5 _ Elementfertigung und Konfektion

Die Elementproduktion beinhaltet im Regelfall das werkseitige Einbauen der Dämmstoffe sowie die innere und äußere Beplankung. Wesentlicher Vorteil der werkseitig gedämmten Konstruktionen ist, dass die Gefahr der Tauwasser- und Schimmelpilzbildung während der Bauphase nahezu ausgeschlossen ist. Wo immer möglich, werden werkseitig zusätzlich weitere Schichten wie beispielsweise die Fassadenbekleidung aufgebracht oder die Fenster bei Außenwänden eingebaut. Bei Außenwänden mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) wird fallweise entschieden, ob das werkseitige Aufbringen der Dämmung sinnvoll ist. Bei großen Dämmdicken kann es aufgrund des erforderlichen Platzbedarfs für den Transport wirtschaftlicher sein, dass die Dämmung vom Hersteller auf die Baustelle geliefert wird. Besonders große Fensterelemente, Haustüren und Holz-Glas-Fassadenkonstruktionen werden auf der Baustelle eingebaut. Um das Erstellen der regendichten Gebäudehülle an einem Tag sicherzustellen, müssen auch Dach- und Deckenelemente im Werk vorgefertigt werden.

Bereits bei Planung der Vorfertigung ist zu berücksichtigen, dass vor Ort eine kraftschlüssige Verbindung der Elemente untereinander sowie eine Verankerung an den Enden der aussteifend wirkenden Wandscheiben erfolgen muss. Dabei sind geeignete Maßnahmen zur Montage und zur Sicherstellung der Luftdichtigkeit vorzusehen. Beispielsweise werden Beplankungen am Wandscheibenende nur lose verschraubt, und die Befestigungsmittel zur Herstellung der Elementverbindung und der Verankerung werden vorkonfektioniert dem jeweiligen Element beifügt.

Abb. 3.02

Vorgefertigte Elemente im Werk

Abb. 3.03
Anschlussdetails



3.6 _Transport

Die Transportmöglichkeiten werden bei Bauvorhaben in Holzrahmenbauweise selten durch das Gewicht der Bauteile, sondern in der Regel durch deren Abmessungen bestimmt. Üblicherweise werden die Transporte durch Lkw mit Sattelaufiegern durchgeführt. Je nach Fahrzeug müssen die nutzbare Länge und Höhe für die Holzrahmenbauelemente berücksichtigt werden (siehe Tab. 3.2). In Ausnahmefällen und mit größerem Aufwand ist es möglich, Überlängen und Überbreiten zu transportieren; mögliche Überhöhen sind abhängig von den zu durchfahrenden Brücken und Unterführungen. Fallweise wird der Unternehmer entscheiden, ob er Mehrkosten für einen Spezialtransport bzw. einen größeren Autokran in Kauf nimmt oder ob

eine zeitaufwändigere Montage von kleineren Elementen auf der Baustelle die bessere Lösung ist. Die zulässigen Abmessungen für Lastzüge ohne polizeiliche Begleitung sind von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich. Im Regelfall betragen sie:

- Gesamtlänge: bis 20 m
- Gesamtbreite: bis 3,20 bis 3,50 m
- Gesamthöhe: bis 4 m

Während des Transports und bei der Zwischenlagerung auf der Baustelle müssen die Elemente vor Witterungseinflüssen geschützt werden; dies gilt im Besonderen für liegend gelagerte Elemente. Bewährt haben sich diffusionsoffene Folien, die auch auf der Baustelle zum temporären Witterungsschutz eingesetzt werden.

Abb. 3.04
Transport mit Spezialtieflader

Tabelle 3.2 Abmessung von Elementgrößen beim Transport

Fahrzeug	max. Elementabmessungen	
Tieflader, stehender Transport	h = 3,40 m	l = 16,50 m
Tieflader, liegender Transport	b = 3,00 m*	l = 12,00 m
Spezialtieflader, stehender Transport	h = 3,70 m	l = 9,70 m

*Die Elementbreite sollte 2,50 m nicht überschreiten





Abb. 3.05
Hebeeinrichtung für
Holzbauteile



Abb. 3.06
Montage auf der Baustelle

3.7 _ Montage

Sofern vorgefertigte Holzrahmenbauelemente vor Ort in der richtigen Reihenfolge direkt vom Tieflader an den vorgesehenen Ort gehoben werden, sind keine gesonderten Lagerflächen auf der Baustelle erforderlich. Wichtige Aspekte für die Baustelleneinrichtung sind jedoch:

- befestigte Zufahrt und ausreichende Standflächen für Lkw und Tieflader,
- befestigte Standfläche für Autokran unter Berücksichtigung der Aufstellbreite,
- ausreichend dimensionierter Autokran (abhängig von Elementgewicht und weitester Hebeentfernung),
- erforderlichenfalls Absperrung bzw. Verkehrsregelung während Anlieferung und Montage,
- Baugerüst vor oder unmittelbar nach Montage.

Die vorgefertigten Elemente werden an speziellen Transporthilfen befestigt, die ein schnelles und sicheres Versetzen mit dem Autokran ermöglichen. Dies können werkseitig eingebaute Schlaufen oder spezielle Hebeeinrichtungen sein (Abb. 3.5). Der Ausführende entscheidet, ob ein Baugerüst bereits vor der Montage aufgestellt wird, welches beim Versetzen der Elemente als Montage- und Sicherheitsgerüst dienen kann. Bei beengten Platzverhältnissen wird das Gerüst meist nach der Montage des Erdgeschosses errichtet. Für die verschiedenen Transport- und Montagezustände des zu erstellenden Gebäudes ist der Holzbauunternehmer verantwortlich, besondere statische Nachweise werden nur selten erforderlich.

3.8 _ Integration der Haustechnik

Ein besonderer Vorteil der Holzrahmenbauweise ist die Möglichkeit, Installationen in Hohlräume zu integrieren, ohne dass aufwändige Schlitz- und Durchbrucharbeiten erforderlich werden. Durch zusätzliche, in der Bauphase zunächst offene Installationsebenen kann die technische Gebäudeausrüstung auf der Baustelle unabhängig von der luftdichten Gebäudehülle durchgeführt werden. Nachträgliche Änderungen oder Erweiterungen werden dadurch erleichtert. Installateure sollten auf die Möglichkeiten der zeitsparenden Installation in vorbereiteten Installationsebenen hingewiesen werden. Jeder sollte aber auch wissen, dass man das Einschneiden und Bohren in tragenden Holzbauteilen sowie die Durchdringung luftdichter Ebenen vermeiden sollte.



Abb. 3.07
Vorgefertigter Haustechnikschacht mit einseitiger Beplankung im „Kölner Holzhaus“: Einbau von oben durch die Geschossdecke des Erdgeschosses, Architekt: Robert Laur

Durch den Einbau im Werk vorgefertigter Installationskerne oder die Montage kompletter Raumzellen mit integrierter Haustechnik können die Bauzeiten für die Ausführung der Haustechnikinstallation, insbesondere bei komplexen Anlagen, erheblich verkürzt werden. Außerdem lässt sich damit die Ausführungsqualität verbessern.

Installationskerne sind geschossübergreifend hergestellte Innenwandabschnitte, in denen die Anschlüsse für Sanitäreinrichtungen und die Verteilung von Elektro- und Lüftungsleitungen enthalten sind (Abb. 3.7 und 3.8). Die Installationskerne werden im Erd- oder Kellergeschoss direkt an den Haustechnikraum angeschlossen.

Technikcontainer werden als offene oder geschlossene Raumzellen werkseitig mit der Haustechnik ausgestattet. Sie enthalten neben sämtlichen Hausanschlüssen die komplette Grundinstallation für Heizung und Lüftung einschließlich der Regelungstechnik (Abb. 3.9). Darüber hinaus gibt es komplexere Systeme, in denen neben der Haustechnik z.B. die komplette Badausstattung einschließlich Wand- und Bodenbelägen enthalten ist (Abb. 3.10). Diese Raumsysteme werden noch vor Montage der Gebäudehülle auf der Baustelle montiert und können mehrgeschossig angeordnet werden.



Abb. 3.08
 „Rosenheimer Schacht“



Abb. 3.09
 Haustechnikzelle
 der Firma Morseby-Haus

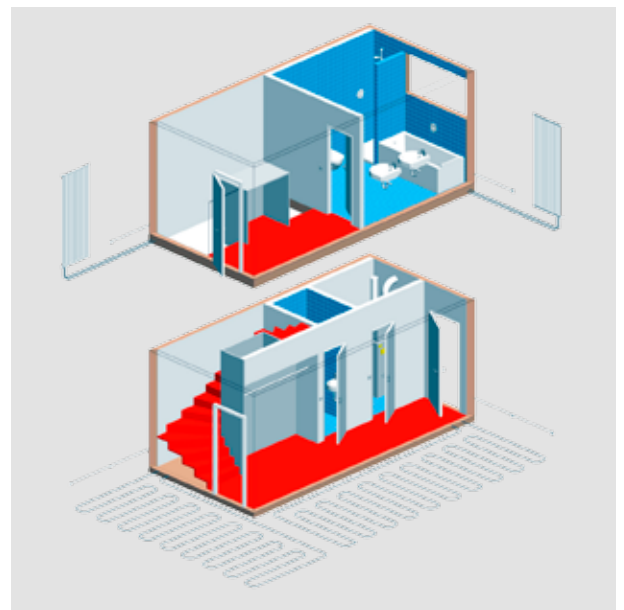


Abb. 3.10
 System meta-box,
 Architekten: Sturm + Wartzek

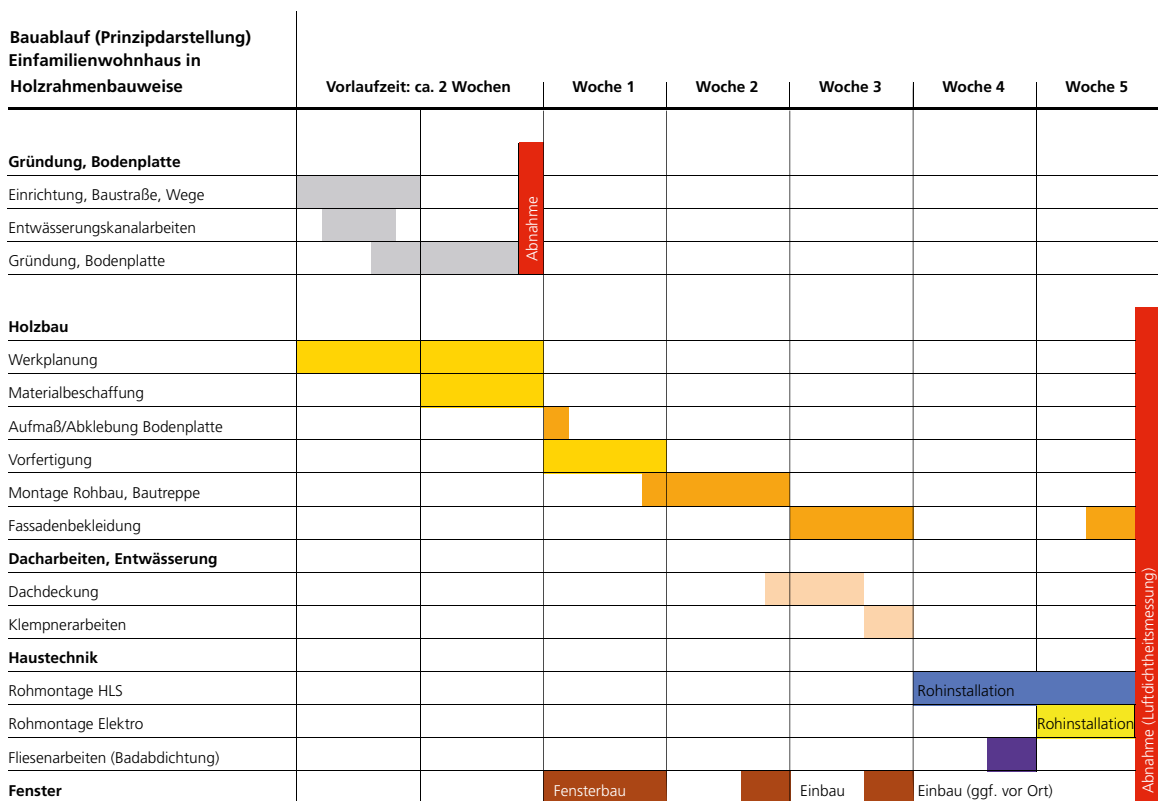
3.9 _ Bauablauf

In Abb. 3.11 ist exemplarisch der Bauablauf für ein handwerklich gefertigtes Wohnhaus in Holzrahmenbauweise dargestellt. Grundlage für die dargestellte Reihenfolge der Gewerke und deren Zeitbedarf ist die Vorfertigung geschlossener Elemente im Betrieb, hier ohne vollständige Integration der Haustechnik. Anhand der Darstellung wird deutlich, dass aufgrund der kurzen Montagezeit bereits zu einem frühen Zeitpunkt Ausbaugewerke einbezogen werden können. Spätestens 12 Wochen nach Montage des Holzrahmenbaus (ab Oberkante Bodenplatte/Kellerdecke) ist ein solches Gebäude bezugsfertig. Beim Bau eines Einfamilienhauses liegt

der Zeitgewinn im Vergleich zum Mauerwerksbau etwa bei zwei Monaten.

Grundsätzlich benötigt der Holzhausbauer nach dem Aufstellen des Gebäudes zunächst drei bis fünf Montagetage zur Fertigstellung der stand-sicheren und luftdichten Konstruktion. Anschließend können Folgegewerke unter Berücksichtigung der vorhandenen wind- und luftdichten Gebäudehülle ausgeführt werden.

Abb. 3.11
Typischer Bauablauf bei einem Holzrahmengebäude (Prinzipdarstellung)



Luftdichtheitsmessung und Abnahme

Nach der Fertigstellung des Rohbaus sowie der Grundinstallation mit allen erforderlichen, aber auf das Notwendige zu begrenzenden Durchdringungen der Außenbauteile sollte die Gebäudehülle auf ihre Luftdichtheit hin überprüft werden. Die Luftdichtheit gewährleistet u. a., dass

- der errechnete Dämmwert der Wärmedämmung tatsächlich erreicht wird,
- Raumluft nicht konvektiv in die Konstruktion gelangt,
- Lüftungsanlagen optimal funktionieren.

Durch eine Luftdichtheitsmessung werden zudem Undichtigkeiten lokalisiert. Falls erforderlich, können gezielt Nachbesserungen vorgenommen werden. Viele Unternehmen führen eine solche „Blower-Door-Messung“ unaufgefordert zur eigenen Qualitätskontrolle durch. Die Ausführung einer luftdichten Gebäudehülle ist nach DIN 4108-7 und Energieeinsparverordnung (EnEV) gesetzlich vorgeschrieben, eine Überprüfung durch Messung ist nach EnEV dann erforderlich, wenn diese im Nachweisverfahren angesetzt wurde (siehe Kapitel 5).

Abb. 3.12
Blower-Door-Messung



	Woche 6	Woche 7	Woche 8	Woche 9	Woche 10	Woche 11	Woche 12
Ausbauarbeiten							
Estricharbeiten mit Dämmung	Einbau	Austrocknung bei Nassestrich ca. 4 bis 6 Wochen					
Trockenbau			Deckenbeplankung, Spachteln Wände				
Fliesenarbeiten					Wände	Boden	
Tischlerarbeiten			Treppe, Außentüre,	Fensterbänke			Innen türen
Malerarbeiten					Decken	Wände	
Bodenbelagsarbeiten							
Haustechnik							
Fertiginstallation HLS							
Fertiginstallation Elektro							

Schlussabnahme

4_Tragsysteme

4.1 _ Allgemeines

Der Holzrahmenbau ist ein seit Jahrzehnten bewährtes und statisch ausgereiftes Bausystem. Es gelten dieselben grundlegenden Regeln der Tragwerksplanung wie in anderen Bausystemen. Werden diese in den Planungsschritten vom ersten Entwurf des Architekten bis hin zu den Werkplänen des ausführenden Holzbauunternehmens beachtet, weist der Holzrahmenbau eine sehr klare Tragstruktur auf, die mit einfachen statischen Methoden nachgewiesen wird. Für Holzbauteile, Werkstoffe und Verbindungen gilt die Bemessungsnorm DIN 1052:2004-08. Aufgrund der multifunktionalen Bauteile lässt sich jedoch kein auf eine rein tragende Struktur reduzierter, sogenannter „Rohbau“ definieren. Die bauphysikalischen Notwendigkeiten und Zusammenhänge wirken sich unmittelbar auf die Statik aus. Zahlreiche Bauteile und Details werden in der Dimension mehrheitlich von der Dämmdicke im Wärmeschutz geprägt (beispielsweise die Höhe der Sparren bei kleineren Vorhaben). Die Entwicklung und der statische Nachweis individueller, projektbezogener Details erfordert daher vernetztes Denken. Die hier beschriebenen Regelaufbauten und Details (siehe Kapitel 7 und 8) sind bewährte Lösungen und berücksichtigen dieses Prinzip.

Neben der Kenntnis der Leistungsfähigkeit der Werkstoffe spielen die Randbedingungen aus der Vorfertigung und der Konstruktion eine wichtige Rolle (siehe Kapitel 3). Der Tragwerksplaner sollte daher möglichst früh in die Planung integriert sein. Im Holzrahmenbau werden neben

trockenem Konstruktionsholz und geeigneten Beplankungswerkstoffen weitere leistungsfähige Werkstoffe wie Brettschichtholz oder Furnierschichtholz eingesetzt (siehe Kapitel 9.3), die an den besonders beanspruchten Stellen eingeplant werden können. Eine Kombination mit Stahlbauteilen an ausgesuchten Stellen (beispielsweise integrierter Treppenwechsel, Unterzüge für große Spannweiten etc.) ist eine gebräuchliche Lösungsvariante.

Die auf dem Markt verfügbaren Werkstoffe sollten bereits in den ersten Planungsphasen berücksichtigt werden, um die Entwurfsidee so wirtschaftlich wie möglich umzusetzen. Dazu zählen:

- Festlegung und Verifikation der Lastannahmen,
- Festlegung robuster, nach Möglichkeit redundanter Aussteifungselemente,
- Verteilung der Lasten auf möglichst viele voneinander unabhängige Tragglieder,
- Anordnung der Tragelemente möglichst immer in zuvor vereinbarten Achsen,
- Klärung der Abhängigkeiten aus Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz für die Statik,
- vollständige Auflistung der ausschreibungsrelevanten Statikteile (siehe Kapitel 11),
- Schnittstellen zu voraus und parallel laufenden Gewerken (z.B. Massivkeller),
- Formulierung der Vorgaben und Randbedingungen für die Ausbaugewerke.

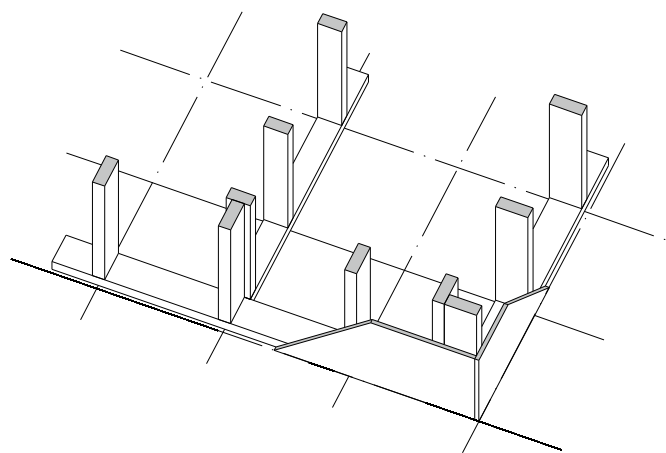
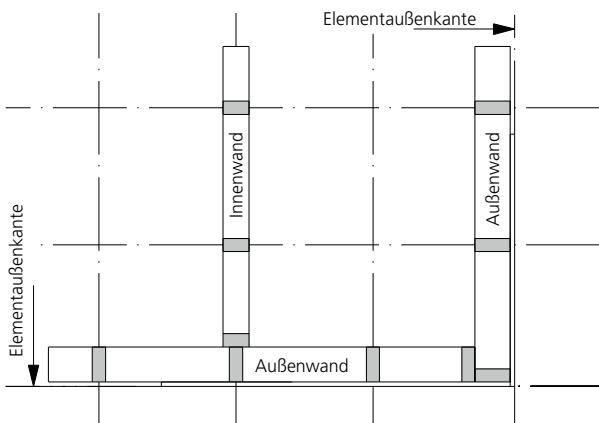
Für eine tragwerksplanerisch einfache und damit wirtschaftliche Konstruktion sollten die vertikal und horizontal tragenden Elemente im Grundriss aller Geschosse möglichst übereinander angeordnet sein. So können die Vertikallasten in Kombination mit den Kräften aus der Aussteifung auf kürzestem Weg in den Untergrund geleitet werden. Abweichungen von den allgemeinen Regeln sind zwar jederzeit möglich, aber unter Umständen mit höherem Berechnungs- und Materialaufwand verbunden.

Auf der Grundlage der Baustoffe und der statischen Berechnung erarbeitet der Architekt die Ausschreibung. Je genauer die Konstruktion dabei beschrieben wird (siehe Kapitel 11), desto zuverlässiger können im Anschluss die Kosten erfasst werden sowie Ausführungsplanung und Bauüberwachung erfolgen.

Für die Planung ist eine frühzeitige Vereinbarung von gemeinsamen Achsen in allen Grundrissen hilfreich, mit denen zuverlässig sichergestellt werden kann, dass die tragenden und aussteifenden Bauteile übereinander angeordnet werden. Es spielt eine untergeordnete Rolle, ob sich die Achsen auf die Wandmitte oder eine Bauteilkante beziehen. In der Praxis haben sich für Innenachsen die Wandmitte und für Außenwände die äußere Elementkante bewährt.

An den als tragend angesetzten Achsen lassen sich die Eigenschaften der Wände festlegen. Vielfach wollen Auftraggeber und Architekten „flexible“ Wände einplanen, die ohne Eingriff auf das Tragsystem zu einem späteren Zeitpunkt wieder entfernt werden können. Der Holzrahmenbau bietet dafür hervorragende Voraussetzungen. Diese nicht tragenden Wände unterscheiden sich aber gegebenenfalls nicht von den übrigen, tragend angesetzten Wänden. Daher muss der Tragwerksplaner die Verbindlichkeit für verschiedene Annahmen gleich zu Anfang der Bearbeitung hinterfragen.

Abb. 4.01
Achsen



4.2 _ Tragfähigkeit

4.2.1 _ Festigkeitseigenschaften von Holz

Holz ist ein natürlich gewachsener Werkstoff. Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte hängen von inneren Holzeigenschaften wie Rohdichte, Ästigkeit, Jahrringbreite etc. und von physikalischen Zuständen wie beispielsweise der Holzfeuchte und der Belastungsdauer ab. Daher gibt es für diese Eigenschaften auch keine beschreibenden festen Größen, sondern die Materialeigenschaften folgen einer statistischen Verteilung.

Die Bezugsgröße für die Festigkeitseigenschaften sowie die Rohdichte sämtlicher Baustoffe ist der sogenannte 5%-Quantilwert, der dem Wert der statistischen Verteilung entspricht, der lediglich in 5% aller Fälle unterschritten wird. Diese hohe Baustoffanforderung resultiert daraus, dass die Festigkeitseigenschaften maßgebend für die Tragfähigkeiten sind und bei einer Überschreitung der zulässigen Tragfähigkeit die Sicherheit von Menschen gefährdet werden kann.

4.2.2 _ Bemessungsprinzip

In der Holzbaunorm DIN 1052 wurde das von anderen Baustoffen bereits bekannte, europaweit vereinheitlichte semiprobabilistische Sicherheitskonzept übernommen (siehe hh 2/1/10). Es muss der Nachweis erbracht werden, dass eine vorhandene Beanspruchung nicht größer ist als eine zulässige Beanspruchung:

Einwirkung \leq Bauteilwiderstand

$$E \leq R$$

Wurden in DIN 1052:1988-04 die geforderten Sicherheiten lediglich den Baustoffen zugeordnet (Konzept der zulässigen Spannungen), so teilt man diese nun auf die Lastseite sowie die Materialeseite auf (Konzept der Teilsicherheiten). Der bislang globale Sicherheitsfaktor wird also unterteilt in

- Teilsicherheits- sowie Modifikationsbeiwerte auf der Baustoffseite (γ_M bzw. k_{mod}) und
- Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite (Lastseite γ_G, γ_Q).

4.2.3 _ Baustoffseite

Charakteristische Materialkennwerte

Die Bezugsgröße für die Festigkeitseigenschaften sowie die Rohdichte ist der 5%-Quantilwert. Die charakteristische Festigkeits- bzw. Rohdichtekennwerte werden in DIN 1052:2004-08 mit dem Fußzeiger k gekennzeichnet (f_k bzw. ρ_k).

Für die Steifigkeitskenngrößen (Elastizitäts- und Schubmodul) wird dagegen der Mittelwert der statistischen Verteilung zugrunde gelegt. Steifigkeitskenngrößen werden mit dem Fußzeiger $mean$ gekennzeichnet (E_{mean}, G_{mean}).

Festigkeitsklassen

Die Tragfähigkeit eines Materials wird nicht mehr mit zulässigen Spannungen, sondern mit Festigkeitswerten beschrieben. Eine Zuordnung der Sortierklassen zu den Festigkeitsklassen kann Tabelle 4.1 entnommen werden.

Tabelle 4.1

Gegenüberstellung gängiger Sortierklassen zu Festigkeitsklassen

S10	S13	BS11	BS14	BS16	BS18
C24	C30	GL24	GL28	GL32	GL36

> hh 2/1/10

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch

Reihe 2, Teil 1, Folge 10

„Einführung in die Bemessung
nach DIN 1052:2004-08“ [15]

Nutzungsklassen

Während der Nutzung eines Bauwerks stellt sich im Holz eine Ausgleichsfeuchte ein, die in Abhängigkeit zu den klimatischen Verhältnissen der Umgebung steht. Da die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften des Baustoffs Holz von der Holzfeuchte beeinflusst werden, muss man diese bei der Bemessung berücksichtigen. Zur Zuordnung von Festigkeitswerten sowie zur Berechnung von Verformungen unter definierten Umweltbedingungen werden in DIN 1052 drei Nutzungsklassen (NKL) festgelegt (siehe Tabelle 4.2).

Teilsicherheitsbeiwert γ_M

Um strukturelle Imperfektionen und Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der charakteristischen Materialkennwerte zu kompensieren, werden die charakteristischen Werte der Festigkeiten durch einen materialspezifischen Teilsicherheitsbeiwert γ_M dividiert; man erhält so den Bemessungswert. Für den Nachweis der Tragfähigkeit von Holz und Holzwerkstoffen beträgt $\gamma_M = 1,3$.

4.2.4 _ Einwirkungsseite (Lastseite)

Charakteristische Einwirkungen

Für die Ermittlung der Einwirkungen (Lasten) wird die Normenreihe DIN 1055 zugrunde gelegt. Darin sind Einwirkungen wie Eigen- und Nutzlasten, Schneelasten, Windlasten etc. festgelegt, die mit einer definierten Wahrscheinlichkeit (98%-Quantilwert) nicht überschritten werden. Diese werden als charakteristische Einwirkungen bezeichnet und mit dem Fußzeiger k gekennzeichnet:

- G_k für ständige Lasten,
- Q_k für veränderliche Lasten.

Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q

Durch die Teilsicherheitsbeiwerte γ_G für Eigenlasten ($\gamma_G = 1,35$) und γ_Q für veränderliche Lasten ($\gamma_Q = 1,5$ bzw. $1,35$, gegebenenfalls mit einem weiteren Faktor verringert) werden insbesondere natürliche Streuungen der Lasten sowie Abweichungen von den normalen Nutzungsbedingungen erfasst. Der Bemessungswert der Einwirkungen ergibt sich durch Multiplikation

Tabelle 4.2 Nutzungsklassen und zugehörige Holzfeuchten

NKL	Beschreibung	Holzfeuchte
1	Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20° C und einer relativen Luftfeuchte von 65% entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr überschritten wird (z.B. Bauteile in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken) im Holzrahmenbau: Wandständer, Deckenbalken etc.	10 ± 5% (5% bis 15%)
2	Holzfeuchte, die einer Temperatur von 20° C und einer relativen Luftfeuchte von 85% entspricht, die nur für einige Wochen pro Jahr überschritten wird (z.B. Bauteile in überdachten, offenen Bauwerken) im Holzrahmenbau: Schwelle, Sparren im Kaldach etc.	15 ± 5% (10% bis 20%)
3	Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten führen (z.B. Bauteile, die der Witterung ausgesetzt sind)	18 ± 6% (12% bis 24%)

der charakteristischen Einwirkungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten. Der Teilsicherheitsbeiwert γ_Q ist größer als γ_G , da Nutzlasten größeren Schwankungen unterliegen als Eigenlasten.

Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Da die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen von der Dauer der Belastung abhängig sind, werden die Lasten entsprechend ihrer Einwirkungsdauer klassifiziert (siehe Tabelle 4.3). Dieses lastabhängige „Kriechen“ ist ebenso bei anderen Baustoffen bekannt und wird in der Bemessung berücksichtigt.

Tabelle 4.3

Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)

KLED	Beschreibung
ständig	länger als 10 Jahre
lang	6 Monate bis 10 Jahre
mittel	1 Woche bis 6 Monate
kurz	kürzer als eine Woche
sehr kurz	kürzer als eine Minute

Die auftretenden Einwirkungen (z.B. Eigenlasten, Verkehrslasten, Wind- und Schneelasten) werden in DIN 1052 verschiedenen KLED zugeordnet, z.B. Spitzböden, Wohn- und Aufenthaltsräume: KLED = mittel. Treten mehrere Einwirkungen mit unterschiedlicher Lasteinwirkungsdauer gleichzeitig auf, wird für die Einstufung in eine KLED die kürzeste zugrunde gelegt (beispielsweise Eigenlast + Verkehrslast für Wohnraum: KLED = mittel). Die KLED „lang“ und „sehr kurz“ sind dabei eher die Ausnahme.

Modifikationsbeiwert

Durch den Modifikationsbeiwert k_{mod} wird der Einfluss der Lasteinwirkungsdauer und der Nutzungsklassen zusammengefasst berücksichtigt.

Tabelle 4.4

Modifikationsbeiwerte k_{mod} für Voll- und Brettschichtholz

KLED	NKL 1	NKL 2	NKL 3
ständig	0,60	0,60	0,50
lang	0,70	0,70	0,55
mittel	0,80	0,80	0,65
kurz	0,90	0,90	0,70
sehr kurz	1,10	1,10	0,90

4.2.5 _ Lastkombinationen

Die Bemessung eines Bauteils erfolgt auf der Grundlage von Schnittgrößen, die sich aus den Einwirkungen ergeben. Zu diesen Einwirkungen zählen ständige Lasten (Eigenlasten) sowie veränderliche Lasten wie beispielsweise Nutz-, Schnee- und Windlasten. Die für die Bauteilnachweise maßgebende Beanspruchung bzw. Lastauswirkung wird aus der Betrachtung verschiedener Lastkombinationen ermittelt. Daher sind bei der Bemessung von Bauteilen stets alle möglichen Lastkombinationen zu überprüfen. So kann im günstigsten Fall auf das Bauteil lediglich die Eigenlast einwirken, im ungünstigsten Fall zusätzlich mehrere veränderliche Lasten.

Wird bei einer Lastkombination mehr als eine veränderliche Einwirkung berücksichtigt, braucht nur eine voll angesetzt zu werden. Die übrigen dürfen mit Kombinationsfaktoren abgemindert werden, da es unwahrscheinlich ist, dass alle veränderlichen Einwirkungen mit ihrer vollen Größe gleichzeitig auftreten. Die Abminderung der veränderlichen Lasten erfolgt über Kombina-

tionsbeiwerte ψ . Diese Beiwerte sind Tabelle A.2 der DIN 1055-100 zu entnehmen.

Da bei mehreren veränderlichen Einwirkungen die Ermittlung sämtlicher Lastkombinationen mit unterschiedlichen zugehörigen Modifikationsbeiwerten k_{mod} sehr aufwändig sein kann, darf entsprechend DIN 1052 eine Vereinfachung verwendet werden: Entweder wird nur die maßgebende größte veränderliche Last zusätzlich zur Eigenlast berücksichtigt (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_Q = 1,5$) oder es werden alle veränderlichen Lasten in Summe zusätzlich berücksichtigt (Teilsicherheitsbeiwert γ_Q dann 1,35). Bemessungsrelevant ist die Lastkombination, die den größten Betrag liefert. Diese vereinfachte Regel liegt auf der sicheren Seite und liefert daher unter Umständen unwirtschaftlichere Ergebnisse als eine genaue Ermittlung der Lastkombinationen.

4.3 _ Gebrauchstauglichkeit

Neben der Standsicherheit eines Gebäudes muss die Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden. Werden die vereinbarten Grenzwerte überschritten, können Verformungen das Erscheinungsbild bzw. die planmäßige Nutzung eines Gebäudes beeinträchtigen. Schwingungen können Unbehagen bei Menschen oder Schäden am Bauwerk verursachen.

Da durch Beeinträchtigungen der Gebrauchstauglichkeit die Sicherheit von Menschen nicht gefährdet wird, dürfen für die Einwirkungen (Lastseite) die charakteristischen Werte verwendet werden (γ_G und $\gamma_Q = 1,0$). Auf der Baustoffseite verwendet man bei den Steifigkeitseigenschaften die Mittelwerte (statt der 5%-Quantilen), ebenfalls ohne Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte.

Tabelle 4.5 Lastkombinationen bei Eigen-, Nutz-, Wind- und Schneelast

	Kombination	Eigenlast g	Nutzlast p	Schneelast s	Windlast w	KLED	k_{mod} ²⁾
1	g	1,35				ständig	0,6
2	g + p	1,35	1,5			mittel	0,8
3 ³⁾	g + <u>p</u> + s	1,35	1,5	$1,5 \cdot \psi$		kurz ¹⁾	0,9
4 ³⁾	g + p + <u>s</u>	1,35	$1,5 \cdot \psi$	1,5		kurz ¹⁾	0,9
5 ³⁾	g + <u>p</u> + w	1,35	1,5		$1,5 \cdot \psi$	kurz	0,9
6 ³⁾	g + p + <u>w</u>	1,35	$1,5 \cdot \psi$		1,5	kurz	0,9
7	g + <u>p</u> + s + w	1,35	1,5	$1,5 \cdot \psi$	$1,5 \cdot \psi$	kurz	0,9
8	g + p + <u>s</u> + w	1,35	$1,5 \cdot \psi$	1,5	$1,5 \cdot \psi$	kurz	0,9
9	g + p + s + <u>w</u>	1,35	$1,5 \cdot \psi$	$1,5 \cdot \psi$	1,5	kurz	0,9

¹⁾ Geländehöhe des Bauwerks über NN < 1.000 m

²⁾ Annahme: Voll- oder Brettschichtholz, Nutzungsklasse 2

³⁾ Die Lastfallkombinationen 7 bis 9 müssen zwangsläufig zu höheren Bemessungswerten führen

4.3.1 Durchbiegungen

Während gemäß DIN 1052:1988-04 die Durchbiegungen in der Regel auf $l/300$ (l = Spannweite) unter ständiger und veränderlicher Last zu beschränken waren, sind in DIN 1052:2004-08 folgende Nachweise zu führen:

Seltene bzw. charakteristische Bemessungssituation

Der Nachweis der seltenen Bemessungssituation soll die nicht umkehrbaren (bleibenden) Auswirkungen erfassen und Schäden an Trennwänden, Installationen, Bekleidungen oder dergleichen vermeiden.

Beschränkung auf $l/300$ für die elastischen Durchbiegungen ohne Kriecheinflüsse:

$$w_{Q,inst} \leq l/300$$

Beschränkung auf $l/200$ für die Enddurchbiegungen unter Berücksichtigung des Kriechens:

$$w_{fin} - w_{G,inst} \leq l/200$$

Quasi-ständige Bemessungssituation

Der Nachweis der quasi-ständigen Bemessungssituation erfasst die Langzeitauswirkungen auf ein Bauteil und gewährleistet die allgemeine Benutzbarkeit und das Erscheinungsbild.

Beschränkung auf $l/200$ für Durchbiegungen unter Berücksichtigung des Kriechens:

$$w_{fin} - w_0 \leq l/200$$

Bei auskragenden Bauteilen darf die rechnerische Durchbiegung die vorgenannten Werte um 100% übersteigen.

Für die elastischen Verformungen werden nur veränderliche Lasten mit ihren Kombinationsbeiwerten (ψ_0) einbezogen. Bei der Enddurchbiegung werden die Umgebungsbedingungen durch den Deformationsfaktor k_{def} in Abhängig-

keit der Nutzungsklassen erfasst und ein quasi ständig wirkender Anteil der veränderlichen Lasten durch den Beiwert ψ_2 berücksichtigt. Für Decken von Wohn- und Büroflächen beträgt dieser Beiwert beispielsweise 0,3; 30% der veränderlichen Last wird damit als quasi ständig wirkend für den Kriechnachweis berücksichtigt.

Vereinfachter Durchbiegungsnachweis

Der vereinfachte Nachweis „erf. $l_y = 312 \cdot M \cdot l$ “ kann weiterhin für nicht schwingungsanfällige Bauteile überschlägig verwendet werden, liegt aber weit auf der sicheren Seite. Statt des Faktors 312 ist jedoch zukünftig der Faktor 284 zu verwenden, da der E-Modul entsprechend der aktuellen Norm bei NH C24 10% höher ist als beim vergleichbaren NH S10 der alten Fassung. Im Normalfall kann für die reinen Durchbiegungsnachweise zur Vordimensionierung der Faktor 189 ($l/200$) verwendet werden, da die Nachweise der neuen Norm nicht mehr mit der Gesamtlast $g+p$ geführt werden.

Die Grenzwerte der Verformungen sind entsprechend der vorgesehenen Nutzung des Tragwerkes gemäß DIN 1052 zu vereinbaren. Es handelt sich nicht um verbindliche, sondern um empfohlene Werte, von denen allerdings nur in begründeten Fällen abgewichen werden sollte.

Ob diese Unverbindlichkeit sinnvoll ist, muss bezweifelt werden. Vor Gericht wird wohl immer akzeptiert werden, dass der Bauherr als technischer Laie die Auswirkungen seiner Unterschrift nicht vorhersehen konnte. Dies betrifft insbesondere den Verzicht auf den nachfolgend angesprochenen Schwingungsnachweis.

4.3.2 _ Schwingungen

Neu in DIN 1052 ist die Berücksichtigung von Schwingungen bei entsprechend schwingungsanfälligen Bauteilen, wie beispielsweise Decken unter Wohnräumen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Menschen bei niedrigen Frequenzen, verursacht etwa durch Gehen, Laufen oder das Spielen von Kindern, unwohl fühlen können. Um Unbehagen verursachende Schwingungen zu vermeiden, sollen entsprechend Abschnitt 9.3 der Norm die am ideellen Einfeldträger ermittelten Durchbiegungen aus ständiger und quasi-ständiger Einwirkung ($\psi_2 = 0,3$) bei Decken unter Wohnräumen auf sechs Millimeter begrenzt werden (siehe „vereinfachter Schwingungsnachweis“ in rechter Spalte). Diese Begrenzung, unabhängig von der Spannweite der Decke, bedeutet eine erhebliche Verschärfung gegenüber DIN 1052:1988-04.

Für schwingungsanfällige Bauteile wird der „vereinfachte Schwingungsnachweis“ in der Regel gegenüber der im vorherigen Abschnitt erläuterten „normalen“ Durchbiegungsbeschränkung stets bemessungsrelevant. Auch der genauere und aufwändigere Schwingungsnachweis nach Eurocode 5, wie er in den Erläuterungen zu DIN 1052 [16] ausführlich angegeben ist,

kann diese neue Anforderung nicht wesentlich entschärfen. Beim genaueren Nachweis und einer Reduzierung der Anforderungen auf 6 Hz (siehe auch [17]) lassen sich die zulässigen Spannweiten aber immerhin um ca. zehn Prozent steigern. Für eine Vordimensionierung bei Deckenbalken kann Abb. 4.2 verwendet werden.

Vereinfachter Schwingungsnachweis:
 $w_{G,inst} + 0,3 \cdot w_{G,inst} \leq 6 \text{ mm}$

Abb. 4.02

Erf. I_y pro Meter Deckenbreite zur Erfüllung des vereinfachten Schwingungsnachweises (6 mm bzw. 7,2 Hz) einer Holzbalkendecke (NH C24), Nutzlast 2,0 kN/m²

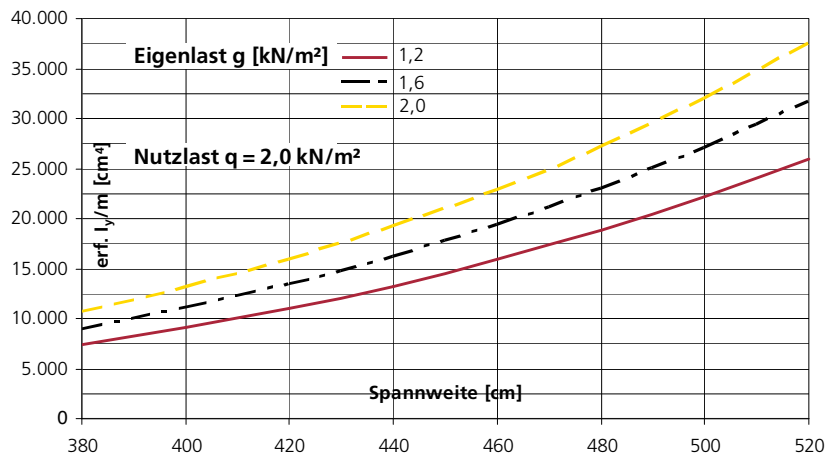


Tabelle 4.6

Spannweitenabhängige Durchbiegungsbeschränkung bei Berücksichtigung des vereinfachten Schwingungsnachweises

Spannweite [cm]	400	450	500	550	600
Durchbiegungsbeschränkung Decken DIN 1052:1988 (g + p)	1/300	1/300	1/300	1/300	1/300
Durchbiegungsbeschränkung Decken DIN 1052:2004 (g + 0,3 × p)	1/667	1/750	1/833	1/917	1/1000

4.4 _ Tragsysteme der Bauteile

Bei der Betrachtung der Tragstruktur fertigt der Ingenieur üblicherweise eine von der Konstruktionsform unabhängige Gliederung in Bauteile mit deren unterschiedlichen Beanspruchungen an. Auch im Holzrahmenbau führt diese Herangehensweise zum Ziel.

Ein elementiertes Bausystem mit vorgefertigten Bauteilen muss jedoch zusätzlich alle statischen und bauphysikalischen Funktionen auch in der Elementfuge sicherstellen. Nur so kann für den fertigen Zustand die Funktionsfähigkeit der gesamten Baukonstruktion gewährleistet werden. Eine konsequente Trennung zwischen tragenden und raumabschließenden Bauteilen wie im Holzskelettbau gibt es im Holzrahmenbau nicht.

Obwohl der Name „Holzrahmenbau“ dies nahelegt, werden im statischen Sinne keine „Rahmen“ mit biegesteifen Ecken ausgebildet. Die mit der Knicklängenermittlung dieser Systeme verbundenen Probleme gibt es im Holzrahmenbau daher nicht.

4.4.1 _ Wandkonstruktionen

Durch die kraftschlüssige Befestigung der Beplankung am Holzrahmen mit Nägeln, Klammern etc. wird eine Wandtafel erzeugt, die sowohl vertikale Lasten aufnehmen als auch zur Aussteifung herangezogen werden kann. Wände im Holzrahmenbausystem können grundsätzlich drei verschiedene Belastungen erhalten (siehe Abb. 4.3). Die Belastungen nach b) und c) können nur bei Windbeanspruchung über Eck gleichzeitig auftreten. Da diese Lasten gegenüber denjenigen, die in den Hauptachsen des Gebäudes wirken, wesentlich geringer sind, genügt es in aller Regel, den Nachweis für die Lasten nach a) und b) sowie nach a) und c) getrennt zu führen.

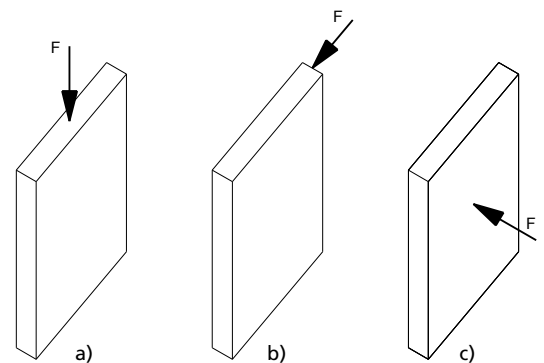


Abb. 4.03

Beanspruchungen für die Wand

Aus den vertikalen Lasten ergeben sich an Kopf- und Fußpunkt der Ständer Querpressungen in den Rähm- und Schwellhölzern. Die daraus resultierenden Setzungen sind ein wichtiges Planungskriterium des Bausystems, jedoch technisch einfach zu beherrschen.

Vorrangige Regel zur Minimierung und Beherrschung dieser Setzungen ist die Verwendung von trockenem Holz, das auch auf der Baustelle ausreichend gegen Feuchtigkeit geschützt sein muss. Damit können die Verformungen aus

Schwinden bereits deutlich vermindert werden. Aber auch die Setzungen aus den Lasten der Konstruktion und den Nutzlasten müssen bei der Tragwerksplanung berücksichtigt werden, um zu verhindern, dass es später zu sichtbaren Verformungen (Risse an Decken- und Wandanschlüssen) kommt.

Abb. 4.04 zeigt, dass das Ausbauraster nicht zwingend an das reine Tragwerksraster gebunden, sondern unabhängig davon angelegt werden kann.

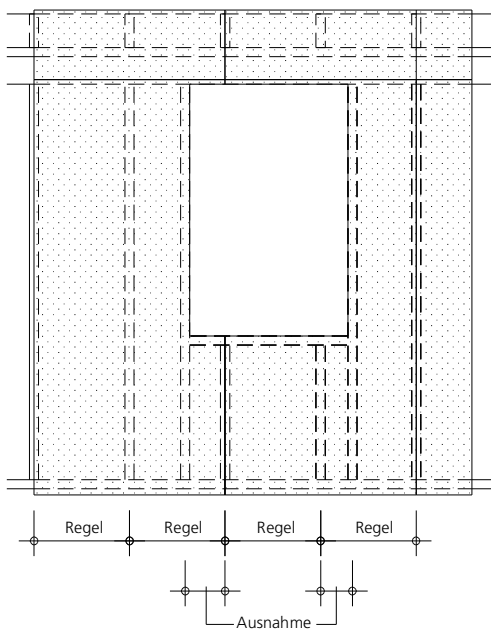


Abb. 4.04
Tragwerks- und Ausbauraster

Für die Abtragung vertikaler Lasten oberhalb von Fenster- oder Türöffnungen werden üblicherweise Stürze angeordnet. Für diese sollten vorwiegend die Standardquerschnitte der Wandkonstruktion verwendet werden. Mit ihnen lassen sich auch zusammengesetzte Querschnitte erzeugen (siehe Abb. 4.05), deren einzelne Lastanteile aus dem Verhältnis der Trägheitsmomente ermittelt werden.

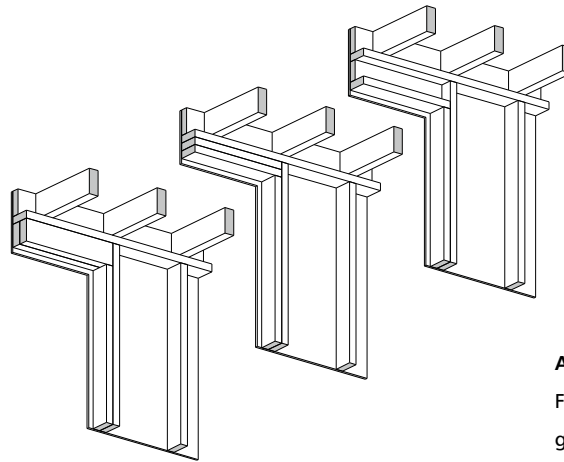


Abb. 4.05
Fenstersturz als zusammengesetzter Querschnitt

Bei hohen abzutragenden Lasten oder großen Öffnungsbreiten kommen meist Brettschichtholz- oder Furnierschichtholzquerschnitte zum Einsatz, deren Höhe sich nach den statischen Erfordernissen richtet. Mit Holzrahmenbauwänden sind auch „wandartige Träger“ zur Abfangung von Lasten über freien Öffnungen im darunterliegenden Geschoss möglich (siehe Abb. 4.06).

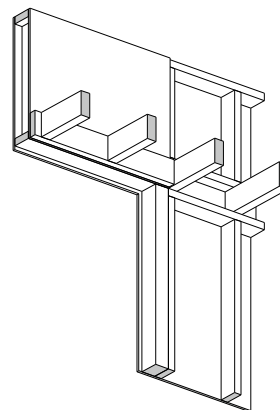


Abb. 4.06
Wandartiger Träger

Bei der Planung nicht tragender Wände ist zu beachten, dass die Anschlüsse am Wandkopf auch tatsächlich nur konstruktiv sind und eine vertikale Lasteinleitung nicht möglich ist. Auch eine horizontale Lasteinleitung parallel zur Wandebene sollte man bei diesen Wänden vermeiden. Quer zur Wandrichtung muss die Wand jedoch gehalten sein. Ist mit größeren Verformungen zu rechnen, sind gleitende Anschlüsse herzustellen.

Am Wandfuß sollten die Wände (wenn nicht zwingend flexible Wandpositionen erforderlich sind) direkt auf die Rohdecke gestellt werden. Schallnebenwege über einen durchgehenden Estrich werden so unterbrochen. Wenn sich bei diesen nicht tragenden Wänden dennoch eine Tragwirkung einstellt, kann dies zu Rissen oder anderen verformungsbedingten Schäden führen.

4.4.2 _ Deckenkonstruktionen

Was Tragfähigkeit und Aussteifung der Geschossdecken betrifft, sind folgende Varianten möglich:

1. Beplankung auf den Balken, die aussteifend und kippstabilisierend wirkt (z.B. Holzwerkstoffplatten); schwebende Stöße sind mit Nut- und Feder-Verbindungen auszuführen.
2. Tragende, von unten sichtbare Beplankung, die gleichzeitig aussteifend wirkt (z.B. Massivholzplatten); schwebende Stöße sind mit Nut und Feder-Verbindungen auszuführen.
3. Für Vertikallasten mittragende, sichtbare Schalung nach statischen Erfordernissen (z.B. Profilt Brett-Schalung) und zusätzlich aussteifende Beplankung aus Holzwerkstoffplatten.

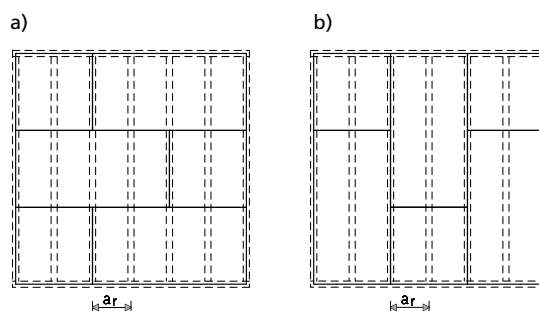
Die Anordnung der aussteifenden, tragenden Beplankungen ist auf die Gegebenheiten vor Ort anzupassen. Einen kleinteiligen Zuschnitt der Platten sollte man vermeiden. Von den beiden genormten Verlegeschemata ist Variante a in Abb. 4.07 am gebräuchlichsten.

Neben der primär tragenden Funktion der Decken für Eigengewicht und Nutzlasten haben alle Deckenvarianten weitergehende statische Aufgaben. Diese ergeben sich aus der Gebäudeaussteifung und dem Bauverfahren.

Die Aussteifung mit Auskreuzungen aus Windrispenbändern sollte vermieden werden, da sie konstruktions- und montagebedingt häufig nicht

oder nur ungenügend möglich ist. Aussteifungen wie in Variante 1 und 2 beschrieben sind im System möglich und stellen die konstruktiv zuverlässigere Lösung dar.

Für die Ränder von Deckenöffnungen sind häufig Wechsel und Unterzüge erforderlich. Diese Bauteile sind sorgfältig zu dimensionieren, da deren Steifigkeit maßgeblich zum Gesamtverhalten der Decke beiträgt. Die Lastein- und -ausleitung muss auch im Hinblick auf die Montagefolge geplant werden.



Um leichte, nicht tragende Trennwände mit einem Gewicht von $g \leq 3,0 \text{ kN/m}$ bzw. 5 kN/m zu berücksichtigen, wird nach DIN 1055-3 ein Trennwandzuschlag von $0,8 \text{ kN/m}^2$ bzw. $1,2 \text{ kN/m}^2$ auf die flächige Verkehrslast eingerechnet. Verlaufen diese Wände parallel zur Deckenspannrichtung und wiegen sie zwischen $3,0 \text{ kN/m}$ und $5,0 \text{ kN/m}$, muss deren Lastableitung nachgewiesen werden.

Die **Elementierung** von Deckenkonstruktionen ist für den Bauablauf besonders sinnvoll, da mit den Geschossdecken der Witterungsschutz für die bereits fertiggestellten Geschosse verbunden ist. Daher sollten die Deckenabmessungen und die Detailanschlüsse auf den Grad der Vorfertigung abgestimmt werden.

Häufig dienen die Decken als Wohnungstrenndecken. Aus diesem Grund haben sie entsprechenden bauphysikalischen Anforderungen an

Abb. 4.07

Verlegeschema der aussteifenden, tragenden Beplankung nach DIN 1052 unabhängig von der Lastrichtung:
 a) Reihen quer zu den Innenrippen
 b) Reihen parallel zu den Innenrippen

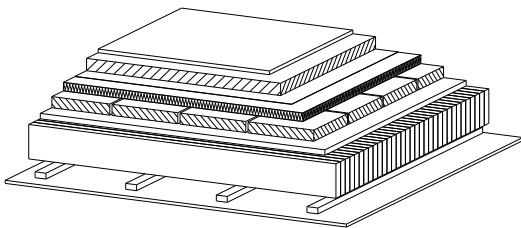
den Schall-, Brand- und/oder Wärmeschutz zu erfüllen.

Die Decken können, wie in Kapitel 2.4 beschrieben, über direkte Lagerung und Stapelung („Plattform-Bauweise“) oder über eine innere Lagerung in die Außenwände eingebunden werden. In diesem Fall liegen sie innerhalb der vertikal durchlaufenden, gedämmten Wand („Ballon- oder Quasi-Ballon-Bauweise“).

Holzbalkendecken

Holzbalkendecken sind einachsige spannde Systeme, die als Ein- oder Mehrfeldträger ausgebildet werden können. Zwei- oder mehrfeldrige Decken haben den Vorteil kleinerer Dimensionen und geringerer Durchbiegungen, zudem sind sie kostengünstiger.

Da Holzbalkendecken nicht über eine ausreichende Querverteilung der Lasten verfügen, ist nach DIN 1055-3 als Verkehrslast im normalen Wohnungsbau $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (gegenüber $1,5 \text{ kN/m}^2$ bei Decken mit ausreichender Querverteilung) anzusetzen. Für die Bemessung der weiterleitenden Bauteile (Wände, Unterzüge,



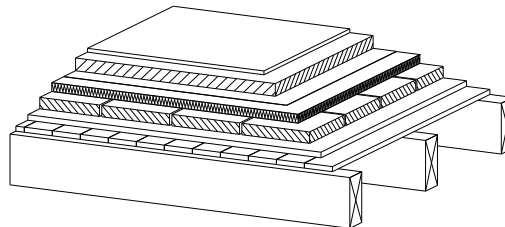
Stützen etc.) darf mit $1,5 \text{ kN/m}^2$ gerechnet werden. Um nicht tragende Trennwände zu berücksichtigen, wird ein Trennwandzuschlag auf die Verkehrslast eingerechnet. Die Beplanung auf den Holzbalken muss als Platte (in der Regel Vertikallasten) und als Scheibe (Aufnahme der Horizontallasten) funktionieren und bemessen werden.

Brettstapel- und Dübelholzdecken

Deckenelemente in Brettstapelbauweise sind massive, flächige Bauteile. Sie werden aus senkrecht gestellten Brettern oder Bohlen hergestellt, die mit Verbindungsmitteln (Nägeln, Schrauben, Hartholzdübeln) zusammengefügt werden (siehe hh 1/17/1).

Es gibt auch verklebte Brettstapелеlemente, die zu einem Vollholzquerschnitt ähnlich einem flachkant angeordneten Brettschichtholzträger zusammengefügt sind. Diese Elemente sind gegenüber mechanisch verbundenen Brettern zwar empfindlicher bei Feuchteänderungen, bieten aber zuverlässig niedrige Holzfeuchten und präzise Abmessungen (siehe hh 1/1/4).

Für Brettstapeldecken wird eine ausreichende Querverteilung der Lasten bei kontinuierlicher Vernagelung bzw. Verdübelung vorausgesetzt, weshalb mit einer charakteristischen Bemessungs-Nutzlast von $1,5 \text{ kN/m}^2$ gegenüber $2,0 \text{ kN/m}^2$ bei Holzbalkendecken gerechnet werden darf. Dies gilt auch für die geklebten (Brettschichtholz-)Elemente. Voraussetzung ist jedoch, dass auch in der Fuge zwischen den



> hh 1/17/1

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 1, Teil 17, Folge 1
„Brettstapelbauweise“ [18]

> hh 1/1/4

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 1, Teil 1, Folge 4
„Holzbausysteme“ [11]

Abb. 4.08 (links)

Nicht sichtbare
Brettstapeldecke

Abb. 4.09 (rechts)

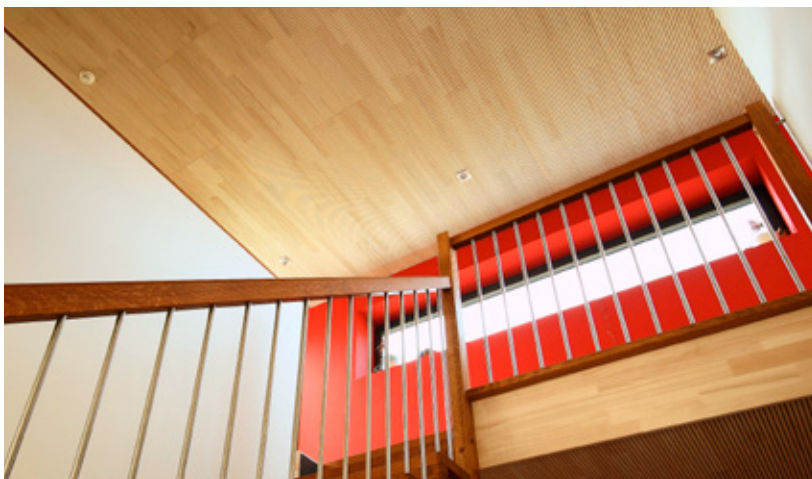
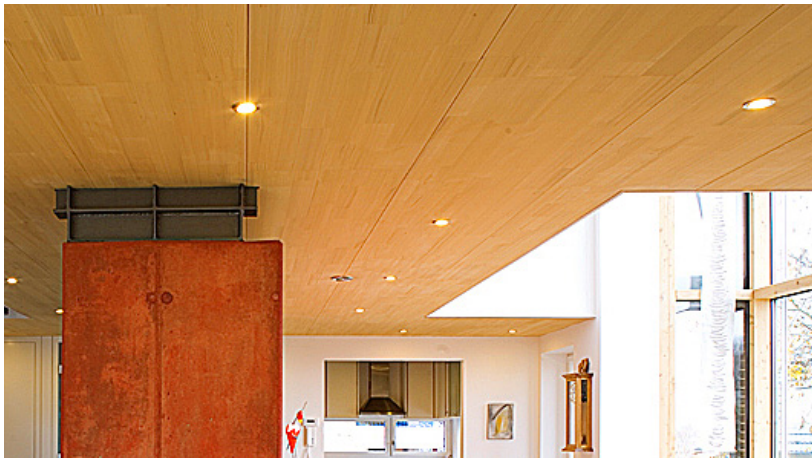
Sichtbare Holzbalkendecke

Deckenelementen die Querkraftübertragung sichergestellt ist.

Begünstigt durch die hohe Steifigkeit der Elemente sind größere Spannweiten bzw. niedrigere Konstruktionshöhen möglich, und auch die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit können leichter erfüllt werden. Da es sich bei der

Brettstapeldecke um ein massives Bauteil handelt, ist bei entsprechend ausgebildeten Anschlussdetails der Brandschutznachweis für verschiedene Feuerwiderstandsklassen leicht möglich. Bei guter Fertigungsqualität und angepasstem Deckenaufbau kann die Unterseite sichtbar bleiben. Durch unterschiedliche Profilierungen (Abb. 4.10) kann die Raumakustik positiv beeinflusst und können Kosten für eine Deckenbekleidung oder Unterdecke eingespart werden. Die Leitungsführung (auf der Decke) bedarf bezüglich

Abb. 4.10
Unterschiedliche Profile
von sichtbaren Brettstapel-
decken



der Deckenauslässe jedoch einer freigegebenen Planung.

Bei Deckensystemen in Brettstapelbauweise sollte die Rohdecke mindestens 150 mm dick sein. Geringere Deckenstärken neigen zu Schwingungen. Nur bei geringen Spannweiten bis ca. 3,0 Meter kann die Stärke der Decken auf 120 mm verringert werden. Bei Durchlaufsystemen ist bezüglich der Weiterleitung der Horizontallasten und Verankerung der Wände eine Detaillierung erforderlich. Außerdem muss die Schalllängsleitung über Fugen besonders berücksichtigt werden.

Die Ausbildung als steife Scheibe muss insbesondere an den Elementstößen und an den Rändern der Decken gewährleistet sein. Deckenversprünge sind nur dann ohne Mehraufwand umsetzbar, wenn für jedes Höhenniveau die Aussteifung sichergestellt ist, da sonst die Scheibenkräfte „um die Ecke“ geleitet werden müssen.

Öffnungen in Brettstapeldecken (beispielsweise für Installationen) müssen ab einer Breite von ca. 400 mm eingefasst werden. Häufig bietet es sich an, die Wände eines unter der Öffnung angeordneten Installationsschachts tragend auszubilden.

Die gegenüber einer Holzbalkendecke höhere Masse bringt für den Wärmeschutz eine Vergrößerung der Speichermasse mit sich. Die für den Trittschallschutz der Decke aufzubringende, etwas höhere Masse (etwa gebundene oder lose Schüttungen, Betonplatten) wirkt sich jedoch ungünstig auf den Schwingungsnachweis aus. Die Bemessung der Decken muss daher alle Aspekte der Tragsicherheit (Spannungsnachweise), Gebrauchstauglichkeit (Verformung und Schwingung) sowie Schallschutz (Masse) berücksichtigen.

Sonstige Deckensysteme

Der Holzrahmenbau ist mit weiteren Deckensystemen kombinierbar. Neben den hier erwähnten Holzbalken- und Brettstapeldecken als „Best Practice“ werden beispielhaft folgende Systeme genannt:

- Brettsperreholzelement (Abb. 4.11),
- Holz-Beton-Verbundsysteme (Abb. 4.12),
- Kastenträger (Abb. 4.13),
- Stegträger (Abb. 4.14).



4.4.3 _ Stützen

Frei stehende Stützen in Holzrahmenbauten werden vornehmlich als oben und unten gelenkig angeschlossene Stützen (Pendelstützen) ausgeführt und laufen nur selten als ein Bauteil über mehrere Geschosse durch. Der Nachweis der Knickstabilität lässt sich mit einfachen Methoden führen. Maßgebend wird häufig nicht die notwendige Dimension der Stütze selbst, sondern die sich aus der Querpressung des darauf oder darunter liegenden Holzbauteils (Unterzug, Schwelle etc.) ergebende Fläche.

Innerhalb einer Wandkonstruktion kann eine aus einzelnen Standardquerschnitten zusammengesetzte Stütze konzentrierte Einzellasten (etwa aus einem Unterzugaufleger) abtragen. Die Bepankung übernimmt dann, wie auch beim Regelbauteil Wand, die Aussteifung der schlanken Stützen gegen Knicken in der Wandebene.

Frei stehende Stützen sollten so schlank wie möglich und so robust wie nötig dimensioniert werden. Dazu ist es auch notwendig, die Windlasten bei Stützen in Fassaden, andere Horizontallasten bei möglichem Anprall oder den Abbrand bei unbekleideten Stützen mit Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz zu berücksichtigen.

Sind besonders schlanke Stützen gewünscht, so können einzelne Stützen aus Stahl angeordnet werden. Für die Lastein- und -ausleitung ist eine Zentrierung auszubilden, damit Einflüsse aus ungewollter Ausmitte minimiert werden. Auch hier ist eine ausreichende Fläche für das quer verlaufende Holzbauteil vorzusehen, um den Nachweis der Querpressung erfüllen zu können. Stahlstützen sind gegebenenfalls brandschutztechnisch durch Anstriche oder Bekleidungen zu schützen.

Abb. 4.11

Brettsperreholzelement

Abb. 4.12

Holz-Beton-Verbunddecke

Abb. 4.13

Kastenträger

Abb. 4.14

Stegträger

4.4.4 _ Dachkonstruktionen

Die vielfältigen statischen Systeme für Dachtragwerke sollen an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden. Pfettendächer sind als Regelkonstruktion jedoch grundsätzlich zu empfehlen.

Hinsichtlich der aussteifenden Funktion des Daches gelten die bekannten Konstruktionsprinzipien, um die üblicherweise aus Windbeanspruchung resultierenden Horizontallasten in die Geschossdecke abzuleiten.

Taufparallele Wände im Dachgeschoss sollten möglichst tragend und aussteifend ausgebildet werden. Für Wind auf die Giebelfläche lässt sich auf diese Weise eine konstruktiv einfache und klare Lastableitung sicherstellen (Abb. 4.15).

Bei Wind, der senkrecht zur Traufwand auf die Dachfläche auftrifft, werden die Windlasten am Sparrenfußpunkt abgeleitet

- entweder direkt in die Deckenscheibe oder
- über das Rähm der Drempe/wand.

Wird diese Drempe/wand als auskragender Teil einer eineinhalbgeschossigen Holzrahmenbauwand in Ballon-Bauweise aufgefasst, ist eine konstruktiv und statisch einfache Lösung möglich (Abb. 4.16)

Windrispenbänder sollte man aus den gleichen Überlegungen wie in Abschnitt 4.4.2 erwähnt, vermeiden. Im System vorhanden und konstruktiv deutlich besser sind Beplankungen aus Holzwerkstoffplatten. Dazu zählen insbesondere diffusionsoffene, hydrophobierte, mitteldichte Holzfaserplatten, die gleichzeitig auch als Unterdach wirken (siehe Abb. 9.09). So können auch vorgefertigte Dachelemente bei entsprechender Ausbildung der Elementstöße und konsequenter Planung der Details als ausreichend aussteift angesehen werden. Hierfür ist ein rechnerischer Nachweis zwingend erforderlich. Regelaufbauten und Standarddetails zu Dachkonstruktionen werden in den Kapiteln 7 und 8 dargestellt.

Abb. 4.15 (links)

Aussteifung
Dachkonstruktion durch
traufparallele Wandscheiben

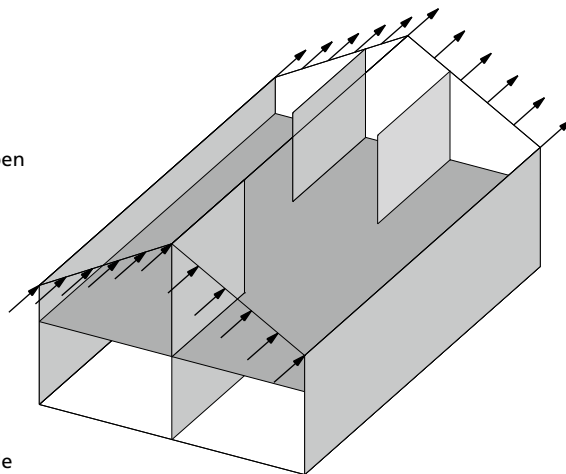
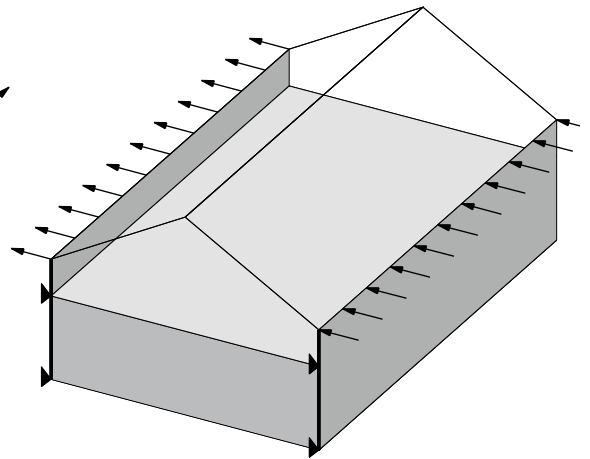


Abb. 4.16 (rechts)

Aussteifung
Dachkonstruktion/
Kniestock durch
eineinhalbgeschossige
Traufwand in Ballon-
Bauweise und Giebelwände



4.4.5 _ Treppen

Im Unterschied zu den Decken gelten für Treppenanlagen nach DIN 1055-3 neben dem Eigengewicht deutlich erhöhte Verkehrslasten:

- bei Wohngebäuden 3,0 kN/m²,
- in öffentlichen Gebäuden 5,0 kN/m².

Die zahlreichen Varianten des Tragsystems und der Detaillierung (Wangentreppen, gestemmte Treppen, aufgesattelte Treppen mit und ohne Setzstufen) werden hier nicht näher ausgeführt. Die gängigsten Konstruktionen sind in seitlichen Wangen eingestemmte bzw. eingeschobene Stufen oder aufgesattelte Treppen. Weiterführende Informationen siehe [Handwerkliche Holztreppe].

Der Schallschutz macht es notwendig, die Treppentragkonstruktion von der Wand zu entkoppeln. Es empfiehlt sich, ein möglichst unabhängiges Tragsystem mit schallentkoppelter Lagerung vorzusehen. Hinweise zu schallschutztechnischen Verbesserungen und Ausführungsempfehlungen sind (siehe hh 3/3/4) zu entnehmen.

Die wesentlichen Anforderungen ergeben sich jedoch häufig aus den brandschutztechnischen Auflagen an die Konstruktion und den Treppenraum.

4.5 _ Gebäudeaussteifung

4.5.1 _ Allgemeines

Die auf ein Bauwerk einwirkenden horizontalen Lasten resultieren im Allgemeinen aus Windlasten, eventuellen Erdbebenlasten und Lasten aus ungewollter Schiefstellung. Letztere sowie Montageungenauigkeiten können in der Regel vernachlässigt werden. Bei großen, konzentrierten lotrechten Belastungen können jedoch erhebliche zusätzliche Horizontalkräfte entstehen.

Die Windlasten werden gemäß DIN 1055-4, Einwirkungen auf Tragwerke – Windlasten, bestimmt. Ähnlich der Lastannahme für Schnee wird Deutschland nun in verschiedene Windzonen eingeteilt. Die Norm bietet so die Möglichkeit, unterschiedliche Geländekategorien, wie etwa Küste oder Stadtgebiet, zu berücksichtigen. Damit besteht ein für den üblichen Anwendungsbereich des Holzhausbaus gutes Optimierungspotenzial.

> hh 3/3/4

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**

holzbau handbuch

Reihe 3, Teil 3, Folge 4

„Schallschutz –

Wände und Dächer“ [19]

4.5.2 _ Minimalkriterien der Aussteifung

Die Minimalkriterien für die räumliche Aussteifung sind:

- Bei vorhandener Deckenscheibe drei Wandscheiben in mindestens zwei Richtungen, die sich nicht alle in einem Punkt schneiden.
- Ohne Deckenscheibe vier Wandscheiben, von denen sich nicht mehr als jeweils zwei in einem Punkt schneiden dürfen.

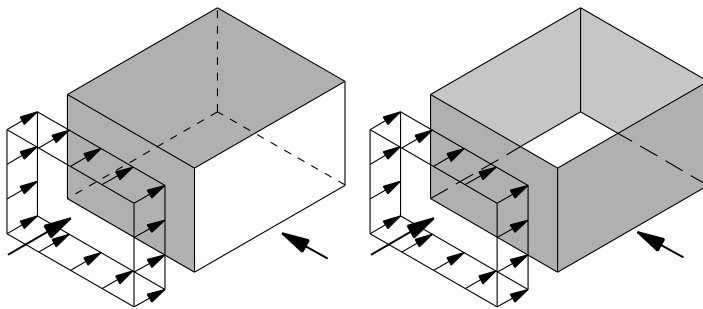


Abb. 4.17 a und b
Minimalanforderungen
an die räumliche Aussteifung

Dachtragwerke und Decken dienen zunächst der Abtragung vertikaler Lasten wie Schneelasten und sonstiger Verkehrslasten. In Verbindung mit einer Beplankung entstehen Dach- und Deckentafeln, die zur Horizontalaussteifung von Gebäuden herangezogen werden können. Bei annähernd starren Dach- oder Deckenta-

fen verteilen sich die Horizontallasten auf die Wandtafeln, die ihrerseits die Lasten bis in den Baugrund weiterleiten (siehe Abb. 4.15).

Die Steifigkeit einer Wandtafel hängt dabei im Wesentlichen von der Breite des Wandelements

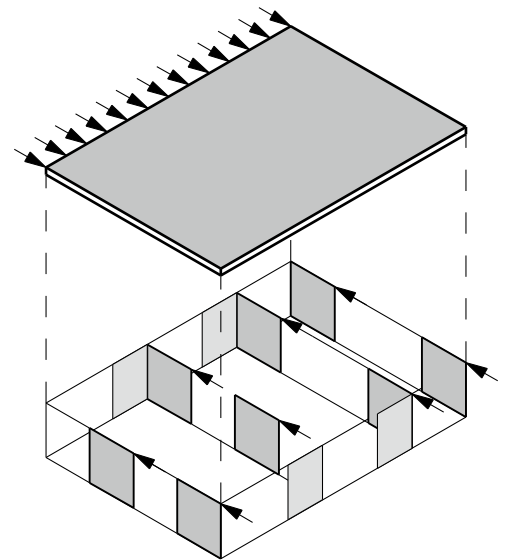


Abb. 4.18
Aufteilung der Deckenhorizontallasten
auf die Wandtafeln

ab. Zunächst gibt es keine einzuhaltende Mindestbreite für die einzelnen Wandscheiben. Diese müssen stets für die auf sie einwirkenden Horizontallasten separat nachgewiesen werden. Üblich ist eine Elementbreite von 125 cm, man kann aber gegebenenfalls für die Gebäudeaussteifung auch mit schmalerelementen arbeiten.

4.5.3 _ Dach- und Deckentafeln

Für Dach- und Deckentafeln wird entsprechend DIN 1052:2004-08 stets ein rechnerischer Nachweis gefordert. Die häufig zitierte und ebenso häufig entgegen den Ausführungsbedingungen umgesetzte „Scheibe nach DIN 1052-1 ohne rechnerischen Nachweis gemäß DIN 1052:1988-04“ gibt es in der Neufassung der Norm nicht mehr.

Neben dem Beplankungsmaterial und der Beplankungsdicke wird die Steifigkeit einer Tafel hauptsächlich durch Nagelanzahl und -abstand sowie Nageldurchmesser beeinflusst. Ferner spielen die Anzahl der nicht unterstützten Plattenstöße (Stöße, die nicht direkt auf einem Sparren oder Balken angeordnet sind) sowie die vertikale Auflast eine wesentliche Rolle. Da freie Plattenränder (schwebende Stöße) die Steifigkeit einer Dach- oder Deckentafel maßgebend beeinflussen, sind diese nur quer zu den Holzrippen zulässig.

4.5.4 _ Beanspruchung von Wandtafeln

Wandtafeln von Häusern im Holzrahmenbausystem werden durch Vertikal- und Horizontalkräfte in ihrer Ebene beansprucht. Während die vertikale Lastabtragung durch die Holzständer erfolgt, wird die Gebäudeaussteifung durch die auf den Rippen aufgebrachte tragende Beplankung aus Holz- oder Gipswerkstoffplatten sichergestellt. Dabei ist zu beachten, dass das Strebenmodell der DIN 1052:1988-04 nicht mehr gültig ist und in DIN 1052:2004-08 durch ein Schubfeldmodell ersetzt wurde. Der Anteil der Beplankung an der Abtragung vertikaler Lasten wird in der Regel rechnerisch vernachlässigt.

Eine aussteifende Beplankung der Wandtafeln kann innen, außen oder beidseitig aufgebracht werden. Die Beplankung muss über die Elementhöhe von Schwelle zu Rähm (üblicherweise die

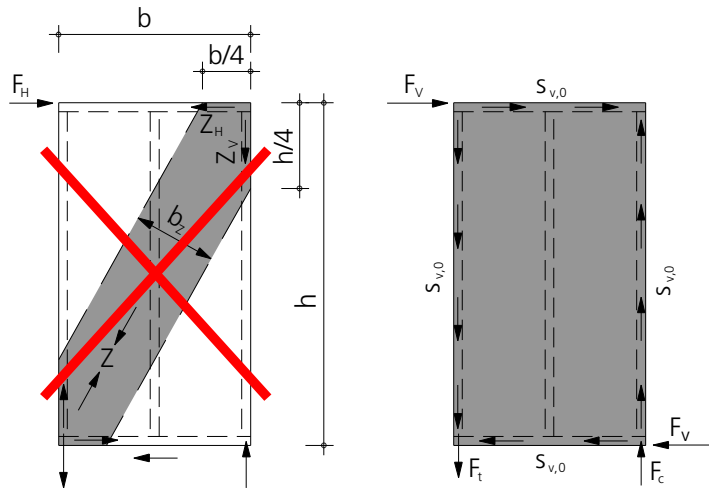


Abb. 4.19
 Veraltetes Strebenmodell (links) und aktuelles Schubfeldmodell (rechts)

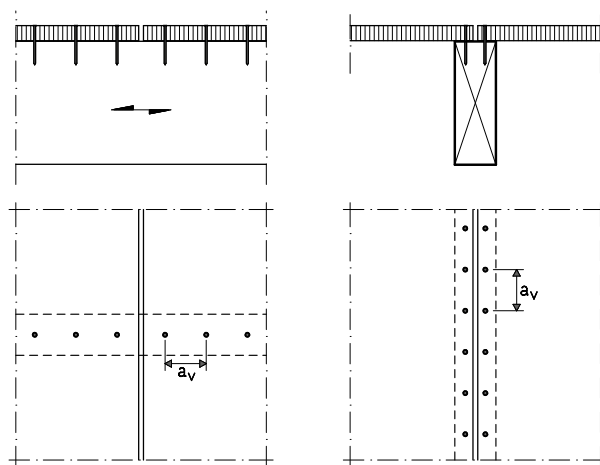


Abb. 4.20
 Freie Plattenränder bei Dach- und Deckentafeln (links) und schubsteif über eine Rippe verbundene Plattenränder

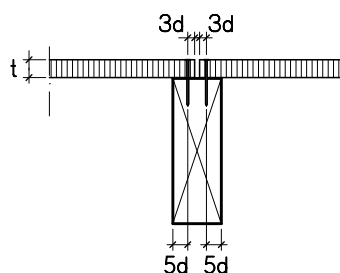


Abb. 4.21
 Verbindungsmittelabstände am Plattenrand

Wand- bzw. Geschosshöhe) durchgehen. Sofern waagerechte, schwebende Beplankungsstöße unvermeidlich sind, müssen diese mit Holzrippen (als horizontale Schubhölzer) kraftschlüssig hinterlegt werden; vertikale, schwebende Stöße sind unzulässig. Über die Wandhöhe darf maximal ein hinterlegter waagerechter Stoß je Tafелеlement ausgeführt werden.

Die Tragfähigkeit einer Wandtafel ist von folgenden Randbedingungen abhängig:

- Art und Abstand der verwendeten Verbindungsmittel,
- Art und Dicke der aufgetragenen Beplankung,
- Geometrie der Wandtafel,
- Art und Ausbildung der Endverankerung.

Die Beplankung von Wandtafeln kann üblicherweise aus folgenden Materialien bestehen:

- OSB-Platten,
- Spanplatten,
- Sperrholzplatten,
- MDF-Platten,
- Gipswerkstoffplatten,
- anderen zugelassenen Holzwerkstoffplatten.

In der Regel werden die Platten über Nägel oder Klammern mit den Holzrahmen (Ständer, Rähm und Schwelle) verbunden, bei nachgewiesener Qualifikation des Betriebs auch über Verklebung. Die Mindestrandabstände der Verbindungsmittel, sowohl in der Platte als auch in den Rahmenhölzern, dürfen insbesondere am Plattenstoß nicht unterschritten werden (siehe Abb. 4.21). Bei den vorgenannten üblichen Verbindungs-

mitteln ergibt sich daraus eine Mindestbreite der Holzquerschnitte von 60 mm.

Die Verbindungsmittel leiten die in Richtung des Rähms wirkenden Horizontalkräfte (in der Regel aus der Deckentafel) aus dem Rähm in die aussteifende Beplankung ein. Die Verbindungsmittelanzahl zwischen Rähm und Beplankung ist dadurch mitbestimmend für die horizontale Tragfähigkeit einer Wandscheibe. Der Verbindungsmittelabstand muss an allen Plattenrändern konstant sein. Bei der Verwendung von Nägeln oder Klammern bedeutet dies in der Regel einen Abstand des 20fachen Durchmessers (entspricht 50 mm bei der Verwendung von Nägeln mit 2,5 mm Durchmesser). Dabei darf ein maximaler Abstand von $a_v = 150$ mm am Plattenrand nicht überschritten werden (siehe Abb. 4.20).

Einzelne Öffnungen in der Beplankung dürfen bei der Berechnung der Beanspruchung vernachlässigt werden, wenn sie kleiner als 200 x 200 mm sind bzw. der Durchmesser eines kreisrunden Loches 280 mm nicht überschreitet. Bei Rippenabständen größer als die 50fache Beplankungsdicke werden genauere Nachweise erforderlich.

Maßgebend für die vertikale Tragfähigkeit einer Wandtafel ist die Schwellenpressung unter den Holzständern, weil die Festigkeiten von Holz in Faserrichtung wesentlich höher sind als quer zur Faser. Dabei ist zu beachten, dass sich die vertikale Tragfähigkeit der Wandscheibe mit zunehmender horizontaler Beanspruchung vermindert, da sich im druckbeanspruchten Endständer die Lasten aus horizontaler und vertikaler Beanspruchung addieren. In solchen Fällen kann an den Enden aussteifender Wandtafeln ein zusätzlicher Holzständer erforderlich werden.

4.5.5 _ Verankerung von Wandtafeln

Wandtafeln müssen kontinuierlich mit der Bodenplatte bzw. Kellerdecke zur Abtragung der horizontalen Lasten verbunden werden. Hierzu wird die Nivellierschwelle kontinuierlich (ca. alle drei Gefache) durch Steckanker mit der Bodenplatte verbunden. Der Verbund zwischen Nivellierschwelle und Wandelement geschieht durch Vernagelung bzw. Verklammerung der überstehenden Holzwerkstoffbeplankung.

Zusätzlich entstehen an den Enden der aussteifenden Wandtafeln Zug- und Druckkräfte, die in die Unterkonstruktion (meist Stahlbeton) einzuleiten und dort weiterzuverfolgen sind. Für den Anker als Endverankerung der Wandtafel gibt es zahlreiche zugelassene Stahlblechformteile. Diese übertragen die Zugkraft aus der Randrippe in die darunterliegenden Bauteile, beispielsweise die Bodenplatte aus Stahlbeton. Die Anker werden in Form eines schmalen Lochbleches auf den Holzständer hochgeführt und entsprechend der Zugkraft mit Kammnägeln an diesem befestigt. Zur Verbindung mit der Bodenplatte verwendet man Hochleistungsanker (Spreiz- oder Klebeanker), die für den gerissenen Beton bauaufsichtlich zugelassen sind.

Abb. 4.22
Schwellen- und Wandscheibenendverankerung infolge Horizontallast

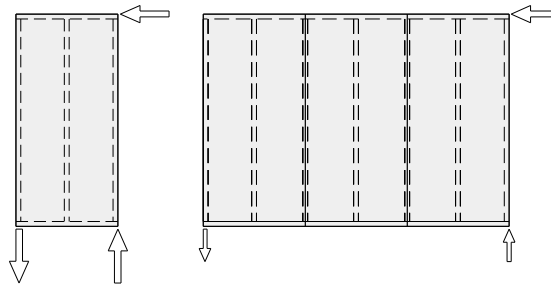
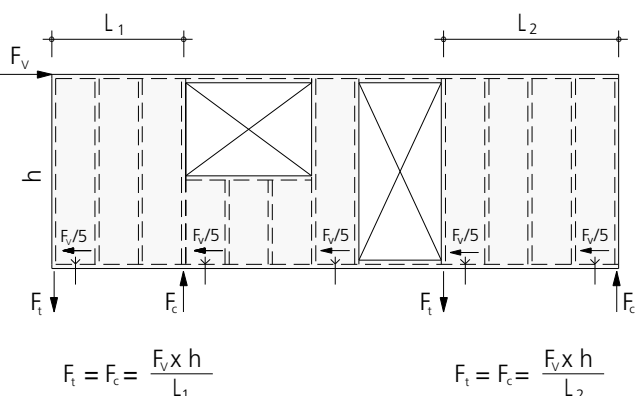


Abb. 4.23
Zusammenhang von Wandlänge zur Verankerungskraft

Die Dimensionierung der Verankerung hängt entscheidend davon ab, ob eine lange oder eine kurze Wand für die Aussteifung zur Verfügung steht. Wie Abb. 4.23 zeigt, erzeugt die gleiche Horizontalkraft an einer kurzen Wand aufgrund der ungünstigen Hebelverhältnisse wesentlich größere Zuglasten als an der langen Wand.

Beim Übergang vom oberen in das untere Geschoss sind diese Zug- und Druckkräfte neben der reinen Horizontalkraft ebenfalls von der unteren Tafel aufzunehmen. Stehen die aussteifenden Wandtafeln nicht direkt übereinander, muss der Kräfteverlauf besonders sorgfältig nachverfolgt werden.



Abb. 4.24
Verankerung der Nivellierschwelle

4.6 _ Verbindungsmittel im Holzrahmenbau

4.6.1 _ Allgemeines

Verbindungen von Nadelhölzern und Holzwerkstoffen im Holzrahmenbau können über mechanische Verbindungsmittel oder Klebungen erfolgen. Die Klebung (früher als Leimung bezeichnet) wird im Holzrahmenbau vorrangig im industriellen Herstellungsprozess der Tafeln angewendet und wird nachfolgend nicht näher beschrieben.

Für die Verbindung der Beplankungen oder Bekleidungen mit den Wandständern, den Deckenbalken oder den Dachsparren werden Nägel geringen Durchmessers oder Klammern eingesetzt. Zum Anschluss von Dachsparren, Deckenbalken, Randbohlen etc. verwendet man bevorzugt Sparrennägel mit einem Durchmesser von 6 mm, Schlüsselschrauben nach DIN 571 oder Schrauben mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Sparrennägel gehören normalerweise der Tragfähigkeitsklasse III an. Diese Sondernägel, wie Rillen- oder Kammnägel, sind dann erforderlich, wenn Zugkräfte entstehen können (beispielsweise auch beim Anschluss von Stahlblechformteilen).

Während Nägel durch DIN EN 10 230-1 geregelt sind, benötigen Klammern eine Eignungsprüfung entsprechend Anhang C.2 der DIN 1052:2004-08. Diese mechanischen Verbindungsmittel werden auf Abscheren beansprucht.

4.6.2 _ Abscherbeanspruchung

Die bei stiftförmigen Verbindungsmitteln auftretenden Verformungen resultieren aus Eindrückungen im Holz und aus Biegeverformungen des Stiftes. Während die Stiftverformungen von der verwendeten Stahlgüte und dem Verbindungsmitteldurchmesser abhängen, sind die Eindrückungen abhängig von der Lochleibungsfestigkeit, die für Vollholz, Holz- oder Gipswerkstoffe unterschiedlich ausfällt. Die Lochleibungsfestigkeit ist abhängig von der Rohdichte des Materials sowie ebenfalls dem Verbindungsmitteldurchmesser. Das Vorbohren von Nagelverbindungen wirkt sich positiv auf die Lochleibungsfestigkeit aus und steigert die Tragfähigkeit.

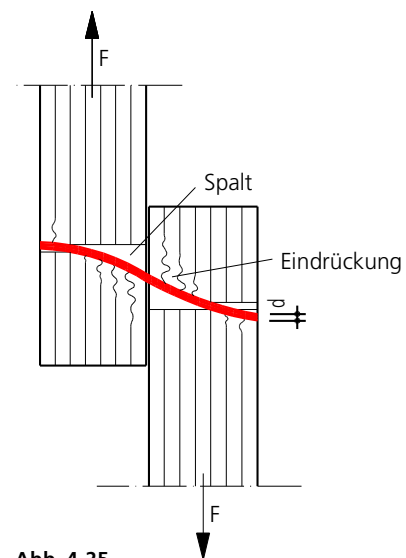


Abb. 4.25

Verformungsbild stiftförmiger Verbindungsmittel

Vereinfachter Nachweis

Für eine einschnittige Verbindung, wie sie im Holzrahmenbau in der Regel auftritt, sind entsprechend DIN 1052 sechs Versagensfälle möglich. So kann in einem oder beiden Holzbauteilen die Grenze der Lochleibungsfestigkeit erreicht werden. Ein Erreichen der Lochleibungsfestigkeit eines der Holzbauteile in Kombination mit dem Versagen der Stifte ist gleichfalls möglich. Schließlich können bei ausreichend dicken Holzbauteilen die Stifte versagen, ohne dass es zu nennenswerten Verformungen im Holz kommt.

Da die Ermittlung der Tragfähigkeit sämtlicher Versagensfälle bei einer Scherbeanspruchung zeitaufwändig ist, enthält DIN 1052 eine vereinfachte Nachweismöglichkeit. Unter der Voraussetzung, dass die Holzbauteile ausreichend dick bemessen sind, wird es lediglich Verformungen des Stahlstiftes geben; es muss daher nur dieser entsprechende Versagensfall untersucht werden. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, erreichen die Holzbauteile also nicht die geforderte Mindestholzdicke, muss die Tragfähigkeit abgemindert werden.

Damit die volle Tragfähigkeit angesetzt werden darf, müssen Nägel und Klammern darüber hinaus eine Mindesteinbindetiefe im rückwärtigen Holz aufweisen: $9 \cdot d$ bei Nägeln, $8 \cdot d$ bei Klammern. Bei zu geringer Verankerung ($< 4 \cdot d$) dürfen die Verbindungsmittel überhaupt nicht tragend angesetzt werden, da sie sich bei Belastung leicht aus dem Holz herausziehen würden. Im Bereich zwischen diesen beiden Grenzen dürfen die Verbindungsmittel nur mit verminderter Tragfähigkeit herangezogen werden.

Die gängigen Tabellenbücher, wie beispielsweise Wendehorst oder Schneider, haben die Anforderungen der DIN 1052:2004-08 für den vereinfachten Nachweis, getrennt für die verschiedenen Verbindungsmittel, tabellarisch aufbereitet. Die Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels kann damit in den Standardfällen einfach bestimmt werden.

Durch Multiplikation der charakteristischen Tragfähigkeit mit dem Modifikationsbeiwert k_{mod} (siehe auch Kapitel 4.2.4) werden die klimatischen Umgebungsbedingungen und die Dauer der Lasteinwirkung auf die Tragfähigkeit berücksichtigt.

Spaltgefahr

Da Vollholz beim Einschlagen von Nägeln spalten kann, muss bei nicht vorgebohrten Nagelverbindungen, abhängig vom Verbindungsmitteldurchmesser sowie der Rohdichte des Holzes, eine definierte Mindestholzdicke eingehalten werden. Dabei gilt für NH C24 und Nägel bis 6,0 mm Durchmesser eine Mindestholzdicke von $14 \cdot d$. Für Kiefernholz dürfen diese Werte wegen der geringeren Spaltgefahr um fünfzig Prozent reduziert werden. Diese Anforderung gilt entsprechend DIN 1052, Abschnitt 4 (3) nicht für die bewährten Dachlattenquerschnitte, die in den berufsgenossenschaftlichen Regeln für das Dachdecker- und Zimmerhandwerk angegeben sind.

„Wendehorst

Bautechnische Zahlentafeln“
[20]

„Schneider –

Bautabellen für Ingenieure“
[21]

Weitere Hinweise

- Die Tragfähigkeit eines Nagels ist unabhängig vom Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung. Bei anderen Verbindungsmitteln mit einem Durchmesser $d > 8$ mm ist die Tragfähigkeit bei Kraftangriff schräg zur Faser abzumindern.
- Die volle Tragfähigkeit einer Klammer darf nur dann angesetzt werden, wenn der Winkel zwischen Holzfaserrichtung und Klammerrücken mindestens 30° beträgt. Ansonsten ist die Tragfähigkeit um 30% zu reduzieren.
- Werden Holzwerkstoffe an Holzbauteile angeschlossen, dürfen Nägel und Klammern nicht mehr als 2 mm tief versenkt werden.
- Nägel und Klammern, die in Faserrichtung des Holzes eingetrieben sind, dürfen nicht zur Kraftübertragung in Rechnung gestellt werden.
- Vorgebohrte Verbindungsmittel verringern die Spaltgefahr des Holzes und wirken sich daher günstig auf das Tragverhalten aus. Dabei können die Verbindungsmittelabstände reduziert werden.

Tabelle 4.7 Abstände für nicht vorgebohrte Nägel und Klammern im Holzrahmenbau

Maximale Abstände untereinander ¹⁾		Abstand im Holz	Abstand in der Platte
in Faserrichtung	Nägel	$\leq 40 \cdot d$	$\leq 40 \cdot d$
	Klammern	$\leq 80 \cdot d$	$\leq 80 \cdot d$
rechtwinklig zur Faserrichtung	Nägel	$\leq 20 \cdot d$	$\leq 40 \cdot d$
	Klammern	$\leq 40 \cdot d$	$\leq 40 \cdot d$
Minimale Abstände untereinander		Abstand im Holz	Abstand in der Platte
in Faserrichtung (Kraft \parallel zur Faser)	Nägel ²⁾	$10 \cdot d$	$10 \cdot d^{3)}$
	Klammern	$15 \cdot d^{4)}$	$15 \cdot d^{4)}$
in Faserrichtung (Kraft \perp zur Faser)	Nägel ²⁾	$5 \cdot d$	$5 \cdot d^{3)}$
	Klammern	$10 \cdot d^{4)}$	$10 \cdot d^{4)}$
rechtwinklig zur Faserrichtung (unbeanspruchter Rand)	Nägel ²⁾	$5 \cdot d$	$3 \cdot d^{5)}$
	Klammern	$8 \cdot d^{4)}$	$10 \cdot d^{4)}$

¹⁾ Haben die Platten nur aussteifende Funktion, ist ein Abstand bis zu $80 \cdot d$ zulässig.

Bei Gipskarton-Holz-Verbindungen gelten abweichende Maße.

²⁾ Charakteristische Holzrohddichte $\leq 420 \text{ kg/m}^3$, $d < 5 \text{ mm}$

³⁾ Für Sperrholz-Holz-Verbindungen gelten die 0,85fachen Werte der Tabelle 10 in DIN 1052:2004-08 (Abstände untereinander)

⁴⁾ Winkel zwischen Kraft und Holzfaserrichtung = 30°

⁵⁾ Für Gipskartonplatten $7 \cdot d$

- Zwischen den Verbindungsmitteln sind die in der Norm definierten Mindestabstände einzuhalten, weil ansonsten die Gefahr besteht, dass das Holz aufspaltet. Für Klammern bis zu einer Rückenbreite $\leq 10 \cdot d$ beziehen sich diese Abstände auf die Klammerachse, bei breiteren Klammern ist jeder Klammerschaft für sich zu betrachten.
- Die Mindestabstände für Nägel vom unbeanspruchten Holzwerkstoffrand betragen $3 \cdot d$, vom beanspruchten Rand sind bei OSB- und kunstharzgebundenen Spanplatten $7 \cdot d$ erforderlich (bei Sperrholz $4 \cdot d$).
- Hintereinander angeordnete stiftförmige Verbindungsmittel ($d \geq 6 \text{ mm}$) erhöhen die Spaltgefahr für das Holz und müssen auf eine effektiv wirksame Anzahl begrenzt werden. Der Verbindungsmittelabstand spielt hierbei eine wesentliche Rolle.

4.6.3 _ Zugbeanspruchung

Stiftförmige Verbindungsmittel können auch auf Zug beansprucht werden (beispielsweise durch Windsog). Dabei dürfen glattschaftige Nägel nur kurzfristig beansprucht werden, da sie nicht ausreichend wirksam mit dem Holz verzahnt sind. Bei auf Zug beanspruchten Verbindungsmitteln (wie beispielsweise Schrauben) gibt es grundsätzlich drei mögliche Versagensformen:

- Herausziehen des Verbindungsmittels aus dem Holz,
- Kopfdurchziehen des Verbindungsmittels durch das befestigte Holzbauteil,
- Zugversagen des Verbindungsmittels (nur bei Schrauben).

Entsprechend ihrem Widerstand gegen Herausziehen aus dem Holz bzw. Kopfdurchziehen werden Nägel, Klammern und Schrauben in jeweils drei verschiedene Tragfähigkeitsklassen eingeteilt (1, 2, 3 bzw. A, B, C). Klammern sind wegen ihrer Beharzung wie Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 2 eingestuft.

5_Bauphysik

5.1 _ Allgemeines

Qualität und Lebensdauer eines Hauses werden wesentlich von der Energieeffizienz und der bauphysikalischen Funktionstüchtigkeit bestimmt. Diesbezüglich zeichnet sich der Holzrahmenbau als hochentwickeltes Bausystem mit weitgehend qualitätsüberwachter Ausführung aus. Der Holzrahmenbau ist prädestiniert zur Erstellung energetisch optimierter Gebäude, die sich gleichzeitig durch ein hohes Maß an Wohnqualität auszeichnen. Dazu zählen beispielsweise Niedrigstenergie- oder Passivhäuser.

Die bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes sind untrennbar mit der Statik und der architektonischen Entwurfsidee verbunden. Aufgrund gesteigerter Anforderungen an den Wohnkomfort und die energetische Qualität ist eine frühzeitige Einbeziehung der Aspekte des Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutzes erforderlich. Infolge der multifunktionalen Bauteile im Holzrahmenbau sollte dies zu einer engen Abstimmung zwischen Architekt und Fachingenieuren führen.

Abb. 5.01

Funktionsschichten
der Außenwand

- Fassadenbekleidung
- Winddichtungsebene
- Dämm- und Tragebene
- Luftdichtungsebene
- Innenausbau

> hh 1/1/8

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**

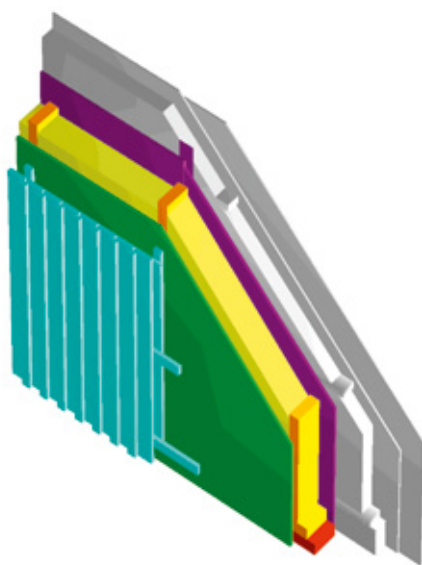
holzbau handbuch

Reihe 1, Teil 1, Folge 8

„Funktionsschichten und

Anschlüsse im Holzhausbau“

[22]



Funktionsschichten

Bei den Bauteilen im Holzrahmenbau sind jeder Schicht eine oder mehrere Funktionen zugeordnet. Die Materialeigenschaften, die Schichtdicken und ihre Anordnung sind aufeinander abzustimmen. Die Holzrahmenbauteile müssen alle wichtigen Funktionen eines Außenbauteils gleichzeitig erfüllen:

- Luftdichtheit,
- Winddichtheit,
- Wärmedämmung,
- Feuchteschutz,
- Schallschutz,
- Brandschutz,
- Holzschutz,
- Lastabtragung und Aussteifung.

Die physikalischen Zusammenhänge und die baupraktisch relevanten Detailfragen machen Abstimmungen nötig. Beispielsweise sollten bei der Planung des Wärmeschutzes die Anforderungen an den Feuchteschutz berücksichtigt werden, da der Feuchtegehalt der Materialien entscheidenden Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit eines Bau- oder Dämmstoffes und die Dauerhaftigkeit der Konstruktion hat.

Die Zuordnung der Funktionen zu den einzelnen Schichten ist aus Abb. 5.01 ersichtlich. Besonders die Bauteilanschlüsse müssen fachgerecht geplant und ausgeführt werden. In der Schrift „Funktionsschichten und Anschlüsse im Holzhausbau“ werden diese Zusammenhänge ausführlich dargestellt (siehe hh 1/1/8).

5.2 _ Wärmeschutz

5.2.1 _ Ziele

Ziel des baulichen Wärmeschutzes ist es, zu jedem Zeitpunkt im Gebäude ein dauerhaft behagliches, d.h. ein ausreichend temperiertes und hygienisches Raumklima zu gewährleisten. Dazu zählen neben Temperatur und Luftfeuchte auch Oberflächentemperatur und Raumluft-hygiene. Auf der Innenseite von Außenbauteilen soll die Oberflächentemperatur deutlich über 12,6° C liegen, damit Tauwasser und erhöhte oberflächennahe Luftfeuchten verhindert werden, die u.a. das Schimmelwachstum begünstigen.

Angesichts steigender Energiekosten und der Notwendigkeit, den Energiebedarf bzw. -verbrauch des Gebäudes durch einen Energiepass zu belegen, ist der Holzrahmenbau ein zukunfts-sicheres Bausystem. Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz können bei Holzrahmen-bauten baustoff- und konstruktionsbedingt einfach erfüllt werden. Der größte Teil der Däm-mung und damit der Dämmwirkung liegt in der Konstruktionsebene und liefert den wesentlichen Beitrag zur Einhaltung des geforderten Wärme-schutzniveaus. Werden weitere Verbesserungen gewünscht, kann die Bauteiltiefe entsprechend vergrößert werden. Meist ist es jedoch sinnvol-ler, auf der Außenseite weitere Dämmschichten in Form eines plattenförmigen Dämmstoffs aufzubringen und damit das Gefach von außen zu schließen. Auf der Innenseite kann eine aus funktionalen Gründen gegebenenfalls zusätzlich geplante Installationsebene ausgedämmt werden. Ohne gesonderten Nachweis sollte diese Dämm-ebene nicht mehr als ca. 20% der Dämmwirkung erzielen, erfahrungsgemäß sind bis zu 1/3 der

gesamten Wärmedämmung auf der Raumseite der Luftdichtheitsebene feuchteschutztechnisch unproblematisch.

Eine Verbesserung der Gesamtenergiebilanz kann durch den Einsatz regenerativer Energien und leistungsfähiger Haustechnik erfolgen. Hierfür stehen beispielsweise

- Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und
- kontrollierte Lüftungssysteme mit Wärmerück-gewinnung und/oder Heizungsunterstützung

zur Verfügung, so dass man Heizanlagen in ihrem Leistungsumfang reduzieren oder sogar ganz darauf verzichten kann. **Einer energie-tisch hochwertigen Gebäudehülle ist jedoch immer der Vorzug vor einer besonders effizienten Anlagentechnik zu geben, da die Aggregate eine geringere technische Lebensdauer haben als die Bausubstanz und zusätzlich Wartungskosten anfallen.**

5.2.2 _ Vorschriften und Anforderungen

Der Nachweis des Wärmeschutzes erfolgt nach der Energieeinsparverordnung [EnEV]. Die EnEV erfasst die Energieaufwendungen für den Betrieb eines Gebäudes ganzheitlich, d.h., es werden neben dem Wärmebedarf auch der Energie-bedarf zur Steuerung der Heizungsanlage sowie die Energieverluste aus Verteilung und Effizienz des Energieträgers berücksichtigt und im soge-nannten „Primärenergiebedarf“ ausgedrückt.

Die Novellierung der EnEV im Jahr 2007 basiert auf der EU-Richtlinie zur „Gesamtenergieeffizi-enz von Gebäuden“. Damit wird die geforderte Ausstellung von Energieausweisen geregelt, die bei Vermietung oder Verkauf eines Gebäudes

EnEV
Verordnung über einen
energiesparenden Wärme-
schutz und energie-
sparende Anlagentechnik
bei Gebäuden

oder einer Wohnung dem Interessenten auszuhandigen ist. Die Ergebnisse der Berechnungen nach der EnEV werden in einem solchen Energieausweis festgehalten, der Käufern, Mietern oder sonstigen Nutzern zugänglich gemacht werden muss.

Bei öffentlich geförderten Wohnbauprojekten sind gegebenenfalls zusätzliche Richtlinien oder Verfahren anzuwenden und nachzuweisen. Diese Verfahren setzen meist strengere Maßstäbe an, erfassen aber auch genauer die örtlichen und baulichen Randbedingungen.

Für kleine Gebäude oder entsprechende Anbauten an bestehende Häuser bis 50 m² Nutzfläche (früher 100 m³ beheiztes Gebäudevolumen) kann der Energieeinsparnachweis auf die Einhaltung bauteilbezogener Anforderungen an den U-Wert unter Beachtung der anlagentechnischen Anforderungen beschränkt werden (siehe Tabelle 5.1).

Tabelle 5.1
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei Neu- und Anbauten mit Nutzfläche bis 50 m²

Bauteil	U_{\max} (W/(m ² ·K))
Außenwand	0,45
Fenster	1,70
Dächer	0,30
Decken gegen Außenluft	0,30
Flachdach	0,25
Decken/Wände gegen unbeheizt	0,50

5.2.3 _ Winterlicher Wärmeschutz

Der winterliche Wärmeschutz ist im Wesentlichen von den Dämmeigenschaften der Außenbauteile abhängig. Kennzeichnende Größe hierfür ist der Wärmedurchgangskoeffizient, der sogenannte U-Wert. Er ist das Maß für den Wärmestromdurchgang durch eine oder mehrere Materialschichten, wenn auf beiden Seiten verschiedene Temperaturen anliegen:

U-Wert

Der U-Wert gibt die Energiemenge an, die in einer Sekunde durch eine Fläche von 1 m² fließt, wenn sich die beidseitig anliegenden Lufttemperaturen um 1 K unterscheiden. Die Einheit ist W/(m²·K). Sein Kehrwert ist der Wärmedurchgangswiderstand R_T in (K·m²)/W.

- Je **höher** der Wärmedurchgangskoeffizient U, desto **schlechter** ist die Wärmedämmeigenschaft.
- Je **höher** der Wärmedurchgangswiderstand R_T , desto **besser** ist die Wärmedämmeigenschaft.

Der Wärmedurchgang eines Bauteils hängt von den Wärmeleitfähigkeiten λ , der verwendeten Materialien und deren Schichtdicken d sowie von der Bauteilgeometrie und den Übergangsbedingungen an den Bauteiloberflächen ab.

Generell setzt sich der Wärmedurchgangswiderstand aus der Summe der Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen, hintereinander liegenden Bauteilschichten sowie der Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} zu den beiden Oberflächen zusammen:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_{se}$$

$$U = 1/R_T$$

Mindestwärmeschutz

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz zur Vermeidung von Bauschäden ergeben sich nach DIN 4108-2. Dieses Niveau liegt für übliche Gebäude weit unter den Anforderungen der EnEV. Für Außenbauteile eines Holzrahmenbauhauses ist lediglich darauf zu achten, dass für den Gefachbereich dieser leichten Bauteile mit einer flächenbezogenen Gesamtmasse unter 100 kg/m^2 der Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstands von $R = 1,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ überschritten wird, was einem U-Wert von ca. $0,57 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ entspricht.

Luftdichtheit

Für den Energiehaushalt eines Gebäudes während der Heizperiode ist die Luftdichtheit der Gebäudehülle von großer Bedeutung, um Wärmeverluste infolge ungewollter Undichtigkeiten zu vermeiden. Der Lüftungswärmeverlust stellt jene Wärmemenge dar, die in der Praxis durch Lüftungsvorgänge, Undichtheiten wie Fugen, Schornsteinzug usw. aus dem Haus entweicht. Ein Gebäude muss zur Vermeidung von Energieverlusten, Bauschäden und Behaglichkeitsdefiziten dauerhaft luftdicht sein. Der Ausbildung der Umfassungsbauteile, insbesondere der Bauteilfugen, kommt daher besondere Bedeutung zu (siehe Kapitel 5.3.3). Wird die Luftdichtheit der Gebäudehülle durch einen Blower-Door-Test (siehe Kapitel 3.9) nachgewiesen und dokumentiert, stellt sich das Rechenergebnis des Primärenergieverbrauchs nach EnEV günstiger dar.

Mit der geforderten Energieeffizienz von Gebäuden sind auch die Anforderungen an die Luftdichtheit gestiegen. Dabei beschreibt der n_{50} -Wert die Luftwechselrate bei einer mechanisch erzeugten Druckdifferenz von 50 Pa. Dieser wird durch die Luftdichtheitsmessung (Blower-

Door-Messung) überprüft. Nach EnEV und DIN 4108-7 gelten folgende Anforderungen an die Luftwechselrate von beheizten Gebäuden:

Tabelle 5.2
Luftwechselrate n_{50}

Ausbaustandard	n_{50}
ohne raumluftechnische Anlage	$3,0 \text{ h}^{-1}$
mit raumluftechnischer Anlage	$1,5 \text{ h}^{-1}$
Passivhäuser	$0,6 \text{ h}^{-1}$

Darüber hinaus können solare Wärmegewinne durch die Südorientierung der Fensterflächen erzielt werden. Hierbei sind zugleich die Bedingungen für den sommerlichen Wärmeschutz zu beachten.

Ansatz der

Luftwechselrate:

mit Prüfung: $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$

ohne Prüfung: $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$

der Luftdichtheit

5.2.4 _ Sommerlicher Wärmeschutz

Während für den Nachweis des winterlichen Wärmeschutzes nach EnEV eine Betrachtung der gesamten wärmeübertragenden Gebäudehülle ausreicht, sind beim sommerlichen Wärmeschutz sogenannte kritische Räume oder Raumgruppen zu betrachten. Zu diesen zählen u.a. Schlafzimmer, Wohn- und Essbereiche oder Arbeitszimmer, also für einen dauerhaften Aufenthalt von Personen vorgesehene Bereiche.

Maßgebend für den Energieeintrag sind die Fensterfläche und die eingebaute Qualität der Verglasung. Der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) beschreibt, wie viel Energie im Raum tatsächlich ankommt. Je größer der g-Wert ist, umso größer ist der Energieeintrag in den Raum. Dieser Effekt wird im Winter gewünscht, im Sommer kann dies jedoch zu unerwünscht hohen Raumtemperaturen führen. Um das Eindringen von Wärmeenergie wirkungsvoll zu verhindern, sind bei Fenstern und Verglasungen primär außenliegende Verschattungselemente vorzusehen. Mit dem Inkrafttreten der EnEV 2007 ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2, Abschnitt 2 obligatorisch.

Der sommerliche Wärmeschutz wird darüber hinaus von der Speicherfähigkeit der Bauteile und Baustoffe bestimmt. Eine Verbesserung ist beispielsweise durch die Materialwahl beim Dämmstoff zu erzielen. Zellulosedämmstoffe und insbesondere Holzfaserdämmstoffe mit einer gegenüber Mineralfaserdämmstoffen höheren Rohdichte und besseren Wärmespeicherkapazität dämpfen den Wärmedurchgang durch die

Außenbauteile und verschieben so die Wärmeabgabe in die Nachtstunden (Phasenverschiebung), in denen sie abgelüftet werden können.

Kennzeichnend hierfür ist das Temperaturamplitudenverhältnis (TAV), welches das Verhältnis der maximalen Temperaturschwankung (Amplitude) an der raumseitigen Bauteiloberfläche zur maximalen Temperaturschwankung an der äußeren Bauteiloberfläche beschreibt. Je kleiner der TAV-Wert, desto größer die Dämpfung. Den Kehrwert nennt man Temperaturamplitudendämpfung (TAD). Die Phasenverschiebung ist der Zeitraum zwischen dem Auftreten der höchsten Temperatur auf der Außenoberfläche eines Bauteils bis zum Erreichen der höchsten Temperatur auf der Innenseite und ist abhängig von der Wärmespeicherfähigkeit der Bauteilschichten. Es sollte eine Phasenverschiebung von mehr als 10 Stunden angestrebt werden.

5.2.5 _ Dämmstandards

Aus dem für das individuelle Projekt festzulegenden Wärmeschutzniveau (z.B. EnEV, KfW 60, KfW 40, Passivhaus) ergeben sich zugehörige gängige U-Werte mit Dämmdicken für Wand, Dach, Fenster und Boden. Zur Orientierung kann Tabelle 5.3 dienen, die reine Dämmschichtdicken (ohne Berücksichtigung des Einflusses der Tragkonstruktion) angibt.

Niedrigenergiebauweise

Mit der EnEV wurde das Niedrigenergiehaus quasi zum Standard erhoben. Der Begriff ist als solcher weder eindeutig definiert noch geschützt. Um in den Genuss einer Förderung zu kommen, genügt es demnach nicht, ein Niedrigenergiehaus zu bauen. Aktuelle Förderprogramme zielen beim Neubau eher auf die Kriterien der Förderinstitutionen (z.B. KfW) oder den Passivhausstandard.

Um das Ziel eines möglichst niedrigen Energieverbrauchs zu erreichen, sind folgende Planungskriterien vom ersten Entwurf bis in die Details konsequent zu erfüllen:

- gut bis sehr gut dämmende Außenbauteile (geringe Transmissionswärmeverluste),
- Ausbildung einer luftdichten Außenhülle (Luftwechselrate $n_{50} < 1,0$),
- Reduzierung der Wärmebrücken (siehe hh 3/2/7),
- kompakte Gebäudehülle (AV möglichst klein),
- Berücksichtigung solarer Wärmegewinne.

> hh 3/2/7
INFORMATIONSDIENST HOLZ
 holzbau handbuch
 Reihe 3, Teil 2, Folge 7
 „Wärmebrücken“ [23]

Tabelle 5.3

Anforderungen an Dächer und Wände, erforderliche U-Werte und beispielhafte Dämmdicken d (für $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)

		Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2	EnEV 2007 (Erneuerung)	EnEV 2007 (Neubau)	KfW-60- Standard ¹⁾	KfW-40- Standard ¹⁾	Passivhaus- standard
Wand	U (W/m ² ·K)	0,83	0,35	ca. 0,25	ca. 0,20	ca. 0,15	< 0,15
Wand	d (cm)	4	11	16	20	26	> 30
Dach	U (W/m ² ·K)	1,11	0,30	ca. 0,22	ca. 0,20	ca. 0,15	< 0,15
Dach	d (cm)	3	13	18	20	26	> 35

¹⁾ Der KfW-60- bzw. KfW-40-Standard benennt einen zulässigen Primärenergiebedarf von 60 bzw. 40 kWh/(m²·a) sowie verschärfte Anforderungen an den Transmissionswärmeverlust

> hh 1/3/10

INFORMATIONSDIENST HOLZ

holzbau handbuch

Reihe 1, Teil 3, Folge 10

„Das Passivhaus –

Energie-Effizientes-Bauen“

[24]

> hh 3/2/7

INFORMATIONSDIENST HOLZ

holzbau handbuch

Reihe 3, Teil 2, Folge 7

„Wärmebrücken“ [23]

Passivhäuser

Im Holzrahmenbau lassen sich Passivhäuser sehr gut umsetzen (siehe hh 1/3/10). Es handelt sich hierbei um Gebäude, die keine Heizungsanlage im herkömmlichen Sinn benötigen. Der Heizenergiebedarf wird zu großen Teilen aus Wärmegewinnen durch Sonneneinstrahlung sowie der Abwärme von Personen und technischen Geräten gedeckt. Der verbleibende Heizenergiebedarf kann durch eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Zuluftnachheizung gedeckt werden. Das Ergebnis ist ein mit minimalem Energieverbrauch gekoppelter hoher Wohnkomfort. Die Bauweise ist nicht auf bestimmte Gebäudetypen beschränkt: Es gibt z.B. auch Schulen, Verwaltungsgebäude, Umbauten und Sanierungsvorhaben, bei denen der Passivhausstandard erreicht wurde.

Ein Passivhaus muss folgende Kriterien erfüllen:

- Jahresheizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Heizlast $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$,
- Luftdichtigkeit $n_{50} \leq 0,60 \text{ h}^{-1}$,
- Primärenergiebedarf $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ (inkl. aller elektrischen Verbraucher).

Die bedeutendste Einsparung im Vergleich zum konventionellen Wohnungsbau wird beim Heizenergiebedarf mit höchstens $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ erzielt. Dies entspricht umgerechnet etwa 1,5 Litern Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche im Jahr.

Bei der Passivhausbauweise kommt den Wärmebrücken besondere Bedeutung zu. Deshalb werden auf dem Markt wärmebrückenoptimierte Systeme (Dämmständer, Tragsysteme für besondere Bauteildicken etc.) angeboten.

5.2.6 _ Wärmebrücken

Durch Wärmebrücken treten zusätzliche Transmissionswärmeverluste auf, die durch den Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ (bei linienförmigen Wärmebrücken in W/mK , bei punktförmigen je Wärmebrücke in W/K) beschrieben werden.

Die Energieverluste über Wärmebrücken sind bei den üblichen Konstruktionsdetails im Holzrahmenbau vergleichsweise gering (siehe hh 3/2/7).

Prinzipiell unterscheidet man geometrische und materialbedingte Wärmebrücken:

- **Geometrische Wärmebrücken** ergeben sich überall dort, wo die wärmeabgebende Außenfläche größer als die dazugehörige Innenfläche ist, etwa bei Außenecken. Die geometrischen Wärmebrücken lassen sich durch den Entwurf einer kompakten Gebäudehülle reduzieren. Durch Versprünge, Erker oder Gauben muss unter Umständen eine Vielzahl von Wärmebrücken berücksichtigt werden. Mit ihnen vergrößert sich auch die Verlustfläche im Verhältnis zum beheizten Gebäudevolumen.
- **Materialbedingte Wärmebrücken** ergeben sich aus der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit der Materialien. Bindet ein gut wärmeleitendes Material von der warmen zur kalten Seite durch, so geht die Wärmeenergie verloren. Durch entsprechende Detaillierung lassen sich die Auswirkungen weitgehend reduzieren. Obwohl Holzrahmenbaukonstruktionen bezüglich Wärmebrücken gegenüber dem Massivbau deutlich günstiger zu bewerten sind, gibt es auch hier zu minimierende Anschlussdetails, beispielsweise durchbindende Pfetten oder Fensterrahmen.

Im Nachweis nach EnEV können Wärmebrücken auf drei verschiedenen Wegen berücksichtigt werden:

- Werden Wärmebrücken nicht explizit betrachtet, sind alle U-Werte der Außenbauteile pauschal mit einem Wärmebrückenzuschlag $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zu beaufschlagen. Angesichts der guten U-Werte für die Außenbauteile im Holzrahmenbau führt diese Vorgehensweise zu einer ungünstigen und unwirtschaftlichen Bilanzierung (Abschlag von 50% bei $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
- Im Beiblatt 2 zu DIN 4108 sind Prinzipskizzen von Anschlussdetails zur Verminderung von Wärmebrückenwirkungen aufgeführt, bei deren Umsetzung der Wärmebrückenzuschlag pauschal mit $\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erfolgen kann. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die im Beiblatt aufgeführten Details nicht immer den aktuellen Stand der (Holzbau-)Technik abbilden. Die EnEV ermöglicht es zwar, energetisch adäquate Detailanschlüsse auszuführen, jedoch wird für diese Details ein rechnerischer Nachweis der Gleichwertigkeit erforderlich.
- Werden die Wärmebrücken grundsätzlich rechnerisch mit dem längenbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ erfasst, kommen die Vorteile des Holzrahmenbaus besonders zur Geltung.

Wärmebrückenzuschläge von $\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ oder gar $\Delta U_{\text{WB}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ werden der Qualität des Holzrahmenbaus üblicherweise nicht gerecht, denn wärmetechnisch gut ausgeführte Details führen zu deutlich günstigeren Werten. Speziell im Holzbau werden häufig ΔU_{WB} -Werte kleiner $0,01 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erreicht. Parametervariationen zu 50 Details üblicher Regelquerschnitte sind mit [25] möglich und erlauben es, die Wirksamkeit von konstruktiven Maßnahmen abzuschätzen.

5.3 _ Feuchteschutz

5.3.1 _ Ziele

Der Feuchteschutz im Holzrahmenbau umfasst alle baulichen Maßnahmen, um Holzkonstruktionen vor unzuträglicher Feuchteinwirkung durch äußere und nutzungsbedingte Einflüsse zu schützen. Zwischen dem Feuchteschutz, dem Wärmeschutz und dem Holzschutz besteht ein direkter Zusammenhang. Feuchteschutzmaßnahmen verhindern eine unzuträgliche Verminderung der Wärmedämmwirkung und sorgen dafür, dass keine Schäden an der Holzkonstruktion entstehen, die aus einer dauerhaften Erhöhung der Holzfeuchte resultieren könnten.

5.3.2 _ Feuchteinwirkungen

Witterungseinflüsse

Direkte Feuchteinwirkungen aus Witterungseinflüssen sind während der Montage von Holzbauteilen nicht ganz auszuschließen. Ungeachtet dessen, dass vorwiegend vorgefertigte, geschlossene Elemente eingesetzt werden, die in kurzer Zeit montiert werden können, ist auf einen ausreichenden Witterungsschutz während der Bauphase zu achten. Für Gebäude mit konstruktionsbedingt längeren Montagezeiten muss ein definierter Witterungsschutz ausgeschrieben werden, der fachmännisch zu errichten und vorzuhalten ist.

Sonstige Witterungseinflüsse während der Nutzungsphase, wie etwa eine Schlagregenbeanspruchung, sind im Holzrahmenbau durch die fachgerechte Ausführung eines Wetterschutzes an Außenbauteilen unproblematisch. Konkrete Angaben zur Ausführung sind in DIN 68 800-2 und DIN 4108-3 enthalten (siehe Kapitel 5.4 Holzschutz).

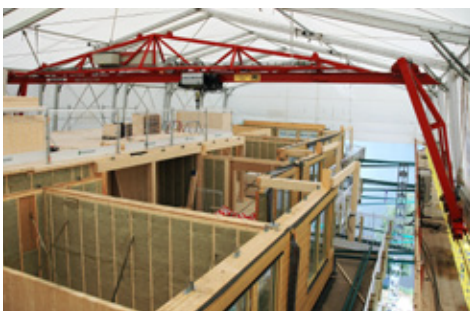


Abb. 5.02 und Abb. 5.03

Temporärer Witterungsschutz
Kv Limnologen, Växjö,
Architekten: ArkitektBolaget

Holzfeuchte

Im Holzrahmenbau werden grundsätzlich trockene Konstruktionshölzer und Holzwerkstoffe verwendet. Die seit über zehn Jahren marktübliche Verwendung getrockneter Vollholzprodukte (Konstruktionsvollholz wie KVH® oder MH®) wurde im Jahr 2000 in die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV DIN 18 334 in VOB/C Zimmer- und Holzbauarbeiten) mit zusätzlichen Anforderungen für den Holzhausbau übernommen. Danach beträgt die zulässige Holzfeuchte (u_m) 18 Masseprozent (siehe hh 4/2/3). Im Holzrahmenbau werden vorwiegend Konstruktionsvollhölzer (KVH®, MH®) mit einer Holzfeuchte von 15 ± 3 % und Holzwerkstoffe mit einer Lieferfeuchte von 9 bis 12 % verarbeitet, so dass durch die Materialien der Tragkonstruktion selbst keine erhöhten Feuchteeinwirkungen vorliegen. Eine Kontrolle der Holzfeuchte erfolgt seitens des ausführenden Unternehmens beim Wareneingang, der Montage und beim Beginn der weiterführenden Ausbaugewerke. Sie wird dokumentiert.

Durch die Verwendung trockener Hölzer und Holzwerkstoffe führt eine eventuelle Befeuchtung während der Montage nur zu unerheblich höheren Holzfeuchten, weil die Wasseraufnahme nur langsam erfolgt und auf die Bauteiloberfläche begrenzt bleibt. Durch Bewitterung ausnahmsweise feucht gewordene Holzbauteile müssen allerdings vor dem Verschließen bzw. vor dem Aufbringen weiterer Beplankungen abtrocknen können. In diesem Fall muss eine Überprüfung der Holzfeuchte erfolgen.

Baufeuchte

Während der Ausbauphase kann durch Estricharbeiten (Nassestriche) und Putzarbeiten eine weitere Feuchtebeanspruchung auf die Holzbauteile einwirken. In der Bauphase müssen diese Einwirkungen dann besonders berücksichtigt werden, wenn ungedämmte Außenbauteile vorhanden sind und hohe Luftfechtigkeiten auf kalte Bauteiloberflächen treffen können. Dies gilt beispielsweise für Wandelemente, die erst einige Tage nach der Montage mit Zellulosedämmstoffen ausgefüllt werden. Grundsätzlich wird deshalb die Verwendung vorgefertigter Bauelemente mit eingebauter Wärmedämmung und Luftdichtheitsebene empfohlen. Zumindest aber sollte die Konstruktion frühzeitig gedämmt und dabei auch die luftdichte Ebene fachgerecht ausgebildet werden. Für die Trocknungsphase eines Nassestrichs sind die Belüftungsintervalle (Stoßlüftung in den ersten Tagen) durch die Bauleitung verantwortlich festzulegen und zu überwachen.

> hh 4/2/3

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**

holzbau handbuch

Reihe 4, Teil 2, Folge 3

„Konstruktive Vollholzprodukte“

[26]

Dampfdiffusion und Konvektion

Feuchteinwirkungen während der Nutzung resultieren im Wesentlichen aus den unterschiedlichen Klimabedingungen zwischen Innen- und Außenbereich. Beim dadurch entstehenden Feuchtetransport wird zwischen Dampfdiffusion und Konvektion unterschieden:

Dampfdiffusion ist der Feuchtetransport durch Molekülwanderung. Sie resultiert aus dem Dampfdruckunterschied der das Bauteil umgebenden Luft: Im Winter liegt ein Dampfdruckgefälle von innen nach außen vor, im Sommer umgekehrt. Als Maß für den Diffusionswiderstand eines Bauteils dient die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke (s_d -Wert). Dieser Wert berechnet sich aus der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ des Materials und der Schichtdicke d in Metern:

$$s_d = \mu \cdot d \text{ [m]}$$

Der diffusionsoffene Holzrahmenbau ist aufgrund seines Konstruktionsprinzips (innen so diffusionshemmend wie nötig, außen so diffusionsoffen wie möglich) unempfindlich gegenüber den Einflüssen aus Dampfdiffusion (siehe Kapitel 5.3.5).

Konvektion ist der Feuchtetransport durch Luftströmung. Sie resultiert aus Undichtigkeiten der Gebäudehülle, angetrieben durch vorherrschende Windverhältnisse oder durch Temperaturunterschiede zwischen innen und außen. Zur Verhinderung von Konvektion wird die Gebäudehülle innen luftdicht und außen winddicht ausgeführt. Durch Konvektion kann gegenüber Diffusionsvorgängen ein Vielfaches an Feuchtigkeit in die Bauteilkonstruktion transportiert werden. Deshalb ist die Luftdichtheitsebene eine besonders wichtige Funktionsschicht im Holzrahmenbau.

5.3.3 _ Luftdichtheit

Die Luftdichtheitsebene wird im Regelfall raumseitig entlang der wärmedämmenden Gebäudehülle angeordnet. Sie verhindert das Einströmen von feucht-warmer Raumluft in Hohlräume und damit die Tauwasserbildung an den kalten außenliegenden Bauteiloberflächen (siehe Abb.5.05). Gebräuchliche Materialien zum Herstellen der Luftdichtung im Holzrahmenbau sind:

- Holzwerkstoffplatten,
- Baupappen oder Folien,
- Gipsbauplatten.

Abb. 5.05

Üblicher Verlauf der Luftdichtheitsebene im Holzrahmenbau



Im Wesentlichen lässt sich eine vollständige Planung der Luftdichtheit prüfen, wenn in allen Schnitten durch ein Gebäude (in allen Geschossen und vertikalen Ebenen) die luftdichte Schicht mit einem Stift ununterbrochen als Linie durchgezogen werden kann.

Abb. 5.04 a
Dampfdiffusion

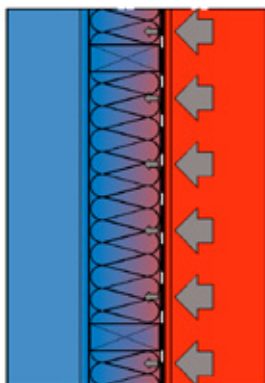
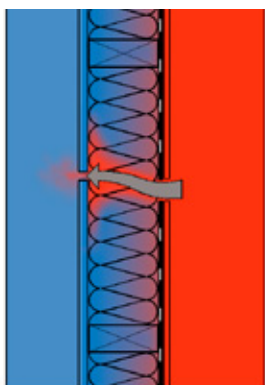


Abb. 5.04 b
Konvektion



Bei der Planung und Ausführung der Luftdichtung sind gemäß DIN 4108-7 alle relevanten Bauteilanschlüsse zu berücksichtigen. Jedes Material erfordert spezifische Lösungen für die Abdichtung der Stöße, der Überlappungen und der Anschlüsse an angrenzende Bauteile sowie an Durchdringungen. Wesentlich für die Dauerhaftigkeit der Anschlüsse ist, dass die einzelnen Materialien aufeinander abgestimmt und miteinander verträglich sind. Um die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Luftdichtigkeitsebene gewährleisten zu können, sollten die Systemlösungen Anwendung finden, die von Herstellern der für die Luftdichtigkeit maßgebenden Bauteile empfohlen werden. Perforationen der Luftdichtungsschicht durch Klammern, Nägel oder Schrauben sind dann unproblematisch, wenn diese kraftschlüssig, beispielsweise durch ein Konstruktionsholz oder eine Holzwerkstoffplatte, hinterlegt sind und sie nicht aufreißen können.

Für die Abdichtung von Folien und Plattenstößen stehen folgende Materialien zur Verfügung:

- einseitige Haftklebebänder,
- zweiseitige Klebebänder oder Klebmassen,
- vorkomprimierte Dichtungsbänder,
- Fugenfüller mit Bewehrungsstreifen.

Beispiele für die Sicherung von Überlappungen bei Folien und von Plattenstößen können Abb. 5.06 und 5.07 entnommen werden. Die Dauerhaftigkeit von Verklebungen bei Folien kann durch Knicke und Falten beeinträchtigt werden. Um das Ablösen von Klebebändern durch das Rückstellvermögen von Folien zu verhindern, sollten Überlappungen mit einer Heftung oder einer Anpresslatte gesichert werden (siehe Regeldetails in Kapitel 8). Mit spritzbaren Abdichtungsmitteln (beispielsweise Acryl und Silikon) kann gemäß DIN 4108-7 keine dauerhafte Luftdichtigkeit hergestellt werden.

Hinweise zu Produkten und Messsystemen stellt der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V. (FLIB) zur Verfügung:
www.flib.de

Abb. 5.06

Prinzipskizze für die Ausbildung von Überlappungen mit einseitigem und doppelseitigem Klebeband

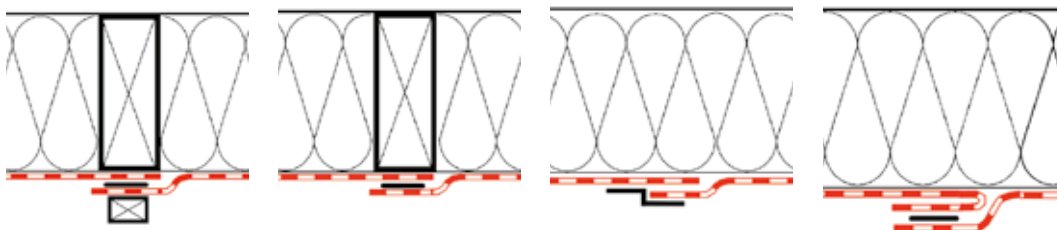
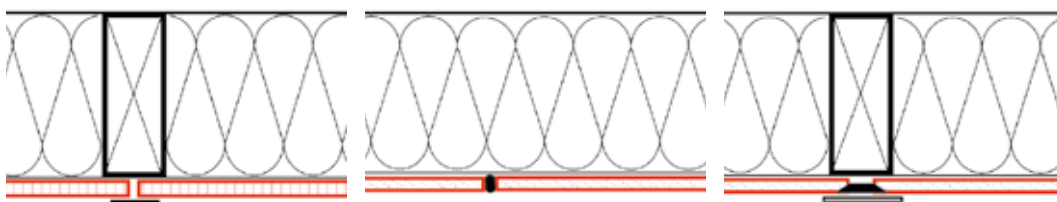


Abb. 5.07

Prinzipskizze für die luftdichte Ausbildung von Beplankungsstößen nach DIN 4108-7



Klebeband

Klebefuge

Verspachtelung (Gipsbaustoffe)

Besondere Sorgfalt bei der Ausführung der Luftdichtung ist bei Durchdringungen durch Leitungen, Rohre und Installationen erforderlich. Um auch hier eine zuverlässige Luftdichtung herstellen zu können, stehen zahlreiche Produkte zur Verfügung (siehe Abb. 5.08 und 5.09). Eine zusätzliche Installationsebene erleichtert die Ausführung von Installationen, ohne die luftdichte Gebäudehülle zu durchdringen (siehe Kapitel 6).

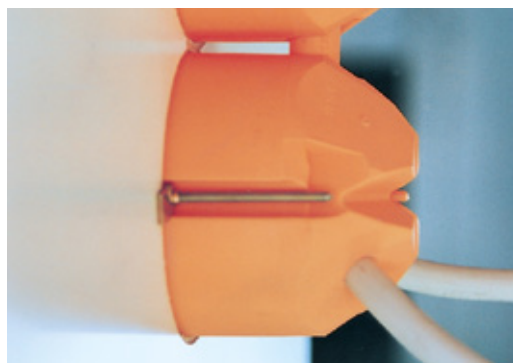
Abb. 5.08 a und b

Ausbildung von Rohrdurchführungen mittels vorkonfektionierter Manschetten (oben) und Klebebandmanschetten (unten)



Abb. 5.09

Luftdichte Hohlwanddose



Schritte zur Erzielung einer luftdichten Gebäudehülle [22]

- Festlegung des Luftdichtheitskonzepts beim Gebäudeentwurf,
- Verwendung ausreichend luftdichter Materialien für die Luftdichtheitsebene,
- sorgfältige Planung aller Stöße, Anschlüsse und Durchdringungen,
- zeitnahe Vervollständigung der Luftdichtheitsebene durch fachgerechte Ausbildung von Anschlüssen und Überprüfung durch die Bauleitung,
- Durchführung einer Luftdichtheitsmessung (Blower-Door) nach DIN EN 13 829 vor dem Endausbau.

5.3.4 _ Winddichtheit

Die Winddichtheitsschicht ist im Gegensatz zur Luftdichtheitsschicht auf der Außenseite von Dämmschichten angeordnet und verhindert eine Hinterströmung der Dämmebene mit kalter Außenluft. Dadurch bleibt die Wirksamkeit der Dämmung erhalten, und es findet keine lokale Abkühlung der raumseitigen Oberflächen statt. Im Holzrahmenbau ist die winddichte Ebene oftmals gleichzeitig die zweite wasserführende Ebene, beispielsweise die Unterspannbahn unter der Dachdeckung. Gebräuchliche Materialien zum Herstellen der Winddichtung im Holzrahmenbau sind:

- hydrophobierte (durch Paraffine oder Bitumen) Holzfaser- (MDF) und Holzweichfaserplatten,
- diffusionsoffene Folien (Unterspannbahnen),
- Dämmstoffplatten in Verbindung mit Putz als Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS).

5.3.5 _ Feuchtemanagement

Um die Holzkonstruktionen dauerhaft vor Feuchteschäden aus den Einflüssen der Dampfdiffusion zu schützen, gelten folgende Grundsätze:

- Es darf nur so viel Feuchtigkeit ins Bauteil eindringen, wie zuverlässig auch wieder ausdiffundieren kann.
- Die Menge an Feuchtigkeit (Tauwasser) muss so weit begrenzt werden, dass die Dämmfähigkeit und die Dauerhaftigkeit der Konstruktion nicht beeinträchtigt werden.
- Es soll so diffusionsbremsend wie nötig, zur Erhöhung der Austrocknungsfähigkeit jedoch so diffusionsoffen wie möglich konstruiert werden.

Die in Kapitel 7 dargestellten diffusionsoffenen Regelaufbauten erfüllen diese Grundsätze. Bei den hier behandelten Holzrahmenbaukonstruktionen liegt der s_d -Wert auf der Raumseite bei ca. 3 bis 10 m und auf der Außenseite in der Regel bei weniger als 0,5 m (Beispiel siehe Tabelle 5.4). Weist die raumseitige Beplankung einen um mindestens den Faktor 6 größeren s_d -Wert auf als die Außenseite (Kaltseite), fällt erfahrungsgemäß kein Tauwasser an. Um die zulässige Tauwassermenge nach DIN 4108-3 einzuhalten, ist es nicht erforderlich, Dampfsperren einzusetzen. Diffusionswiderstandszahlen und s_d -Werte gängiger, im Holzrahmenbau eingesetzter Produkte, sind in den Tabellen 5.5 und 5.6 aufgeführt.

Einfluss feuchtevariabler Dampfbremsen

Die Verwendung feuchtevariabler (feuchteadaptiver) Dampfbremsen bringt in vielen Fällen Vorteile in der Tauwasserbilanz, denn der Dampfdiffusionswiderstand dieser Materialien verändert sich mit der Umgebungfeuchte. Bei trockenem Raumklima liegen dampfbremsende Eigenschaften vor, bei feuchtem Klima diffusionsoffene (siehe Abb. 5.10). Die Feuchtevariabilität reicht von $s_d = 0,2$ bis 5 m, teilweise bis $s_d > 10$ m. Dadurch kann im Sommer ein erhöhtes Austrocknungsvermögen z.B. bei einer Dachkonstruktion erreicht werden. Im Bauteil gegebenenfalls enthaltene Feuchte wandert infolge einer durch außenseitige Erwärmung in Gang gesetzten „Umkehrdiffusion“ zur Raumseite hin und kann über die diffusionstüchtigere Dampfbremse in den Innenraum verdunsten. Solche feuchtevariablen Eigenschaften weisen spezialbeschichtete Baupappen, Polyamidfolien und einige Holzwerkstoffe auf (siehe Abb. 5.10).

Abb. 5.10
 s_d -Werte feuchtevariabler Dampfbremsen (Baupappe und Polyamidfolien verschiedener Hersteller) aus [27]

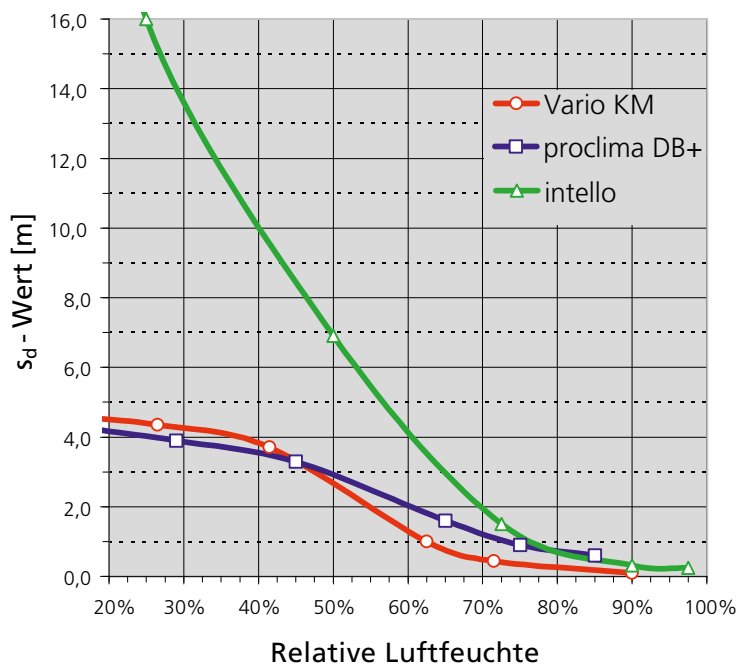


Tabelle 5.4

 s_d -Werte einer hinterlüfteten, diffusionsoffenen Außenwand

	Bauteilschicht	Dicke	μ -Wert	s_d -Wert		
	1	GKB-Platte	12,5 mm	10	0,13 m	
	2	Faserdämmstoff	40 mm	1	0,04 m	innen: $s_{d,i} = 4,7 \text{ m}$ Faktor 6
	3	OSB-Platte ¹⁾	15 mm	300	4,50 m	
	4a	Faserdämmstoff	160 mm	1	0,16 m	
	5	MDF-Platte	16 mm	10	0,16 m	außen: $s_{d,e} = 0,2 \text{ m}$
	6	Hinterlüftung	> 20 mm	–	–	

¹⁾ OSB-Platte = Luftdichtheitsebene

Tabelle 5.5

 μ -Werte gängiger Baustoffe im Holzrahmenbau

Baustoff (Abkürzung)	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ		Quelle
	trocken	feucht	
Konstruktionsvollholz (NH/KVH)	50	20	DIN EN 12 524
Spanplatte (P bzw. FP)	100	50	DIN V 20 000-1
OSB-Platte (OSB)	300	200	DIN V 20 000-1
Sperrholz (BFU)	200	70	DIN EN 12 524
Furnierschichtholz (LVL)	80	60	Herstellerangabe
MDF-Platte (MDF)	12	10	DIN V 4108-4
Gipskartonplatte (GK, GKB)	10	4	DIN EN 12 524
Gipsfaserplatte (GF)	13	–	Herstellerangabe
Holzfaserdämmplatten (WF)	5	–	DIN V 4108-4
Zellulosefaserdämmstoff (CF)	1–2	–	Herstellerangabe
Mineralfaserdämmstoff (MF)	1	–	DIN V 4108-4
Holzwoleleichtbauplatte (HWL)	5	3	DIN V 4108-4

Tabelle 5.6

s_d-Werte von Funktionsschichten im Holzrahmenbau

Unterspannbahn, diffusionsoffen	0,02 m
Holzfaserplatte (MDF, hydrophobiert)	0,16 m
bituminiertes Papier	2 m
Dampfbremspappe	2,3 m bis 10 m (z.T. feuchtevariabel)
feuchtevariable Folien	0,2 bis max. 10 m
Spanplatte, d = 16 mm	0,8/1,6 m (feucht/trocken) ¹⁾
Sperrholzplatte, d = 15 mm	1,1/3,0 m (feucht/trocken) ²⁾
OSB-Platte, d = 15 mm	3,0/4,5 m (feucht/trocken) ³⁾
Polyethylenfolie (PE-Folie)	50 bis 100 m
Aluminiumverbundfolie (zum Vergleich)	1.500 m

¹⁾ μ = 50/100 gemäß DIN V 20 000 -1

²⁾ μ = 70/200 gemäß DIN EN 13 986
(Herstellerangaben sind zu beachten)

³⁾ μ = 200/300 gemäß DIN V 20 000 -1
(Herstellerangaben sind zu beachten)

5.3.6 _ Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes

Der klimabedingte Feuchteschutz für den Nutzungszustand von Baukonstruktionen ist in DIN 4108-3 geregelt. In der Norm werden Rechenverfahren und Maßnahmen zur Begrenzung von Tauwasser auf Bauteiloberflächen beschrieben. Außerdem werden Bauteile und Randbedingungen benannt, bei denen ein rech-

nerischer Nachweis des Feuchteschutzes entfallen kann. Die in der Norm benannten zulässigen Tauwassermengen sind in Tabelle 5.7 zusammengestellt. Für Holzrahmenbaukonstruktionen ist ein rechnerischer Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes in der Regel dann nicht erforderlich, wenn die Bauteile den Regelkonstruktionen nach DIN 68 800-2 entsprechen (siehe Kapitel 5.4 Holzschutz und hh 3/5/1).

> hh 3/5/1
INFORMATIONSDIENST HOLZ
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 5, Folge 1
„Holzschutz –
Bauliche Empfehlungen“ [29]

Tabelle 5.7

Maximal zulässige Tauwassermengen nach DIN 4108-3:2001-07

Schicht, an der Tauwasser ausfällt	Tauwasserbegrenzung ¹⁾
kapillar nicht wasseraufnahmefähige Schicht (z.B. Unterspannbahn)	$m_{WT} \leq 500 \text{ g/m}^2$
Vollholzbauteile (z.B. Vollholzschalung, d = 24 mm)	$\max \Delta u_m = 5\%$ (max. 504 g/m ²)
Holzwerkstoffe (z.B. Dachschalung OSB, d = 22 mm)	$\max \Delta u_m = 3\%$ (max. 396 g/m ²)

¹⁾ max Δu_m benennt die zulässige Erhöhung der Holzfeuchte

Für Holzrahmenbaukonstruktionen ist ein rechnerischer Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes in der Regel dann nicht erforderlich, wenn die Bauteile den Regelkonstruktionen nach DIN 68 800-2 entsprechen (siehe Kapitel 5.4 Holzschutz).

Nachweisverfahren nach DIN 4108

Bei dem in DIN 4108-3 enthaltenen Berechnungsverfahren zum Nachweis des klimabedingten Feuchteschutzes wird der Dampfdruckverlauf von innen nach außen über die Bauteilschichten hinweg betrachtet und mit dem vom Temperaturverlauf abhängigen Sättigungsdampfdruck verglichen. Bei diesem sogenannten Glaserverfahren wird im ersten Schritt ermittelt, ob und in welcher Schicht Tauwasser in der Konstruktion ausfällt, und es wird die Tauwassermenge m_{WT} berechnet. In einem zweiten Schritt wird die Verdunstungsmenge m_{WV} berechnet, die anschließend in der Tauwasserbilanz der Tauwassermenge gegenübergestellt wird. Ziel der Berechnung ist die Überprüfung, ob das eingetragene Tauwasser in der Verdunstungsperiode wieder austrocknen kann. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) empfiehlt, bei Holzkonstruktionen eine zusätzliche Tauwassermenge von 250 g/m^2 infolge Luftkonvektion während der Tauperiode zu berücksichtigen [28]. Daraus wird die Empfehlung nach einer entsprechenden Verdunstungsreserve in der Tauwasserbilanz abgeleitet, die mit diffusionsoffenen Bauteilen im Holzrahmenbau sicher erreicht werden kann.

Die Berechnungen nach DIN 4108-3 erfolgen unter konstanten Klimarandbedingungen jeweils für eine Tauperiode (Winter) und eine Verdunstungsperiode (Sommer) und ermöglichen eine Beurteilung von Bauteilen in der Regel auf der sicheren Seite. Aufgrund der Einfachheit des Verfahrens und der fest gewählten Klimarandbedingungen ist dieses Verfahren als „Prüfverfahren“ zu bewerten, welches keinen realistischen

Feuchtegehalt ermittelt, weil wichtige Einflussfaktoren unberücksichtigt bleiben. Dazu gehören beispielsweise:

- instationäre (veränderliche) Klimarandbedingungen,
- Einflüsse aus Strahlungswärme, was bei Dachbauteilen von Bedeutung ist,
- erhöhte Feuchtelasten, z.B. durch Baufeuchte oder besondere Klimabedingungen im Raum,
- feuchtevariable Materialkennwerte, z.B. Diffusionswiderstand, Wärmeleitfähigkeit,
- Feuchtespeicherung und -transport durch Sorption und Kapillarleitung sowie mehrdimensionaler Feuchtetransport.

Dynamische Berechnungsverfahren

Mit neueren Berechnungsmethoden nach DIN EN 15 026 können die verschiedenen Arten des Feuchtetransports und deren dynamische Abläufe sowie die feuchteabhängigen Materialeigenschaften berücksichtigt werden. Das Bauteilverhalten wird hierbei über mehrere Jahre unter veränderlichen, realitätsnahen Klimarandbedingungen simuliert. Dadurch kann eine individuelle Bewertung des Feuchteschutzes einer Konstruktion vorgenommen werden. Rechenverfahren nach DIN EN 15 026 finden immer dann Anwendung, wenn mit den konventionellen Berechnungsmethoden nach DIN 4108-3 keine ausreichend genaue Bewertung des Feuchteschutzes vorgenommen werden kann. Das ist beispielsweise der Fall bei

- nicht belüfteten Flachdachkonstruktionen,
- verputzten Außenwänden mit erhöhter Feuchteeinwirkung (Schlagregenbeanspruchung),
- Bauteilen mit ähnlichem s_d -Wert der raumseitigen und der äußeren Bauteilschicht.

Tauwasserbilanz

$$m_{WV} > m_{WT}$$

Empfohlene

Verdunstungsreserve:

$$m_{WV} - m_{WT} \geq 250 \text{ g/m}^2$$

5.4 _ Holzschutz

5.4.1 _ Ziele

Ein guter baulicher Holzschutz ist wesentliche Voraussetzung für die lange Lebensdauer eines Holzhauses. Bauliche Holzschutzmaßnahmen umfassen dabei alle baukonstruktiven und bauphysikalischen Maßnahmen, die eine unzuträgliche Erhöhung des Feuchtegehalts der Holzkonstruktion sowie den Zutritt von holzerstörenden Insekten (Trockenholzinsekten) verhindern.

In der Normenreihe DIN 68 800 „Holzschutz“ werden tragende bzw. aussteifende Holzbauteile entsprechend der vorhandenen Einbausituation in sogenannte Gefährdungsklassen (GK, zukünftig Gebrauchsklassen) eingestuft (siehe Tabelle 5.8). Sofern eine Gefährdung durch holzerstörende Pilze oder durch Holzschädlinge vorliegt, werden vorbeugend chemische Holzschutzmaßnahmen benannt. Alternativ wird die erforderliche Dauerhaftigkeit von Holzarten

Tabelle 5.8 Gefährdungsklassen GK (zukünftig Gebrauchsklassen) nach DIN 68 800-3:1990-04

GK	Definition	Zuordnung zur Einbausituation	Anforderung an das Holzschutzmittel ¹⁾	Alternativ: erforderliche Holzart nach DIN EN 350-2
GK 0	innen verbautes Holz, ständig trocken ($u_m \leq 20\%$)	Holzbauteil allseitig geschützt und dauerhaft trocken, z.B. Holzrahmenbau (ohne Schwelle)	– -	keine Einschränkung
GK 1	wie GK 0, jedoch nicht insektensicher	Holzbauteil dauerhaft trocken, Insektenzugang möglich und Bauteil nicht kontrollierbar	lv	Farbkernhölzer mit Splintholzanteil kleiner 10%: Kernholz der Kiefer, Lärche, Douglasie
GK 2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	Innenbauteile bei relativer Luftfeuchte über 85% ²⁾ oder gleichwertig beansprucht; Innenbauteile in Nassbereichen (i.d.R. nicht im Wohnungsbau); Außenbauteile ohne unmittelbare Wetterbeanspruchung, z.B. Schwelle im Sockelbereich	lv, P	Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 1, 2, 3: z.B. Lärche, Douglasie, als splintfreies Kernholz
GK 3	Holz der Witterung oder Kondensation ausgesetzt, nicht im Erdkontakt	Außenbauteile mit Wetterbeanspruchung, z.B. Balkonstütze	lv, P, W	Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 1 und 2: z.B. Eiche, splintfrei
GK 4	Holz in dauerndem Erdkontakt oder ständig durchfeuchtet		lv, P, W, E	Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 1

¹⁾ Zugelassenes Holzschutzmittel nach DIN 68 800-3, im Holzschutzmittelverzeichnis [HS-Mittel] aufgeführt, Prüfprädikate: lv = insektenvorbeugend; P = pilzwidrig, W = witterungsbeständig, E = moderfäulewidrig

²⁾ Nach DIN 68 800-3:1990-04 noch 70%, zukünftig erhöht

angegeben, um auf chemischen Holzschutz verzichten zu können. Gemäß DIN 68 800-2 sollen Holzschutzmaßnahmen mit Chemikalien erst nach Ausschöpfung aller baulichen Maßnahmen ergriffen werden.

Insbesondere der diffusionsoffene Holzrahmenbau erfüllt die Anforderung. Er kommt ohne chemischen Holzschutz aus, weil die Tragkonstruktion vor Aufwechfung durch Witterungseinflüsse sowie vor unkontrollierbarem Insektenbefall geschützt ist. Aufgrund der diffusionsoffenen Bauweise wird außerdem Tauwasserausfall vermieden oder auf ein unkritisches Maß begrenzt. Bauteile, die in dieser Form keiner Gefährdung ausgesetzt sind, werden nach DIN 68 800 in die Gefährdungsklasse 0 (GK 0) eingestuft. Die Bezeichnung „Gefährdungsklasse“ wird im Zuge der Überarbeitung der DIN 68 800 durch den Begriff der „Gebrauchsklasse“ abgelöst.

5.4.2 _ Allgemeine Voraussetzungen für GK 0

Sämtliche in dieser Schrift dargestellten Regelaufbauten und Details erfüllen die Anforderungen für die Einstufung in Gefährdungs- bzw. Gebrauchsklasse 0. Nur in wenigen Ausnahmefällen kann die Einstufung in eine höhere Klasse erforderlich werden, beispielsweise unter bestimmten Randbedingungen für Schwellen auf Bodenplatten. In Teil 2 der DIN 68 800 sind Regeln und Konstruktionen enthalten, mit denen eine Einstufung in die GK 0 erfolgen kann. Eine Übersicht über die übliche Bauteilklassifizierung gibt Abb. 5.11 (siehe hh 3/5/1).

Nachfolgend sind die allgemeinen Voraussetzungen zur Einstufung von Bauteilen in GK 0 aufgeführt:

- Vermeidung unzuträglicher Feuchteerhöhung der Bauteile während Lagerung und Transport
- Einbau trockenen Holzes mit $u_m \leq 20\%$; für den Holzhausbau (Holzrahmenbau) gelten mit $u_m = 18\%$ gemäß ATV DIN 18 334 besondere Anforderungen an die Holzfeuchte,
- Verhindern des Eindringens von Feuchte aus angrenzenden Stoffen oder Bauteilen, beispielsweise durch Feuchtesperren unter Schwellen,
- Fernhalten von Niederschlägen auf die Tragkonstruktion durch geeignete bauliche Maßnahmen (Wetterschutz),
- Verhinderung direkter Feuchtebeanspruchung tragender Holzbauteile durch Nutzungsfeuchte, etwa durch Spritzwasser in Duschen,
- allseitig insektenundurchlässige Abdeckung des zu schützenden Holzes zur Vermeidung von Insektenbefall,
- Begrenzung der rechnerischen Tauwassermenge nach DIN 4108-3. Eine Tauwassermenge von 1 kg/m^2 ist auf kapillar nicht wasser-aufnahmefähigen Schichten (beispielsweise Folien) zulässig, wenn die Verdunstungsmenge mindestens das Fünffache beträgt (siehe Tabelle 5.7),
- Herstellung einer raumseitigen, luftdichten Ebene bei Außenbauteilen, um konvektiven Feuchteeintrag zu verhindern. Die Luftdichtung muss sowohl in der Fläche als auch im Bereich von Anschlüssen und bei Bauteildurchdringungen fachgerecht ausgeführt werden (siehe Kapitel 5.3).

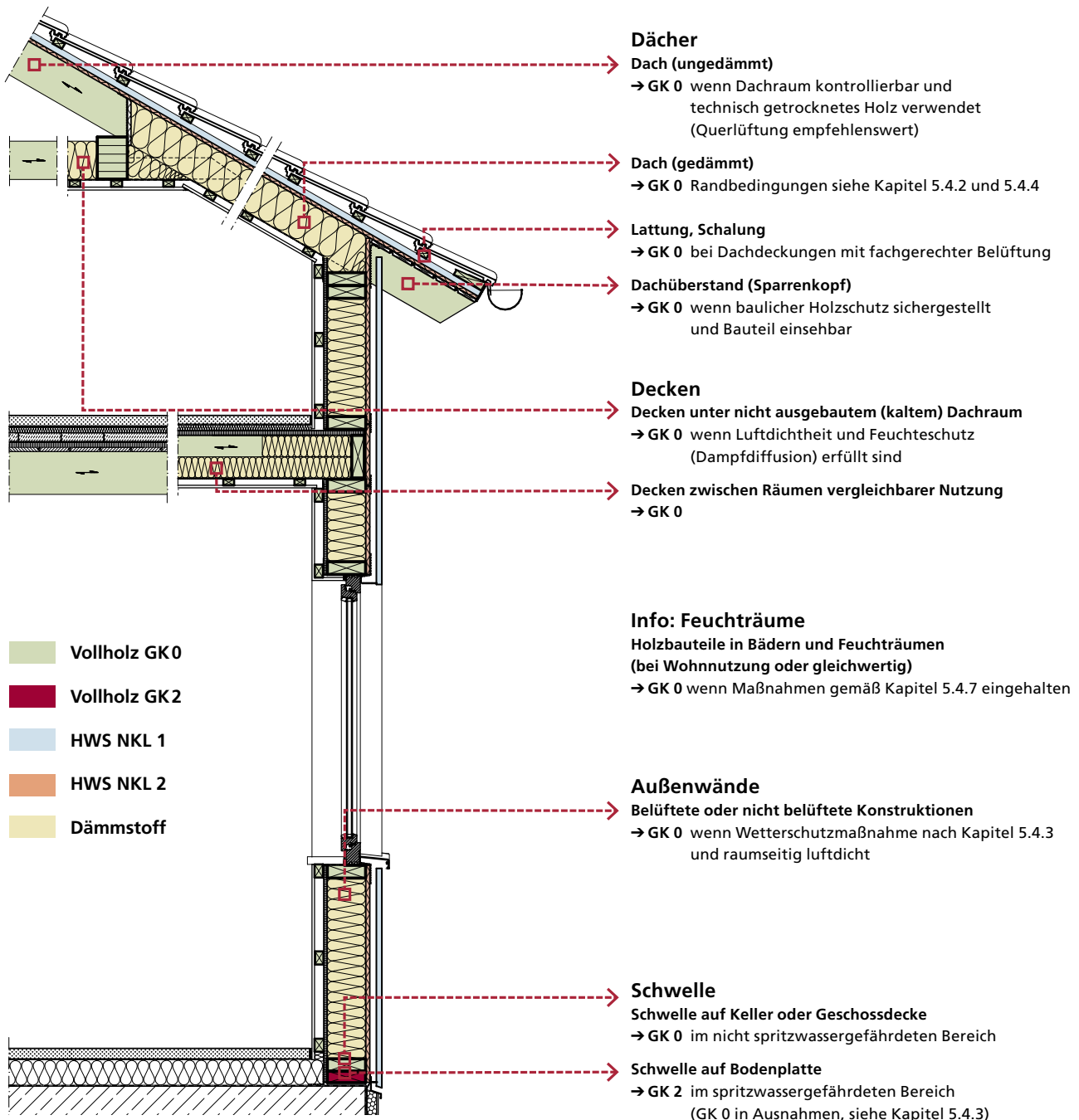
„Gefährdungsklasse“
zukünftig
„Gebrauchsklasse“

> hh 3/5/1
INFORMATIONSDIENST HOLZ
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 5, Folge 1
„Holzschutz –
Bauliche Empfehlungen“ [29]

Neben den allgemeinen Voraussetzungen werden in DIN 68 800-2 besondere baulichen Maßnahmen für Außenbauteile zur Zuordnung in GK 0 benannt. Die in der Norm aufgeführten Konstruktionen beziehen sich dabei auf die Verwendung genormter Mineralfaserdämmstoffe. Die Ver-

wendung anderer Dämmstoffe oder abweichender Bauteilaufbauten in GK 0 muss über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung geregelt sein. Es gibt zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, für deren baurechtliche Verwendbarkeit die Hersteller entsprechende Nachweise vorhalten.

Abb. 5.11
 Einstufung von Bauteilen in Gefährdungsklassen



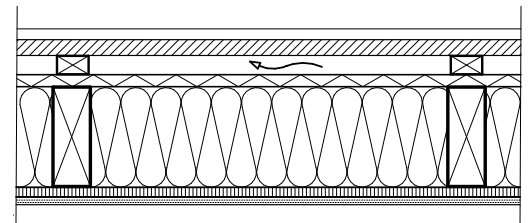
5.4.3 _ Außenwandkonstruktionen in GK 0

In DIN 68 800-2 werden verschiedene Varianten zur Sicherstellung eines ausreichenden Wetterschutzes benannt, um die Einstufung in GK 0 vornehmen zu können (siehe Abb. 5.12):

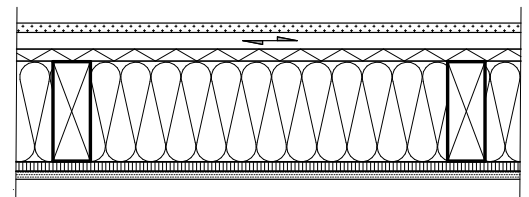
- a) vorgehängte Außenwandbekleidung auf Lattung mit durchgehender Belüftungsebene von mindestens 20 mm Dicke (Einstufung der Lattung und gegebenenfalls Konterlattung in GK 0),
- b) unbelüftete vorgehängte Außenwandbekleidung mit Hohlraum und wasserableitender Schicht auf der äußeren Wandbekleidung mit $s_d \leq 0,2$ m (Einstufung der Lattung in GK 0 bei luftdurchlässiger Bekleidung),
- c) Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) mit nachgewiesen dauerhaftem Witterungsschutz gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung oder Putzsystem mit genormten Holzwoleleichtbauplatten und Außenputz,
- d) Mauerwerk-Vorsatzschale mit mindestens 40 mm dicker Luftschicht und Belüftungsöffnungen nach DIN 1053 in Verbindung mit wasserableitender Schicht auf der äußeren Wandbeplankung; alternativ Verwendung von Hartschaumplatten.

Abb. 5.12

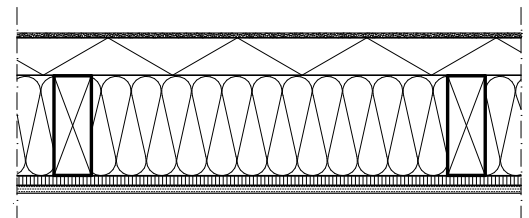
Wandaufbauten mit Wetterschutz für GK 0



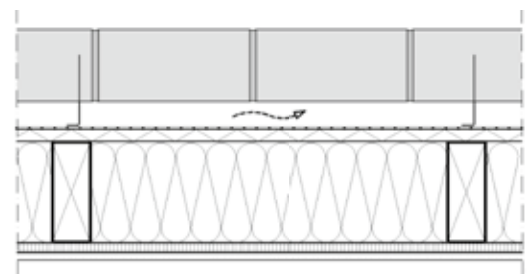
a) vorgehängte Außenwandbekleidung, belüftet



b) vorgehängte Außenwandbekleidung, unbelüftet



c) Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)



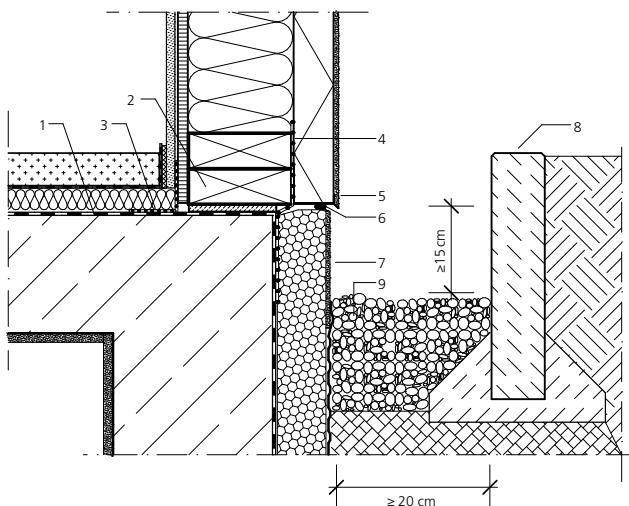
d) Mauerwerk-Vorsatzschale, belüftet

Schwellen im Sockelbereich

Besondere Beachtung hinsichtlich des Holzschutzes ist bei Schwellen im Sockelbereich gefordert. Diese Bauteile werden aufgrund möglicher Feuchteeinwirkung durch Spritzwasser und Oberflächenfeuchte infolge möglicher nachträglicher Änderungen im Geländeprofil im Regelfall in die GK 2 eingestuft. Nur wenn eine solche Gefährdung sicher ausgeschlossen werden kann, ist auch hier eine Einstufung in GK 0 möglich. Besondere Maßnahmen bei der Ausbildung des Gebäudesockels werden dann erforderlich, wenn Geländeoberkante und Fußbodenoberfläche im Endzustand auf gleichem Höhenniveau liegen sollen, beispielsweise bei einer barrierefreien Planung. Dies kann durch Abstellung des Geländes im horizontalen Abstand von ca. 20 cm vor dem Sockel erfolgen; die entstehende Lücke kann durch einen Gitterrost begehrbar gemacht werden, der den Schwellbereich spritzwasserfrei hält (Abb. 5.13).

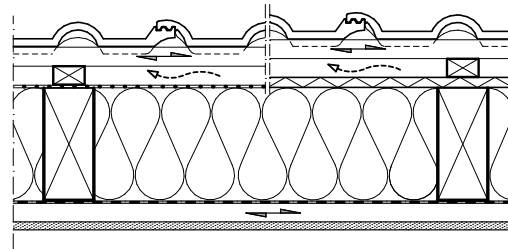
Abb. 5.13

Sockelausführung mit Einstufung der Schwelle in GK 0 (siehe Detail 8.1.2)

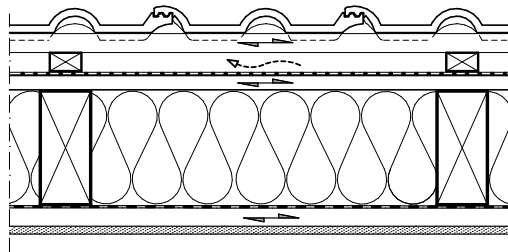


5.4.4 _ Geneigte Dächer in GK 0

Neben der geforderten durchgängigen Luftdichtigkeit auf der Raumseite werden in DIN 68 800-2 verschiedene Prinzipien der äußeren Abdeckung der Sparren bei hinterlüfteter Dachdeckung zur Einstufung in GK 0 benannt. Die Regelungen gelten grundsätzlich für Dächer ohne belüftete Dämmebene (siehe Abb.5.14):



a) diffusionsoffene Unterspannbahn oder Unterdeckplatte



b) Bretterschalung mit offenen Fugen und wasserableitender Schicht

a) Abdeckung der Sparren durch eine diffusionsoffene Unterspannbahn oder Unterdeckplatte mit $s_d \leq 0,2$ m,

b) Abdeckung durch offene Bretterschalung mit Breiten ≤ 100 mm und Fugen ≥ 5 mm in Verbindung mit diffusionsoffener, wasserableitender Schicht ($s_d \leq 0,02$ m).

Raumseitig offene, nicht kontrollierbare Dachbauteile, beispielsweise Kaltdächer oder unzugängliche Spitzböden, werden ebenso wie

Abb. 5.14
Dachaufbauten GK 0

Dächer mit belüfteter Dämmebene aufgrund einer möglichen Gefährdung durch Insekten mindestens in die Gefährdungsklasse 1 eingestuft. Hierbei ist bei Anwendung von insektenvorbeugenden Holzschutzmitteln (Prädikat lv) zu beachten, dass bei trockenem Holz mit weitgehend glatten Oberflächen die mögliche Einbringmenge für das Holzschutzmittel meist zu gering ist. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass die Befallswahrscheinlichkeit technisch getrockneter Hölzer (etwa Brettschichtholz und Konstruktionsvollholz) so gering ist, dass auch in der GK 1 auf vorbeugende Maßnahmen verzichtet werden kann. Im Holzrahmenbau sind jedenfalls unbelüftete, vollgedämmte Konstruktionen zu bevorzugen.

5.4.5 _ Anforderungen an Flachdächer

Bei Flachdächern unterscheidet man grundsätzlich zwischen einschaligen Konstruktionen (früher Warmdach) und zweischaligen Konstruktionen mit enthaltener bewegter Luftschicht. Bei den einschaligen (unbelüfteten) Bauteilen handelt es sich konstruktionsbedingt um nach außen hin diffusionsdichte Konstruktionen, was bei der Planung des Schichtenaufbaus besonders berücksichtigt werden muss. Bei den belüfteten Konstruktionen kommt der Ausführung der Belüftungsebene einschließlich ihrer Be- und Entlüftungsöffnungen besondere Bedeutung zu, weil die Thermik zum Ingangsetzen der Belüftung bei flachen oder flach geneigten Dächern nicht oder nur begrenzt vorhanden ist (siehe IDH spezial Flachdächer).

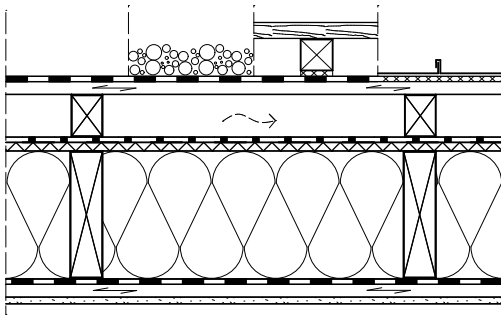
Flachdachkonstruktionen mit unterlüfteter Dachhaut

Diese nach außen diffusionsoffen ausführbaren Konstruktionen (siehe Abb. 5.15) können in Anlehnung an die Anforderungen für geneigte Dächer in GK 0 eingestuft werden. Voraussetzung ist eine funktionierende Belüftung mit ausreichender Querschnittshöhe einschließlich notwendiger Be- und Entlüftungsöffnungen. Angaben zu Belüftungsquerschnitten sind in den Fachregeln des Dachdeckerhandwerks [ZVDH 2004] und in den Klempnerfachregeln [ZVSHK 2005] enthalten, wobei nur in Letzteren differenzierte Angaben in Abhängigkeit von der Dachneigung vorliegen (siehe Tabelle 5.9). Maßgebende Kriterien für eine fachgerechte Belüftung sind:

- ausreichende Belüftungsquerschnittshöhe, abhängig von der Dachneigung (mind. 80 mm),
- ungestörte Belüftungswege etwa durch Einbauteile oder Konstruktionshölzer,
- möglichst gegenüberliegende Zu- und Abluftöffnungen in ausreichender Größe,
- Herstellung eines thermischen Auftriebs durch Gefälleausbildung ($\geq 5^\circ$) vorteilhaft.

Abb. 5.15

Belüftete Flachdachkonstruktion in Holzrahmenbauweise



Bauteilaufbau:

- Abdichtung ggfs. mit Schutzschicht oder Metaldachdeckung
- Dachschalung (NKL 2)
- Hinterlüftung ($h \geq 80 \text{ mm}$)
- Vordeckung, wasserdicht ($s_d \leq 0,3 \text{ m}$)
- Dachschalung, diffusionsoffen
- Vollsparrendämmung, Balken GK 0
- Dampfbremse ($s_d \geq 2 \text{ m}$)
- Lattung
- Bekleidung (diffusionsoffen)

Tabelle 5.9 Belüftungsregeln für Dächer in verschiedenen Regelwerken

Dachneigung	Sparrenlänge	Mindestbelüftungsquerschnitt Dachfläche (Lüftungshöhe)	Mindestbelüftungsquerschnitt Traufe (Pultdachabschluss)	Mindestbelüftungsquerschnitt First und Grat
Regelungen nach Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand [ZVDH 2004] bzw. DIN 4108-3				
$\geq 5^\circ$	k.A.	20 mm freie Höhe (punktuelle Unterschreitung möglich)	$\geq 2 \text{ ‰}$ mind. 200 cm ² /m	$\geq 0,5 \text{ ‰}$ mind. 50 cm ² /m
Regelungen nach Klempnerfachregeln von 2005 [ZVSHK 2005]			geforderte Größe des Belüftungsspalts, netto (brutto ¹⁾)	
$< 3^\circ$	$\leq 15 \text{ m}$	$\geq 150 \text{ mm}$	60 mm (150 mm)	
$\geq 3^\circ$ bis $\leq 15^\circ$	$\leq 15 \text{ m}$	$\geq 80 \text{ mm}$	40 mm (100 mm)	
$> 15^\circ$	$\leq 15 \text{ m}$	$\geq 40 \text{ mm}$	30 mm (75 mm)	
$\geq 3^\circ$ bis $\leq 10^\circ$ ²⁾	$\leq 15 \text{ m}$	$\geq 100 \text{ mm}$	60 mm (150 mm)	

¹⁾ Bruttoangabe bei 40% Lochanteil

²⁾ Querlüftung bei Traufe ohne Firstlüftung, Belüftung kritischer Bereiche

Flachdachkonstruktionen mit Aufdachdämmung

Diese Konstruktionen (siehe Abb. 5.16) werden gemäß DIN 68 800-2 in die Gefährdungsklasse 0 eingestuft, weil hier die Holztragkonstruktion auf der Warmseite liegt, so dass eine Befeuchtung durch Diffusionsvorgänge ausgeschlossen werden kann. Zusätzliche raumseitige Bekleidungen können ohne gesonderten rechnerischen Nachweis angeordnet werden, wenn sie diffusionsoffen sind und eine unterhalb der Dampfsperre angeordnete Dämmung nicht mehr als 20% zum Gesamtwärmeschutz (Wärmedurchlasswiderstand R) des Bauteils beiträgt.

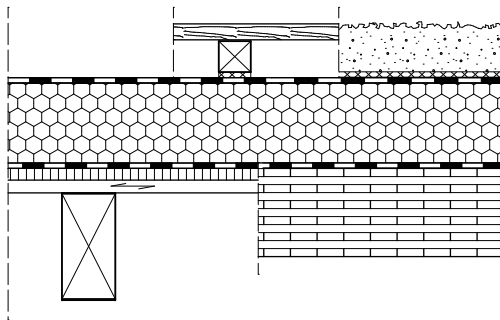


Abb. 5.16
Flachdach mit Aufdachdämmung

Bauteilaufbau:

- Abdichtung
- Aufdachdämmung ($R/R_{\text{ges}} > 80 \%$)
- Dampfsperre/Notabdichtung
- Dachschalung (Holz oder Holzwerkstoff)
- Balken (GK0) oder Massivholzkonstruktion (GK0)
- optional im Gefach:
- Dämmung im Gefach ($R/R_{\text{ges}} \leq 20 \%$)
- Lattung
- Bekleidung (diffusionsoffen)

Unbelüftete Flachdachkonstruktionen mit Dämmung in der Tragebene

Diese Bauteile (siehe Abb. 5.17) sind bisher nicht in DIN 68 000-2 geregelt, so dass grundsätzlich eine Einstufung in die Gefährdungsklasse 2 erforderlich wäre. Risikofaktor bei diesen konstruktiv bedingt nach außen diffusionsdichten Bauteilen ist unplanmäßig eingebrachte oder eingebaute Feuchte. Dadurch kann es im Winter zu Auffeuchtungen an der tragenden Dachschalung aus Holz oder Holzwerkstoffen und an der Oberseite der Holzkonstruktion kommen. Deshalb wird empfohlen, diesen Konstruktionen durch eine diffusionsfähige oder -variable Dampfbremse zur Raumseite hin die Möglichkeit zur Austrocknung zu geben (siehe Abb. 5.18).

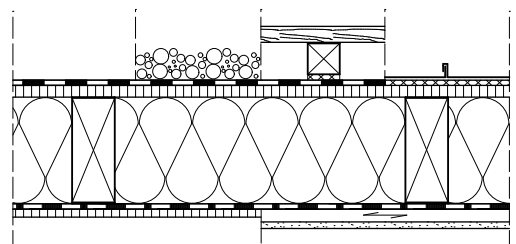


Abb. 5.17
Unbelüftetes Flachdach mit Dämmung in der Tragebene

Bauteilaufbau:

- Abdichtung
- gegebenenfalls Gefälledämmung
- Dachschalung (NKL 2)
- Vollsparrendämmung, Balken (GK0)
- Dampfbremse ($s_{d,i} \geq 2 \text{ m}$, ggfs. feuchtevariabel)
- Lattung
- Bekleidung (diffusionsoffen)

Aufgrund des günstigen Strahlungswinkels flach geneigter Dächer findet bei Sonnenschein ganzjährig eine Erwärmung der Dachfläche statt, die eine Umkehrdiffusion zur Raumseite hin in Gang setzt. Durch den Einsatz von Dampfbremsen oder Holzwerkstoffen als raumseitige Luftdichtheitsebene kann dann eingetretene Feuchtigkeit zur Raumseite hin austrocknen. Zu beachten ist dabei, dass wärmespeichernde Deckschichten (Begrünung oder Bekiesung), dauerhafte Verschattung oder sehr helle oder reflektierende Dachoberflächen diesen Effekt mindern können, so dass die Rücktrocknung nicht ausreicht. Hier kann die Verwendung feuchtevariabler Dampfbremsen eine Erhöhung des Trocknungspotenzials bewirken (vgl. Kapitel 5.3.5 und Abbildung 5.18). Da hierfür noch keine Regelaufbauten vorliegen, müssen als

Voraussetzung zur Einstufung in GK 0 unbelüftete Flachdachkonstruktionen mit Dämmung in der Tragebene durch eine genauere rechnerische Untersuchungen nach DIN EN 15 026 überprüft werden. Kann durch dynamische Berechnungen eine Verdunstungsreserve von ca. 250 g/m² in der Bilanz aus Tauwasser- und Verdunstungsmenge nachgewiesen werden und liegt die Holzfeuchtigkeit der Dachschalung innerhalb der für die Nutzungsklasse 2 zulässigen Grenzwerte (siehe Tab. 5.10), besteht ein ausreichender Feuchteschutz. Dadurch sind ein Verzicht auf chemische Holzschutzmaßnahmen der Tragkonstruktion und die Verwendung von Holzwerkstoffen für den Feuchtbereich (NKL 2) als tragende und aussteifende Beplankung möglich. Weiterführende Informationen enthält IDH spezial Flachdach [30].

> IDH spezial 10/2008
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
spezial
„Flachdächer in Holzbauweise“
[30]

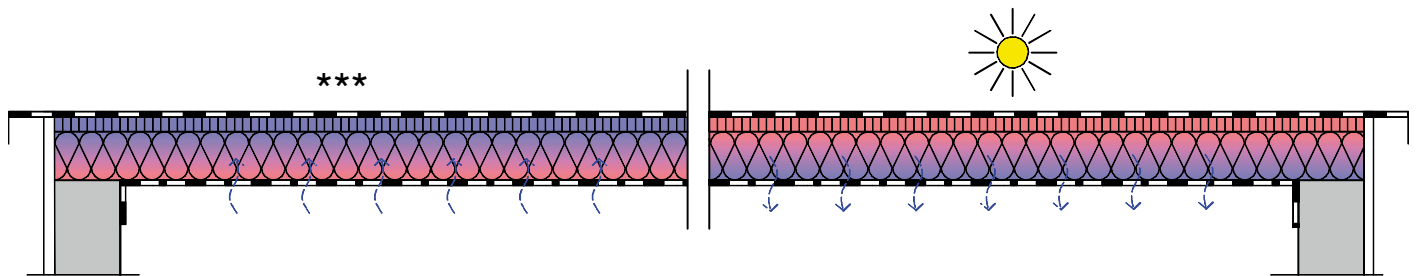


Abb. 5.18

Wirkungsprinzip von Dampfbremsen in Flachdächern

(im Winter Diffusion ins Bauteil; im Sommer Umkehr- bzw. Rückdiffusion)

Zuordnung der Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2:1996-05 zu den Nutzungsklassen nach DIN 1052:2004-08:
Klasse 20 NKL 1 (trocken)
Klasse 100 NKL 2 (feucht)
Klasse 100 G NKL 3 (außen)
(siehe Tabelle 9.7)

5.4.6 _ Anforderungen an Holzwerkstoffe

Während tragende Konstruktionen aus Vollholz oder Brettschichtholz gemäß DIN 68 800 in Gefährdungs- bzw. Gebrauchsklassen eingestuft werden, galten für Holzwerkstoffe im tragenden Anwendungsbereich bisher die sogenannten **Holzwerkstoffklassen**. Die in DIN 68 800-2 definierten Klassen werden derzeit sukzessive durch die in DIN EN 13 986 festgelegten Anwendungsbereiche für Holzwerkstoffe für die tragende und nicht tragende Anwendung abgelöst. Diese Anwendungsbereiche berücksichtigen u.a. die in DIN 1052 definierten **Nutzungsklassen (NKL)**, welche vereinfachend

die klimatischen Bedingungen eines Bauwerks während seiner Nutzungsdauer beschreiben. Die Zuordnung der Holzwerkstoffklassen ist für verschiedene Anwendungsbereiche in DIN 68 800-2 geregelt. In Tabelle 5.10 sind die Regelungen für Bekleidungen und Beplankungen von Wänden und Dächern aufgeführt, und Tabelle 5.11 enthält gegenüber DIN 68 800-2 modifizierte Angaben zu den Anforderungen an tragende Dachschalungen und Unterdeckungen.

Konstruktionen mit Anforderung an Nutzungsklasse 3 (früher Holzwerkstoffklasse 100 G) sollten ein Ausnahmefall sein. Plattenmaterialien

Tabelle 5.10

Anforderungen an Bekleidungen und Beplankungen nach DIN 68 800 mit Ausnahme von Dächern

Anwendungsbereich im Holzrahmenbau	Holzwerkstoffklasse nach DIN 68 800-2	Zuordnung Nutzungsklasse nach DIN 1052
1. Raumseitige Bekleidung von Wänden, Decken und Dächern		
in Wohngebäuden sowie in Gebäuden mit vergleichbarer Nutzung, z.B. nicht ausgebaute Dachräume		
1.1 Allgemein	20	NKL 1
1.2 Obere Beplankung sowie tragende oder aussteifende Schalung von Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen		
a) belüftete Decken ¹⁾	20	NKL 1
b) nicht belüftete Decken ohne ausreichende Dämmschichtauflage (Ausnahme) ²⁾	100	NKL 2
c) nicht belüftete Decken mit ausreichender Dämmschichtauflage ($R \geq 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	20	NKL 1
2. Außenbeplankung von Außenwänden		
Allgemeine Anforderung bei Einhaltung der Bedingungen nach DIN 68 800-2 hinsichtlich des Wetterschutzes (vorgehängte Fassade, WDVS etc.)		
	100	NKL 2



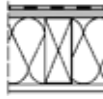

¹⁾ Hohlräume gelten im Sinne der Norm als ausreichend belüftet, wenn die Größe der Zu- und Abluftöffnungen mindestens 0,2% der zu belüftenden Fläche, bei Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen mindestens jedoch 200 cm² je m Deckenbreite beträgt

²⁾ Von solchen Konstruktionen wird wegen der Möglichkeit ungewollt auftretender Feuchte im Allgemeinen abgeraten

der Klassifizierung 100 G (Spanplatten oder Sperrholz mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung) sind kaum noch verfügbar. Alternativ wird die Anwendung von zementgebundenen Spanplatten oder Massivholzplatten (SWP = Solid

Wood Panel) aus resistenten Holzarten (Lärche oder Douglasie) empfohlen, weil sie ohne zusätzliche chemische Holzschutzmaßnahmen in der NKL 3 verwendbar sind. Deren baurechtliche Verwendbarkeit ist allerdings nicht geregelt.

Tabelle 5.11
Anforderungen an tragende und aussteifende Dachschalungen nach [30] ¹⁾

Tragende oder aussteifende Dachschalung aus Holz und Holzwerkstoffen		Zuordnung Nutzungsklasse
1. Dachschalung, die mit der Raumluft in Verbindung steht		
1.1 mit aufliegender Wärmedämmschicht (Aufdachdämmung), keine dampfsperrenden Schichten (z.B. Folien) unterhalb der Beplankung, Wärmeschutz überwiegend oberhalb der Beplankung (Aufdachdämmung)		NKL 1
1.2 ohne aufliegende Wärmedämmschicht (unbeheizte Halle, Dachüberstand)		NKL 3
2. Unterlüftete Dachschalung mit aufliegender Dachdeckung oder Dachabdichtung ²⁾		
2.1 geneigtes Dach (DN > 10°) mit Dachdeckung		NKL 2
2.2 Flachdach mit Dachabdichtung (unterlüftetes Kaltdach)		NKL 2
2.3 wie 2.2, zusätzlich mit aufliegenden Schutz- und Nutzschiichten (Belag, Bekiesung oder Begrünung)		NKL 3
3. Unbelüftete Dachschalung mit aufliegender Dachdeckung oder Dachabdichtung (ohne aufliegende Schutz- oder Nutzschiicht)		
3.1 Wärmeschutz überwiegend unterhalb der Beplankung, Ausführung mit raumseitig angeordneter Dampfsperre ³⁾		NKL 3
3.2 wie 3.1, jedoch zur Raumseite hin diffusionsfähige Ausführung mit Tauwasserbegrenzung nach DIN 4108-3 und Nachweis einer Verdunstungsreserve von ≥ 250 g/m ² durch hygrothermische Berechnung		NKL 2
4. Dachschalung mit darüberliegender belüfteter Dachhaut		
4.1 belüfteter Hohlraum oberhalb der Unterdeckung, diffusionshemmende Ausführung der Beplankung und der oberseitigen Abdeckung ³⁾		NKL 3
4.2 wie 4.1, jedoch oberseitige diffusionsoffene Beplankung einschließlich wasserdicht ausgeführter Feuchteschutzbahn (s _{d,e} ≤ 0,3 m)		NKL 2

¹⁾ Modifizierte Tabelle in Anlehnung an Tabelle 3 aus DIN 68 800-2:1996-05

²⁾ Fachgerechte Belüftung nach Klempnerfachregeln

³⁾ Von solchen Konstruktionen wird wegen der Möglichkeit ungewollt auftretender Feuchte grundsätzlich abgeraten

> hh 3/2/MB Bäder
 INFORMATIONSDIENST HOLZ
 holzbau handbuch
 Reihe 3, Teil 2, „Merkblatt
 Bäder und Feuchträume im
 Holzbau und Trockenbau“ [31]

5.4.7 _ Bäder und Feuchträume

Holzrahmen- und Trockenbaukonstruktionen haben sich im Innenbereich bewährt, wenn sie in Bädern und Feuchträumen mit geeigneten Abdichtungssystemen kombiniert werden. Bei der Ausführung von Bädern und Feuchträumen sind verschiedene Feuchtigkeitsbeanspruchungsklassen zu berücksichtigen: Zonen mit geringer, mäßiger und hoher Feuchtebeanspruchung (siehe Abb. 5.19). Für die im Wohnungsbau typischen Anwendungsbereiche mit geringer oder mäßiger Beanspruchung liegt das Merkblatt „Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau“ (hh 3/2/MB Bäder) vor.

Bäder in privat genutzten Wohnhäusern sind weder Nass- noch Feuchträume und zählen zu den „trockenen“ Räumen. Dies ist in DIN 18 195-1 definiert und gilt unabhängig von der Bauweise. Auch im Kommentar zur bereits 1990 erschienenen DIN 68 800 wird dies festgestellt. Die Klimabedingungen in privaten Bädern und Küchen sind mit denen von Wohnräumen nahezu identisch. Holzbauteile in Feuchträumen mit üblichem Wohnklima dürfen daher der Gefährdungsklasse 0 zugeordnet werden, wenn durch wasserdichte Oberflächen auch im Bereich von Durchdringungen und Anschlüssen eine Feuchtebeanspruchung der Holzkonstruktion verhindert wird. Bei einer höheren Feuchtebeanspruchung, z.B. bei Bädern mit planmäßigem Bodeneinlauf oder bei Verzicht auf eine Duschtasse, werden besondere Maßnahmen erforderlich, beispielsweise Bauwerksabdichtungen in Verbindung mit chemischen Holzschutzmaßnahmen.

Klassen der Feuchtigkeitsbeanspruchung

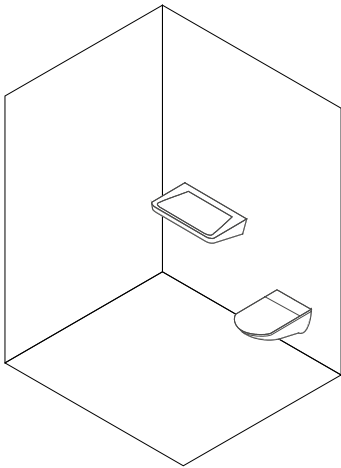
Eine Unterscheidung zwischen geringer und mäßiger Feuchtebeanspruchung für Wand- und Bodenflächen (siehe Abb. 5.19) ist zu treffen bei:

- Küchen (gilt nicht für gewerblich genutzte Großküchen),
- Toiletten,
- Bädern einschließlich Duschbereichen (in Wohnhäusern, Hotel- und Krankenzimmern, Alten- und Pflegeheimen),
- öffentlichen WCs (etwa in Gaststätten, Bildungseinrichtungen, Museen etc.),
- Laborräumen (etwa in Arztpraxen).

An Deckenflächen werden üblicherweise keine Anforderungen gestellt.

Auch wenn die Beläge (keramische Fliesen, Natursteinbeläge usw.) feuchtigkeitsbeständig und wasserabweisend sind, ist eine Abdichtung erforderlich. Aufgrund der Art der Verfugung, Anschlüsse und Durchdringungen kann der Gesamtbelag hier nicht als wasserundurchlässig angesehen werden. Die Planung und Ausführung von Holzbau- und Trockenbausystemen ist stets in Verbindung mit Abdichtungssystemen (Folien, Bahnen, Flüssigdichtungen) erforderlich.

Gäste-WC



Häusliches Bad mit Badewanne als Dusche

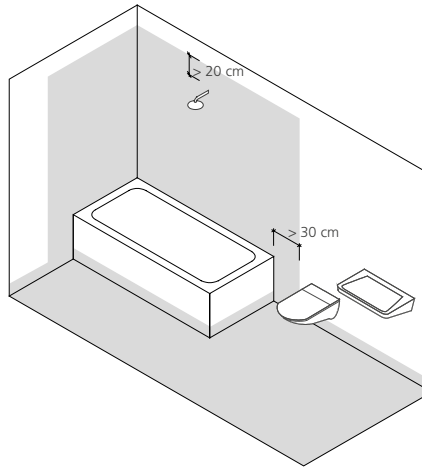
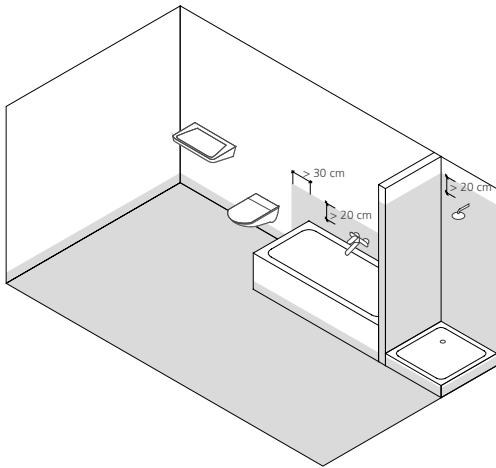
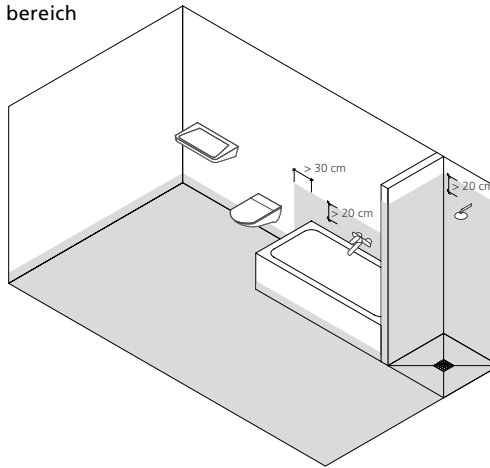


Abb. 5.19
Beispiele für
spritzwasserbeanspruchte
Bereiche

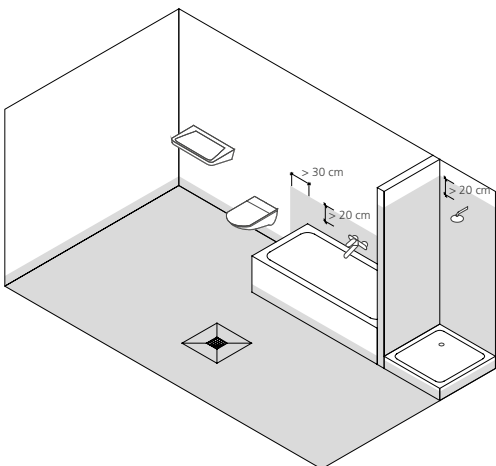
Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung
und Dusche



Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung
und planmäßig genutztem Bodenablauf im Dusch-
bereich



Häusliches Bad mit Wanne ohne Duschnutzung
und nicht planmäßig genutztem Bodenablauf



keine oder geringe Beanspruchung
durch Spritzwasser,
Beanspruchungsklasse 0



mäßige Beanspruchung durch
Spritzwasser (Spritzwasserbereich),
Beanspruchungsklasse A01, A02



Beschaffenheit der Untergründe

Die erreichbare Qualität der Abdichtung hängt maßgeblich davon ab, ob die wichtigsten Anforderungen an die Untergründe konsequent beachtet werden, beispielsweise:

- Ebenheit nach DIN 18 202
- ausreichend tragfähig und trocken,
- frei von durchgehenden Rissen, Öl, Fett, losen Bestandteilen und Staub.

Für Estriche und Estrichsysteme stehen im Holzbau und Trockenbau folgende Werkstoffe zur Verfügung:

- Gipsbauplatten, Gipsfaserplatten, Gipsputze und Calciumsilikatestriche,
- Zementestriche,
- Gussasphaltestriche,
- zementgebundene Bauplatten,
- zementbeschichtete Hartschaumplatten.

Die in Tabelle 5.12 dargestellte Matrix ordnet den Beanspruchungsklassen geeignete Untergründe zu. Detaillierte Ausführungshinweise gibt [31].

Gipskarton- und Gipsfaserplatten eignen sich als Untergrund für die Befliesung in nicht oder nur gering beanspruchten Bereichen, weil diese Materialien bei Feuchtwechsels nur geringe Längenänderungen erfahren. Holzwerkstoffplatten sind, selbst wenn sie feuchtebeständig sind, wie etwa zement- oder gipsgebundene Spanplatten, wegen ihres Formänderungsverhaltens in der Regel nicht geeignet.

Wandkonstruktionen in Bädern, deren Fläche zu dem durch Spritzwasser beanspruchten Bereich gehört, sollten bei einem Ständerabstand von 625 mm zweilagig bekleidet werden, beispielsweise mit 2 x 12,5 mm Gipskartonplatte, um eine ausreichende Stabilität für das aufzubringende Abdichtungssystem zu erzielen. Bei einer Dicke von mindestens 18 mm ist auch eine einlagige Ausführung möglich. Einlagige Beplankungen mit 12,5 mm dicken Gipsbauplatten und einem reduzierten Abstand der Unterkonstruktion von maximal 420 mm sind nicht empfehlenswert.

Werden unterschiedliche Beplankungen kombiniert eingesetzt, muss die Holzwerkstoffplatte als erste Lage mindestens 10 mm bzw. 1/50tel des lichten Ständerabstandes dick sein. Die darauf befestigten Gipsbauplatten müssen mindestens 9,5 mm dick sein.

Tabelle 5.12

Untergründe für Abdichtungen und keramische Beläge

	Feuchtigkeitsbeanspruchungsklassen*			
	Wand 0 gering	Wand A01 mäßig	Boden 0 gering	Boden A02 mäßig
Gipsplatten ¹⁾	○	●	○ ²⁾	● ^{3) 2)}
Gipsfaserplatten	○	●	○	● ³⁾
sonstige Gipsbauplatten, z.B. Spezial-Feuerschutzplatten	○	●	—	—
Gipsputze	○	●	—	—
Kalk-Zement-Putze	○	●	—	—
Calciumsulfatestriche	—	—	○	● ³⁾
Zementstriche	—	—	○	○ ⁵⁾
Gussasphaltestriche	—	—	○	○ ⁵⁾
zementgebundene Bauplatten ^{4) 2)}	○	○	○	○ ⁵⁾
zementbeschichtete Hartschauplatten ²⁾	○	○	○	○ ⁵⁾

- Anwendung nicht zulässig
- Bereich ohne zwingend erforderliche Abdichtung (abdichten, wenn vom Auftraggeber oder Planer für erforderlich gehalten und beauftragt wird)
- Abdichtung erforderlich

¹⁾ Anwendung nach DIN 18 181

²⁾ Herstellerangaben beachten

³⁾ Im Bereich von planmäßig genutzten Bodenabläufen nicht zulässig (z.B. barrierefreier Duschbereich)

⁴⁾ Ausgenommen sind zementgebundene Bauplatten mit organischen Zuschlägen (z.B. zementgebundene Spanplatten)

⁵⁾ Randanschlüsse und Bewegungsfugen sind entsprechend Abschnitt 5.5 auszuführen

* Beanspruchungsklassen:

0 Wand- und Bodenflächen, die nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser **gering** beansprucht sind

A01 Wandflächen, die nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser **mäßig** beansprucht sind

A02 Bodenflächen, die nur zeitweise und kurzfristig mit Spritzwasser **mäßig** beansprucht sind

Abdichtungssysteme in der Fläche

Als Abdichtungsmaßnahme in der Fläche sind die in DIN 18 195 aufgezeigten Lösungen, insbesondere bei Wandflächen, wenig geeignet, da es sich vorrangig um Folien, Pappen oder Beschichtungen auf Bitumen-Basis handelt. Günstiger sind Abdichtungen, die sich ähnlich einem Anstrich naht- und fugenlos verarbeiten lassen und eine hohe Wasserundurchlässigkeit aufweisen. Bevorzugt werden Polymer- und Kunstharzdispersionen, aber auch Kunststoff-Zement-Mörtel-Kombinationen oder Reaktionsharze als Flächenabdichtungstoff Verwendung.

Ein Eignungsnachweis, wie er für von DIN 18 195 abweichende Lösungen gefordert ist, lässt sich am besten durch einen Herstellernachweis erbringen: Die Verträglichkeit des Untergrundes mit der Grundierung und dem Dichtsystem zusammen mit dem Fliesenkleber muss aufeinander abgestimmt sein.

Abdichtungssysteme für Bewegungsfugen

Der fachgerechten Ausbildung von Bauteilfugen, sowohl beim Anschluss der Bodenfläche an die Wand (siehe Abb. 5.20) als auch beim Abdichten von Wannen, Duschtassen, Armaturen etc. (siehe Abb. 5.21) ist von besonderer Bedeutung. Sie sind dauerelastisch auszuführen, damit sie die auftretenden Verformungen der Bauteile aufnehmen. Gemäß Merkblatt Bäder und Feuchträume [31] sind Primär- und Sekundärabdichtung zu unterscheiden. Grundsätzlich sind hierbei Dreiflanken-Haftungen zu vermeiden, da sie keine Formänderungen aufnehmen können. Dies gilt gleichermaßen für sogenannte Dreiecksfugen bei rechtwinklig zueinander angeordneten Flächen (siehe Abb. 5.22).

Bei Anschlussfugen zwischen befließter Wand- und Bodenfläche sind bei schwimmenden Estrichen Setzungen von 1 bis 3 mm zu erwarten. Die dauerhafte Dehnfähigkeit geeigneter Fugenmaterialien liegt bei ca. 15 bis 25%. Eine mittlere Dehnfähigkeit von 25% vorausgesetzt, ergibt sich für eine mögliche Setzung von bis zu 2 mm eine erforderliche Fugenbreite von 8 mm. Da zu breite Anschlussfugen aus optischen Gründen meist nicht toleriert werden, sollten sie etwa 1 bis 2 Jahre nach Fertigstellung des Hauses erneuert werden, da die Setzungen zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen sind. Fugenbreiten von 1 bis 2 mm sind unwirksam und daher nicht sinnvoll. Optisch akzeptable Fugenbreiten liegen im Bereich von 5 bis 8 mm.

Beim Anschluss von Duschtassen oder -wannen sind breite Fugen weniger störend. Sie sollten jedoch oberhalb des Wannenrandes liegen, so dass sich kein Wasser sammeln kann. Detaillierte Hinweise und erläuternde Zeichnungen sind auch in [31] enthalten.

Abb. 5.20

Beispiel: Boden-Wand-Anschluss mit Sockelfliese und Flächenabdichtung

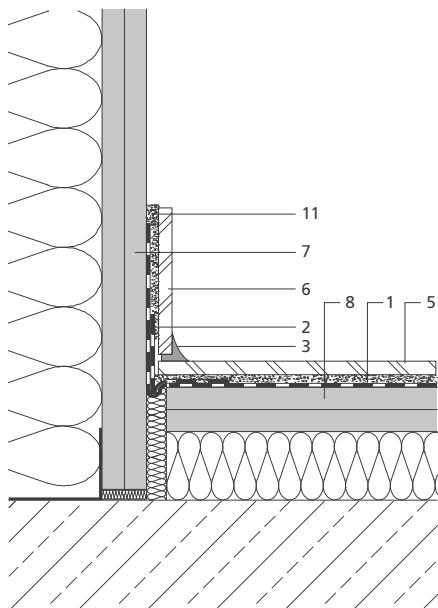


Abb. 5.21

Beispiel: Befestigung von Sanitäröbjekten mit Wannenleisten

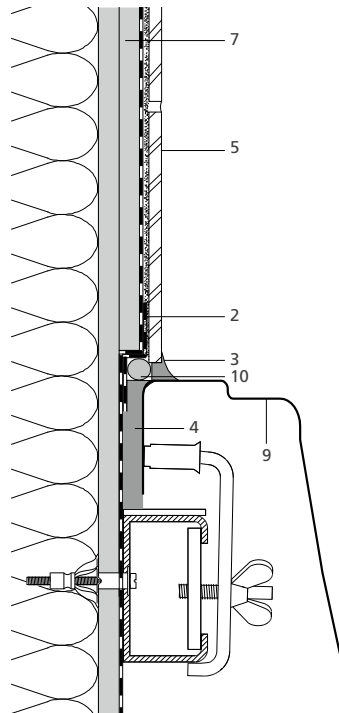
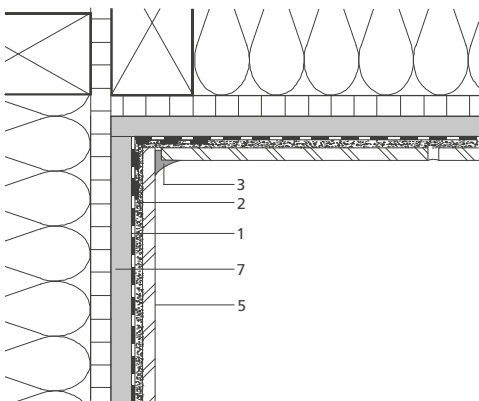


Abb. 5.22

Beispiel: Ausbildung der Abdichtungen bei Eckverbindungen von Wänden



- 1 Flächenabdichtung (in Abhängigkeit von Tabelle 5.12)
- 2 Dichtband
- 3 Sekundärdichtung
- 4 Primärdichtung
- 5 Fliesen im Dünnbett
- 6 Sockelfliese
- 7 Beplankung/Bekleidung (ein- bzw. zweilagig)
- 8 Trockenestrich
- 9 Duschtasse/Badewanne
- 10 vorkomprimiertes Dichtungsprofil, „Dichtungsschnur“
- 11 zementärer Fugenmörtel oder Fugenkleber

5.5 _ Schallschutz

5.5.1 _ Allgemeines

Der Schallschutz gewinnt für die Wohn- und Lebensqualität zunehmend an Bedeutung. Aufgrund seines hohen Stellenwerts muss ein funktionierender Schallschutz – unabhängig von der Bauweise – sorgfältig geplant und entsprechend ausgeführt werden.

Zweck von Schallschutzanforderungen ist es, die Bewohner vor unzumutbaren Belästigungen durch Geräusche (Lärm) zu schützen und ein Mindestmaß an Vertraulichkeit und Ruhe zu gewährleisten. Der bauliche Schallschutz bezieht sich auf Lärm

- aus der Umwelt (Immissionsschutz),
- aus dem Gebäude heraus (Emissionsschutz),
- innerhalb eines Gebäudes, z.B. zwischen fremden Wohnbereichen bzw. Wohn- und Arbeitsbereichen.

Im Holzrahmenbau werden gute Schallschutzwerte durch die Mehrschaligkeit der Konstruktion und die üblichen Schichtaufbauten der Bauteile erreicht. Mit den Aufbauten von Dach-, Wand- und Deckenbauteilen, wie sie in Kapitel 7 dargestellt sind, werden die Anforderungen des Schallschutzes nach DIN 4109 sicher erreicht, teilweise sogar deutlich übererfüllt.

Mit nur wenigen Modifikationen können im Holzbau Luftschalldämm-Maße und Trittschallpegel erreicht werden, die den Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz erfüllen. Selbst bei einem starken Außenlärmpegel, wie er an stark befahrenen Straßen oder im Bereich von Einflugschneisen vorliegt, kann in Häusern mit Außenwänden in Holzrahmenbauweise ein effektiver Schallschutz erzielt werden. Durch ergänzende Installations Ebenen, Doppelständer mit durchgehender Schwelle und Rähm sowie WDVS mit Holzfaserdämmstoffen lassen sich Schalldämm-Maße von $R_{w,R} > 50$ dB erzielen.

5.5.2 _ Bauordnungsrechtliche Aspekte

Schallschutzanforderungen sind in den Landesbauordnungen (LBO) der Bundesländer nur allgemein formuliert. Stellvertretend wird die Musterbauordnung (MBO) §18 (2) zitiert:

„Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben. (...)“.

Diese allgemeinen Anforderungen bedürfen einer Konkretisierung, beispielsweise durch Normen und Richtlinien.

Dabei ist in öffentlich-rechtlich relevante Normen (Eingeführte Technische Baubestimmungen, ETB) und öffentlich-rechtlich nicht wirksame Normen zu unterscheiden. Letztere können privatrechtlich vereinbart werden. Dies betrifft vor allem den Schallschutz innerhalb der eigenen Nutzungseinheit, da dieser in den ETB nicht geregelt ist.

Eingeführte Technische Baubestimmungen (ETB) zum Schallschutz sind:

- DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise“,
- Beiblatt 1 zu DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“.

Regelwerke, die nicht bauaufsichtlich eingeführt und daher privatrechtlich vereinbart werden können, sind u.a.:

- Beiblatt 2 zu DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich“,
- VDI Richtlinie 4100 „Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung“.

Normen und Richtlinien

Die Anforderungen nach DIN 4109 müssen auch ohne explizite vertragliche Vereinbarungen eingehalten werden. Dabei entsprechen sie in wesentlichen Teilen nicht mehr den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Dies liegt einerseits an dem deutlich gestiegenen Ruhebedürfnis der Bevölkerung, andererseits an den in der Norm aufgeführten bautechnisch überholten (Holz-)Baukonstruktionen.

Mit den Bauherren sollten die Anforderungen an den Schallschutz besprochen und verbindlich vereinbart werden. Dabei können die Anforderungen bzw. Empfehlungen der bestehenden Normen und Richtlinien wie DIN 4109, Bbl. 2 zu DIN 4109, VDI-Richtlinie 4100 zugrunde gelegt werden. So lassen sich Streitigkeiten bereits im Vorfeld vermeiden. Das subjektive Empfinden lässt sich etwa über Hörbeispiele [32] konkretisieren.

5.5.3 _ Grundlagen

Beim Schallschutz wird unterschieden in

- Luftschalldämmung/Schalldämm-Maße für den Luftschall,
- Trittschalldämmung/Schalldämm-Maße für den Trittschall.

Das **Luftschalldämm-Maß R** gibt an, wie gut ein Bauteil den sich als Luftschall ausbreitenden Lärm einer Lärmquelle dämpft, und ermöglicht mit der Angabe einer einzigen Zahl die Klassifikation der Schalldämmwirkung.

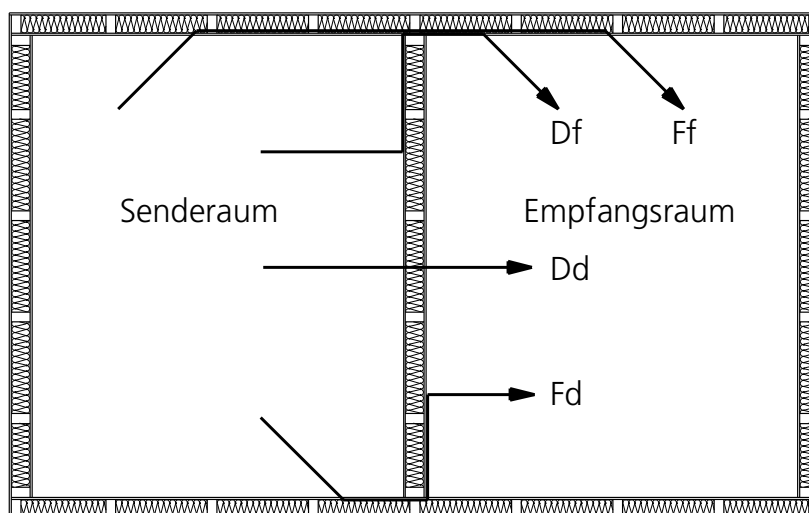
Entscheidend für eine gute Luftschalldämmung ist die tatsächliche Einbausituation des Bauteils im Bauwerk. Schall gelangt nicht nur direkt durch die Fläche eines trennenden Bauteils, sondern auch über die Nebenwege, die flankierenden Bauteile, beispielsweise

- Wände,
- Decken,
- Dächer,
- Kabelkanäle und Rohrleitungen,
- Fugen (etwa zwischen Kamin und Decke).

Je größer der Zahlenwert des Schalldämm-Maßes R ist, desto besser ist die dämpfende Eigenschaft des Bauteils.

Abb. 5.23

Schallübertragungswege: direkt über das trennende Bauteil D_d und über flankierende Bauteile D_f , F_d und F_f bei Luftschallanregung einer Wand



Eine Deckenkonstruktion ist schalltechnisch umso besser, je kleiner der Zahlenwert des Trittschallpegels L_n ist.

Der **Trittschall** ist ein Körperschall, der z.B. durch Gehen, Stühlerücken, Hämmern, Haushaltsgeräte oder Aufprallgeräusche entsteht. Er wird direkt in die Decke oder Treppe eingeleitet und über den Baukörper an die benachbarten Räume abgestrahlt (siehe Abb. 5.24).

Der in einem angrenzenden Raum gemessene Schallpegel L_n (erzeugt durch ein definiertes Norm-Hammerwerk) wird als Norm-Trittschallpegel bezeichnet. Im Unterschied zum Luftschall wird also nicht die dämpfende Wirkung des

Bauteils angegeben, sondern die resultierende Lautstärke in einem angrenzenden Bereich. Die kennzeichnende Größe wird als bewerteter **Norm-Trittschallpegel** L_{nw} bzw. L'_{nw} bezeichnet.

Nach den Rechenregeln für Schalldämm-Maße und Norm-Trittschallpegel erhält man aus den „reinen“ Dämmwerten (Bauteil ohne Nebenwege) und den Dämmwerten der Flankenübertragung das gesuchte Ergebnis: die Schalldämmung des Bauteils inklusive der Nebenwege R' bzw. L'_{-n} :

$$R \text{ und } R_{-L} \text{ (bzw. } D_{nf}) \rightarrow R'$$

$$L_{-n} \text{ und } L_{-nf} \rightarrow L'_{-n}$$

Schalldämm-Maße und Norm-Trittschallpegel inklusive Nebenwegsübertragung werden mit einem Hochstrich gekennzeichnet.

Bei Holzdecken ist darauf zu achten, dass für die Rohdecke die Körperschallanregung aus der Nutzung so weit wie möglich „gedämpft“ wird. Dies wird durch schwimmende Estriche, eine abgehängte Unterdecke sowie eine Bedämpfung des Gefachhohlraums mit Dämmstoff erreicht (siehe Abb. 5.25).

Erfüllt eine Deckenkonstruktion aus Holz die Anforderungen an den Trittschallschutz, so erfüllt sie in der Regel auch die Anforderungen an den Luftschallschutz.

Abb. 5.24

Schallübertragung direkt (D_d) und über flankierende Bauteile (D_f) bei Trittschallanregung einer Decke

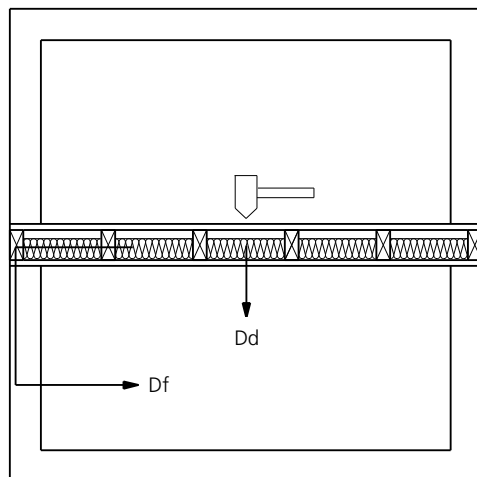
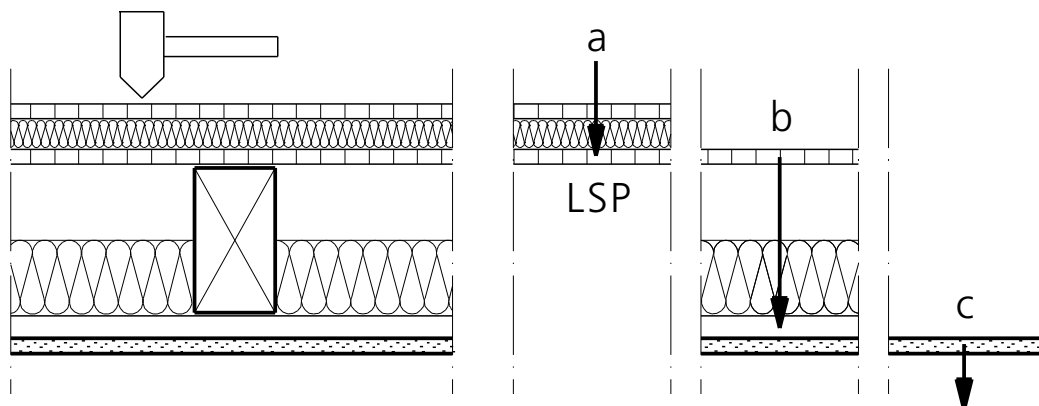


Abb. 5.25

Anregung einer Holzbalkendecke durch Körperschall und Weiterleitung des Schalls in den unteren Raum



5.5.4 _ Schalltechnisches Verhalten von Bauteilen

Schalltechnisch wird zwischen ein-, zwei- oder mehrschaligen Bauteilen unterschieden. Bei einschaligen Bauteilen wie etwa Mauerwerks- oder Betonwänden, aber auch Wänden in Massivholzbauweise, hängt die Schalldämmung hauptsächlich von der flächenbezogenen Masse ab: je schwerer das Bauteil, desto besser die Schalldämmung. Mit schweren Bauteilen sind jedoch häufig schlechtere Wärmedämmeigenschaften verbunden. Leichte, einschalige Bauteile haben dagegen eher ungünstigere Werte beim Schallschutz. Schalldämm-Maße von mehr als 55 dB lassen sich bei allen Bauweisen in der Regel nur durch zweischalige Bauteile zuverlässig erreichen.

Mehrschalige Bauteile

Die Schalldämmung der im Holzrahmenbau bauartbedingten zwei- oder mehrschaligen Bauteile hängt von den Eigenschaften der einzelnen Schichten (Schalen), ihrer Verbindung untereinander und der „Bedämpfung“ des Hohlraums ab. Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Verwendung biegeweicher und möglichst schwerer Schalen, etwa Gipsbau- und Holzwerkstoffplatten,
- Entkopplung der Verbindung der Schalen, beispielsweise durch Federschienen bei abgehängten Unterdecken,
- Vermeidung von Schallbrücken (siehe Kapitel 5.5.5),
- Bedämpfung der Hohlräume durch Faserdämmstoffe mit hohem Strömungswiderstand,
- Einbringen biegeweicher Massen in Decken, etwa mit Sand- und Splittschüttungen,
- Sicherstellen der Luftdichtheit zur Vermeidung von Fugenschall.

Wesentliche, kompakt zusammengestellte Grundlagen und Einflussgrößen sind in den Publikationen des Informationsdienst Holz zusammengestellt. Für eine Vielzahl von Bauteilen und Bauteilsituationen sind Schalldämm-Maße für die trennenden und die flankierenden Bauteile angegeben: Für Dächer und Wände ist (hh 3/3/4 [33]) heranzuziehen, für Holzbalken- und Brettstapeldecken (hh 3/3/3 [34]), das auch ein Prognoseverfahren enthält.

Weitere Einflussgrößen

Während die Ständertiefe nur einen verhältnismäßig geringen Einfluss auf die Schalldämmung hat, führen Verschiebungen beim Ständerabstand (Raster) zu starken Veränderungen, insbesondere im mittel- und tieffrequenten Bereich. Ausgehend von einem Raster von 625 mm ergibt sich bei einer Verkleinerung des Rasters meist eine Verbesserung in der niederfrequenten Schalldämmung bei gleichzeitiger Verschlechterung des Schalldämm-Maßes R_w . Bei einer Vergrößerung wird üblicherweise eine Verbesserung des R_w -Wertes erzielt.

Eine deutliche Verbesserung wird durch die Entkopplung der Schalen erzielt. Dies kann durch Auftrennen der Holzständer oder durch eine versetzte Anordnung erfolgen (siehe Regelkonstruktion 7.1.4).

5.5.5_ Schallbrücken

Schallbrücken gibt es immer dort, wo Luft oder nicht entkoppelte, schallharte Schichten Schwingungen übertragen. Am Beispiel des geöffneten bzw. geschlossenen Fensters wird deutlich:

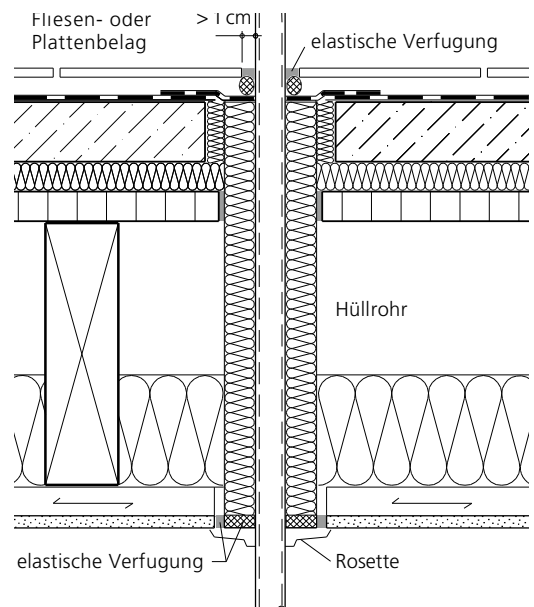
Wo Luft geht, geht auch Schall.

Zur Vermeidung von Luftschallbrücken müssen die Bauteile selbst sowie ihre Anschlüsse an die angrenzenden Bauteile luftdicht sein. Daher ist insbesondere bei Leitungs- und Rohrdurchführungen, Steckdosen etc. auf eine sorgfältige Ausführung bzw. Abklebung zu achten (Abb. 5.26).

Typische Schallbrücken zwischen schallharten Schichten sind beispielsweise Verbindungen des schwimmenden Estrichs mit der Wand oder Rohdecke. Sie entstehen etwa durch Leitungs-kreuzungen zwischen Rohdecke und Estrich oder durch fehlende seitliche Dämmstreifen zwischen Estrich und Wandkonstruktion.

Schallbrücken zwischen Rohdecke und Estrich verursachen eine prägnantere Verschlechterung der Trittschalldämmung als Schallbrücken zwischen Estrich und Wand.

Abb. 5.26
Beispielhafte
Rohrdurchführung



5.5.6 _ Schallnebenwege

Trennwände sollen sowohl vor Lärm aus benachbarten Wohnbereichen schützen als auch die Wahrung der eigenen Intimsphäre sicherstellen. Für Trennwände, die fremde Wohnbereiche voneinander trennen, bestehen daher besondere Anforderungen an den Luftschallschutz. Es wird unterschieden in

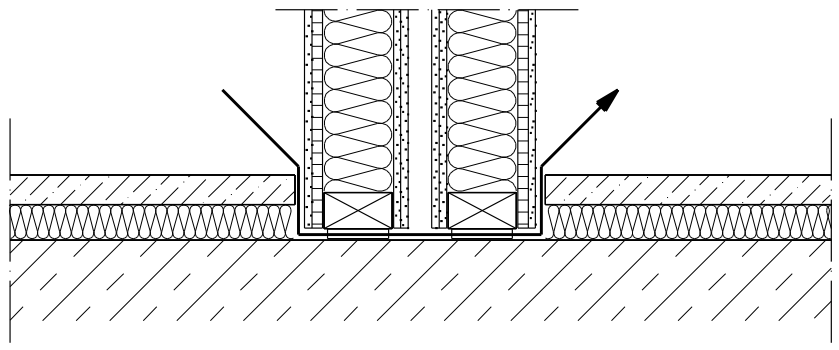
- Wohnungstrennwände,
- Treppenraumwände und
- Gebäudetrennwände.

Die Mindestanforderungen für die einzelnen Trennwandarten sind in der DIN 4109 festgelegt, allerdings sind höhere Werte für das Schalldämm-Maß zu empfehlen.

Steife Anschlüsse können als Schallbrücken wirken. Hierbei ergibt sich häufig Abstimmungsbedarf zwischen statisch erforderlichen Kopplungen und schalltechnisch ungünstigen (unplanmäßigen) Übertragungsstellen. Trennt man beide Schalen konsequent voneinander, können Nebenwegsübertragungen meist vernachlässigt werden. Im ausgeführten Bauwerk erreicht man dann die gleichen Schalldämmwerte wie im Laborprüfstand. Es gibt Ausnahmen wie beispielsweise die Schalldämmung im Dachgeschoss, wo die Schall-Längsleitung über die Dachfläche zu einer nicht zu vernachlässigenden Verschlechterung der Schalldämmung führen kann.

Im Aufstandsbereich von Trennwänden auf Bodenplatten oder Kellerdecken aus Stahlbeton werden die Wände bei der Montage zum Höhenausgleich zunächst auf Klötze gestellt. Diese Fugen sind vollständig zu schließen, beispielsweise durch Ausstopfen mit Quellschutt, damit es zu keiner Fugenschallübertragung kommen kann (siehe Abb. 5.27).

Abb. 5.27
Fugenschallübertragung



Verbesserungsmaßnahmen

Folgende Maßnahmen wirken sich günstig auf die Schall-Längsdämmung aus:

- Ein Schott aus strömungsdichten Faserdämmstoffen im Lufthohlraum (z.B. in der Geschossdecke) des flankierenden Bauteils verbessert den Wert um etwa 3 dB bis 4 dB.
- Eine doppelte Beplankung der Unterdecke bringt eine Verbesserung um etwa 3 dB, wenn sie an einer Lattung befestigt wird; federnd abgehängt ergeben sich Verbesserungen von bis zu 6 dB (siehe Abb. 5.28).
- Doppelte Wandbeplankungen können die Schall-Längsdämmung um bis zu 4 dB verbessern (siehe Abb. 5.29).
- Eine Trennung der Beplankung (z.B. durch einen Trennschnitt) bringt eine Verbesserung von ca. 4 dB, auch wenn die Beplankungen auf dem gleichen Holzbauteil befestigt sind (siehe Abb. 5.30).
- Der schwimmende Estrich sollte durch die Trennwand (auf der Rohdecke befestigt) unterbrochen werden (siehe Abb. 5.31). Keinesfalls sollte der Estrich unter der Trennwand durchlaufen. Fließend eingebrachte Estriche sind schalltechnisch günstiger als Trockenestriche zu bewerten.
- Die Traglattung der Dacheindeckung ist über Trennwände hinweg zu unterbrechen und in diesem Bereich durch Metallprofile zu ersetzen. Auch aus brandschutztechnischen Aspekten ist der Hohlraum zwischen Dacheindeckung und Trennwand (bzw. Aufdachdämmung) mit Mineralfaserdämmstoff auszufüllen (vgl. hierzu hh 3/3/4, Abb. 25 [33]).

Abb. 5.28

Korrekte und falsche Montage der Federschiene

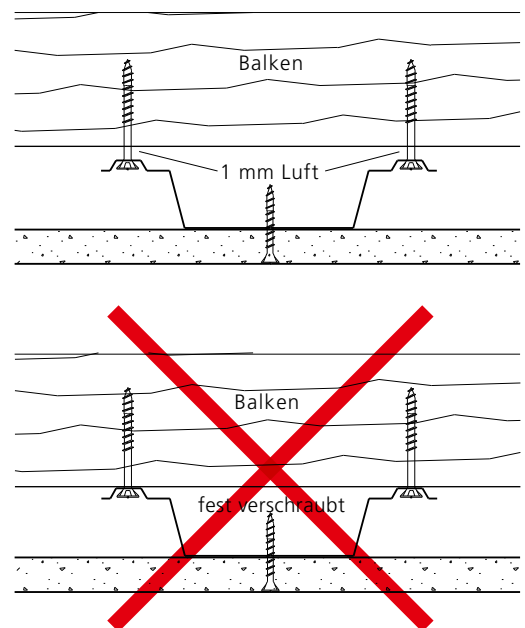


Abb. 5.29

Doppelte Wandbeplankung

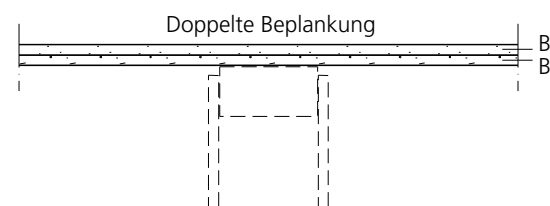


Abb. 5.30

Trennung der Beplankung

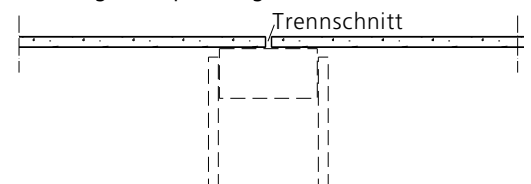
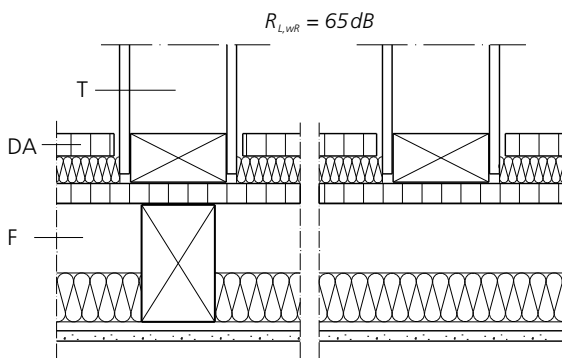


Abb. 5.31

Schwimmender Estrich, unterbrochen



5.5.7 _ Nachweisverfahren

Der rechnerische Nachweis der Gesamtschalldämmung kann gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109 auf zwei Wegen erbracht werden:

- dem vereinfachten Nachweis und
- dem genaueren Verfahren.

Darüber hinaus sind Eignungsprüfungen in Prüfständen und Baustellenmessungen als Nachweis des geforderten Schallschutzes möglich. Baustellenmessungen haben den Nachteil, dass bei Nichterreichen der geforderten Schalldämmung meist kostspielige Nachbesserungen erforderlich sind.

Vereinfachtes Verfahren

Das vereinfachte Verfahren stellt ohne jeglichen Bezug zur konkreten Einbausituation die als bekannt vorausgesetzten Eigenschaften der Bauteile den Grenzwerten nach Norm gegenüber. Dabei gilt das geforderte bewertete Schalldämmmaß (R'_{w}) als eingehalten, wenn jeder der Einzelwerte des Schall-Längsdämm-Maßes ($R_{L,w,R}$) um mindestens 5 dB größer ist als der geforderte R'_{w} -Wert.

$$R_{w,R} \quad (\text{Trennwand}) \quad \geq R'_{w} + 5 \text{ dB}$$

$$R_{L,w,R} \quad (\text{flankierendes Bauteil}) \quad \geq R'_{w} + 5 \text{ dB}$$

Die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens ist nicht besonders hoch, da das „Vorhaltemaß“ von 5 dB in vielen Fällen nicht genügt. Bei fünf Übertragungswegen wären mathematisch 7 dB korrekt.

Ein vereinfachtes Prognoseverfahren zur Ermittlung des Normtrittschallpegels enthält die Schrift hh 3/3/3 [34]. Mit der auf diesem Rechenverfahren basierenden Excel®-Berechnungshilfe „TRITTSCHALLPROgnose“ [35] besteht die Möglichkeit, individuelle Deckenaufbauten zu konfigurieren und den resultierenden Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ sehr schnell mit einer Genauigkeit von ± 3 dB zu ermitteln.

> hh 3/3/3

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**

Holzbau handbuch

Reihe 3, Teil 3, Folge 3

„Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“ [34]

Genauerer rechnerisches Verfahren

Die zuverlässigste Methode im Rahmen der Planung ist die Abschätzung des resultierenden Luftschalldämm-Maßes $R'_{w,R}$ nach DIN 4109 Beiblatt 1, Gl. (7), bei dem die über die beteiligten Bauteile übertragenen Schallenergien addiert werden. Der Berechnung werden die Laborwerte des trennenden Bauteils und der flankierenden Bauteile zugrunde gelegt. Die auf diese Weise ermittelten Werte für die Gesamtschalldämmung sind in der Regel etwas höher als bei dem vereinfachten Verfahren.

Auch hier werden verlässliche Werte für Schall- und Schall-Längsdämm-Maß aus einer Prüfstandsmessung benötigt. Für die meisten im Holzrahmenbau verwendeten geregelten oder zugelassenen Dämmstoffe und Materialien liegen aktuellere Werte für die verschiedensten Kombinationen vor als in Beiblatt 1 zu DIN 4109 angegeben.

Eignungsprüfungen

Aufgrund der schnell fortschreitenden Entwicklung im Holzbau entsprechen viele der eingesetzten Holzkonstruktionen nicht mehr den in Beiblatt 1 zu DIN 4109, Ausgabe 1989, dargestellten Bauteilen. Für diese Bauteile ist eine Eignungsprüfung durch genormte Mess- und Prüfverfahren nach DIN 52 210 Teile 1 bis 4 erforderlich.

Systemhersteller aus der Gipsplatten- oder Holzwerkstoffindustrie sowie Türen- und Fensterhersteller liefern für ihre Produkte in der Regel Prüfzeugnisse, die sie aus Labormessungen erhalten. Diese werden von anerkannten, zertifizierten Prüfanstalten der Länder herausgegeben. Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) sollten stets als vollständige Kopie vorliegen und dürfen nur für den angegebenen Anwendungsbereich verwendet werden.

Einige Hersteller von Gips- oder Holzwerkstoffplatten führen Messungen in eigenen Prüfständen durch.

Baustellenmessung

Hinsichtlich des tatsächlichen Schalldämm-Maßes ist die Baustellenmessung nach Norm das exakteste Verfahren. Diese Messung dient vorrangig der Überprüfung einer Konstruktion und findet häufig Anwendung bei der Beurteilung und Bewertung von Konstruktionen im Bestand.

5.6 _ Brandschutz

5.6.1 _ Allgemeines

Bei objektiver Betrachtung kann dem Holzbau im Allgemeinen und dem Holzrahmenbau im Besonderen in brandschutztechnischer Hinsicht ein gutes Zeugnis ausgestellt werden. Bei sorgfältiger Planung und Ausführung ist das Verhalten dieser Baukonstruktionen im Brandfall berechenbar, zumal das Brandentstehungsrisiko unabhängig von der Brennbarkeit der Baustoffe der Tragkonstruktion ist. Durch die Kapselwirkung brandschutztechnisch wirksamer Bekleidungen in Verbindung mit leistungsfähigen Volldämmungen sind Hohlraumbrände weitgehend ausgeschlossen.

Der normal entflammbare Baustoff hat gegenüber anderen Baustoffen herausragende Eigenschaften und verhält sich im Brandfall robust und gutmütig. So führt bei Holzbauteilen die sich bildende schützende Holzkohleschicht zu einem relativ geringen tatsächlichen Abbrand (für Nadelholz ca. 0,7 bis 0,8 mm/min). Zusätzlich erhitzen sich die Restquerschnitte wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit des Holzes nur langsam und bleiben somit lange tragfähig.

Entsprechend der Musterbauordnung [MBO 2002] sowie der „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise [M-HFHolzR]“ sind Holzbauteile heute für bis zu fünfgeschossige Gebäude normaler und eine Vielzahl von Bauwerken besonderer Art und Nutzung aus brandschutztechnischer Sicht problemlos verwendbar.

Ergänzend sind Abweichungen von den Bau- und Sonderbauverordnungen möglich, wenn durch Brandschutzkonzepte nachgewiesen wird, dass die bauaufsichtlich geforderten Schutzziele auch unter Verwendung des Baustoffes Holz, ggf. mit zusätzlichen Kompensationsmaßnahmen, erreicht werden [2].

Es ist zu beachten, dass die brandschutztechnische Wirksamkeit eines Bauteils in erheblichem Maße von der Detailausbildung abhängt. Eine undichte Rohrdurchleitung, nicht verkofferte Steckdosengruppen, eine ungesicherte Türleibung oder ein undichter Deckenanschluss können die Investition in die Brandschutzbekleidung eines hochwertigen Bauteils zunichte machen.

Die Grundlagen des baulichen Brandschutzes mit Holz sind in hh 3/4/1, hh 3/4/2, hh 3/4/4 und [39] ausführlich erläutert, ausgeführte Beispiele sind in hh 3/4/3 enthalten. Besondere Hinweise zum Brandschutz von Hallenbauten enthält hh 3/4/4.

5.6.2 _ Brandentstehung

Ein nach den Regeln der Technik geplantes und erstelltes Gebäude hat bei planmäßiger Nutzung in der Regel nur sehr geringe bauliche Brandentstehungsrisiken. Brände entstehen überwiegend durch Fahrlässigkeiten, unplanmäßige Nutzung und Mängel an elektrotechnischen Geräten und Leitungen. Diesen Brandentstehungsrisiken kann alleine durch Maßnahmen bei der Baukonstruktion nicht begegnet werden.

Das Brandentstehungsrisiko ist mit fallender Bedeutung abhängig von:

- Einrichtungen, Ausstattungen,
- technischen Installationen,
- Nutzerverhalten,
- Wartung (Gebäudezustand),
- Baustoffen der Oberflächenbekleidung,
- Baustoffen der Konstruktion.

Die wesentlichen Brandrisiken ergeben sich damit aus Einrichtung, Nutzung und Betrieb, jedoch nicht aus den Bauprodukten und Bauweisen.

> hh 3/4/1
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 4, Folge 1
„Grundlagen des Brandschutzes“
[36]

> hh 3/4/2
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 4, Folge 2
„Feuerhemmende Holzbauteile“
[14]

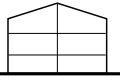
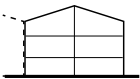

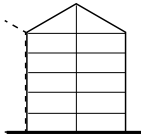
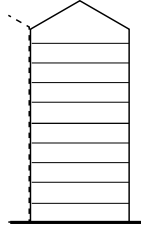
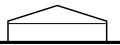
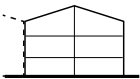

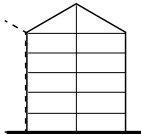
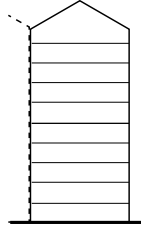
> hh 3/4/3
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 4, Folge 3
„Brandschutz im Holzbau –
Gebaute Beispiele“ [37]

> hh 3/4/4
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 3, Teil 4, Folge 4
„Brandschutz im Hallenbau“
[38]

5.6.3 _ Vorschriften und Richtlinien

In der Bundesrepublik Deutschland sind die öffentlich-rechtlichen Anforderungen an den vorbeugenden baulichen Brandschutz in den Landesbauordnungen geregelt. Es gibt keine bauordnungsbedingte Besserstellung einzelner Bauweisen, da das zu erreichende Sicherheitsniveau baustoffübergreifend gleich ist. Der konstruktive Brandschutz (also die Erfüllung von Tragfähigkeit und Raumabschluss über eine definierte Zeitspanne) wird durch die entsprechend genormten, zugelassenen oder geprüften Produkte bzw. Bauteile sichergestellt.

Abb. 5.32
Gebäudeklassen und
Feuerwiderstand nach
MBO 2002

GK 1a freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinheiten $\Sigma NE \leq 400$ m ² 	GK 2 nicht freistehende Gebäude OKF ≤ 7 m ≤ 2 Nutzungseinheiten $\Sigma NE \leq 400$ m ² 	GK 3 sonstige Gebäude mit einer OKF ≤ 7 m 	GK 4 OKF ≤ 13 m Nutzungseinheit mit jeweils ≤ 400 m ² 	GK 5 sonstige Gebäude mit Ausnahme von Sonderbauten OKF ≤ 22 m 
GK 1b freistehende Gebäude, land- und forstwirtschaftlich genutzt 	 		 	
Feuerwehreinsatz mit Steckleiter möglich			Feuerwehreinsatz mit Drehleiter nötig	
Brandschutzanforderungen				
keine	feuerhemmend	feuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerbeständig

Die wesentlichen Ziele der bauordnungsrechtlichen Regelungen bezüglich des Brandschutzes sind (in gewichteter Reihenfolge):

- Entstehung und Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern,
- Rettung von Menschen und Tieren ermöglichen,
- Löschangriff zulassen.

Die privatrechtlichen Anforderungen gehen gegebenenfalls darüber hinaus und betreffen insbesondere den Sachwertschutz sowie Fragen zur Wirtschaftlichkeit.

Unabhängig von der Größe des geplanten Bauvorhabens und einer davon eventuell abhängigen bauaufsichtlichen Prüfung ist immer ein ausreichender Brandschutz zu gewährleisten. Für den Großteil der durchzuführenden Bauvorhaben beschreibt die jeweilige Landesbauordnung mit ihren Anforderungen an Baustoffe, Bauteile, Brandabschnitte und Rettungswege praktisch ein Standardbrandschutzkonzept mit aufeinander abgestimmten Komponenten. Durch unterschiedliche Anforderungsstufen werden verschiedene Nutzungsarten und Gebäudehöhen berücksichtigt.

Zu den Bestimmungen der Landesbauordnungen existieren in zahlreichen Bundesländern ergänzende Durchführungs- und Verwaltungsvorschriften, die zusätzlich bei einer brandschutztechnischen Beurteilung zu berücksichtigen sind.

Ergänzend hierzu sind in Sonderbauverordnungen standardisierte Zusatzanforderungen formuliert (siehe Kapitel 2.6). Die Sonderbauverordnungen, wie beispielsweise die Muster-Versammlungsstättenverordnung oder die Muster-Schulbaubauordnung, bilden zusammen mit der jeweiligen Bauordnung ein aufeinander aufbauendes Vorschriftenpaket.

5.6.4 _ Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen

Baustoffklassen

Von Bedeutung ist die Baustoffklasse überall dort, wo eine Brandentstehung, Brandweiterleitung oder Brandlastserhöhung durch brennbare Baustoffe begünstigt werden könnte.

Gemäß DIN 4102-1:1998-05 werden Baustoffe entsprechend ihrem Brandverhalten in verschiedene Baustoffklassen eingeteilt. Die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten auf europäischer Ebene wurde mit DIN EN 13 501-1 harmonisiert. Das europäische Klassifizierungssystem regelt zusätzlich zum Brandverhalten die Brandnebenscheinungen „Rauchentwicklung“ und „brennende Abtropfbarkeit“: s1, s2, s3 für zunehmende Rauchentwicklung (s = smoke) und d0, d1, d2 für brennende Abtropfbarkeit (d = droplets). Holz und Holzwerkstoffe gehören

in der Regel der Baustoffklasse B2 bzw. der Klasse D-s2, d0 (normal entflammbar) an. Die definierten Baustoffklassen (siehe Tabelle 5.13) beziehen sich ausschließlich auf die Brennbarkeit oder Nichtbrennbarkeit des einzelnen Materials. Aus der Baustoffklasse lässt sich nicht auf die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile schließen, für die das Material verwendet wird.

Feuerwiderstandsklassen

Das Brandverhalten von Bauteilen wird durch die Feuerwiderstandsdauer gekennzeichnet. Demzufolge müssen Bauteile während einer geforderten Zeitdauer ihre Funktion erhalten. Gemäß DIN EN 13 501-2 bzw. -3 werden die Funktionen Tragfähigkeit (R), Raumabschluss (E) und Wärmedämmung (I) unterschieden. Die bauaufsichtlichen Benennungen lauten: feuerhemmend (FH), hochfeuerhemmend (HFH) und feuerbeständig (FB). Die Anforderungen

Tabelle 5.13 Vergleich der Baustoffklassen

Bauaufsichtliche Benennung	Klasse nach DIN 4102	Klasse nach DIN EN 13 501-1
nicht brennbar	A1	A1
	A2	A2-s1, d0
schwer entflammbar	B1	A2-(1, 2, 3), d(0, 1, 2) außen
		A2-s1, d0
		B-s(1, 2, 3), d(0, 1, 2)
		C-s(1, 2, 3), d(0, 1, 2)
normal entflammbar	B2	D-s(1, 2, 3), d(0, 1, 2)
		E und E-d, 2
leicht entflammbar	B3	F

entsprechend der Gebäudeklasse sind in Abb. 5.32 dargestellt. Die zugehörige Klassifizierung entsprechend DIN 4102-2 lautet beispielsweise: F30, F60 oder F90.

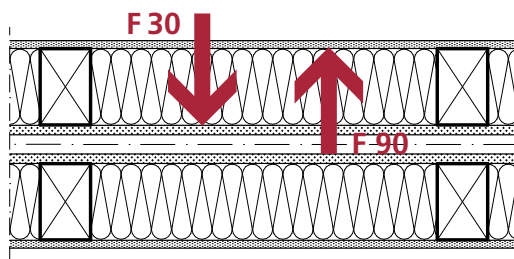
Die Leistungsfähigkeit eines Bauteils bezüglich dieser Anforderungen ist vom Zusammenwirken der Tragkonstruktion, der Beplankungen und der Dämmstoffe abhängig. Die Konstruktionen werden durch nationale Normen (DIN 4102-4 und DIN 4102-22), europäische Normen (DIN EN 1995-1-2) oder allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) beschrieben. Die Anforderungen können weitgehend auch mit brennbaren Baustoffen erreicht werden, einige geprüfte Holzkonstruktionen weisen einen Feuerwiderstand von nahezu 120 Minuten (klassifiziert als REI 90) auf.

Die Anforderungen für die Gebäudeklassen 1 bis 3 sind im Holzrahmenbau nahezu systemimmanent vorhanden. Die Standardkonstruktionen der DIN 4102-4 werden durch zahlreiche firmengebundene allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) für die Feuerwiderstandsklassen F 30-B bis hin zu F 90-B ergänzt.

Diese Prüfzeugnisse stehen unter informationsdienst-holz.de kostenlos als Download zur Verfügung.

Abb. 5.33

Prinzip einer Gebäudetrennwand F30-B/F90-B (vgl. Regelkonstruktion 7.1.6):
F30 von innen, F90 von außen (Trennfuge)



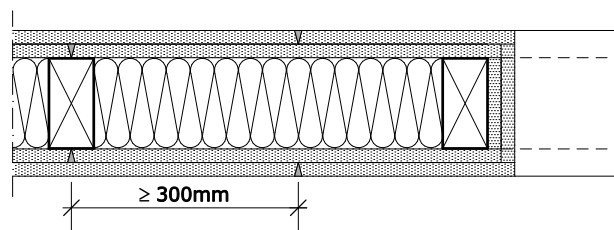
Für die Anforderungen der [MBO] in der Gebäudeklasse 4 in Verbindung mit der [M-HFHolzR] sind insbesondere die folgenden geprüften Holzkonstruktionen unter Verwendung von Gipskarton-Feuerschutzplatten für den Holzrahmenbau von besonderer Bedeutung:

- tragende, raumabschließende Trennwandkonstruktion REI 60 (Kapselung K₂60)
AbP-Nr.: P-3534/5316-MPA BS,
- tragende, raumabschließende Trennwandkonstruktion REI-M 90 (Kapselung K₂60)
AbP-Nr.: P-3500/115/07-MPA BS,
- Holzbalkendecke REI 60 (Kapselung K₂60)
AbP-Nr.: P-3548/5456-MPA BS.

Anstelle einer Brandwand F 90-A+M dürfen in den Gebäudeklassen 1 bis 3 zweiteilige Gebäudeabschlusswände verwendet werden, die jeweils von innen nach außen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerhemmender Bauteile und von außen nach innen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerbeständiger Bauteile haben (F 30-B/F 90-B).

Abb. 5.34

Prinzip einer Holztafelbauwand REI 60 mit K₂60 Brandschutzbekleidung (z.B. 2 x 18 mm GKF mit mind. 300 mm Fugenversatz)



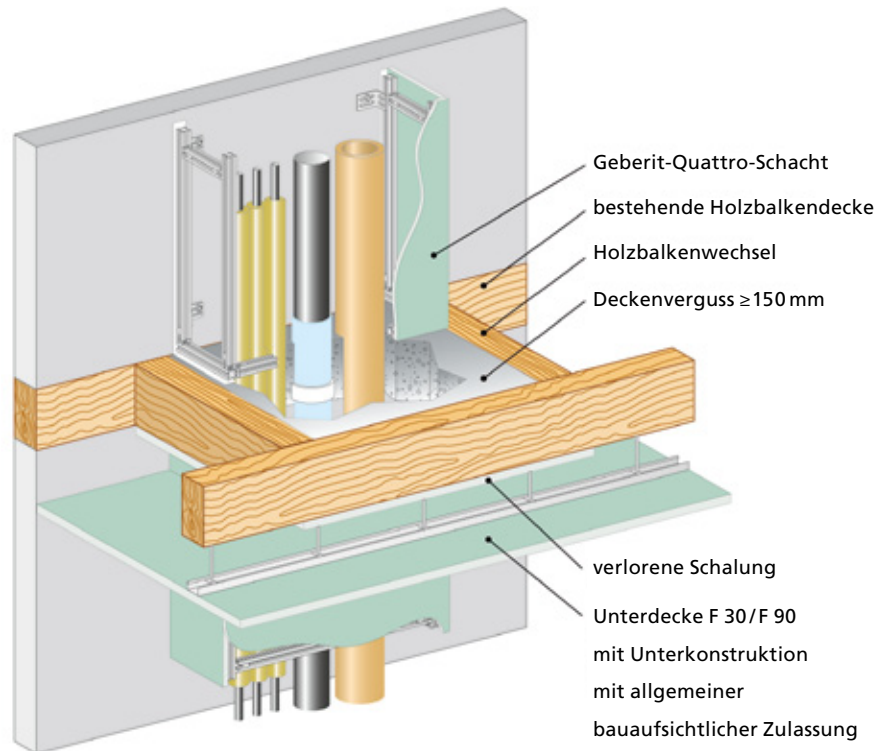
5.6.5 _ Durchdringungen und Schächte

Gemäß MBO dürfen Leitungen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn ausreichend lang keine Brandausbreitung zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind (Ausnahme: Decken der Gebäudeklasse 1 und 2). Die ergänzend zu beachtende Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) präzisiert ausführlicher:

- Führung der Leitungen durch Abschottungen, die eine Feuerwiderstandsdauer haben, die der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Wände bzw. Decken entspricht.
- Führung der Leitungen innerhalb von Installationsschächten und -kanälen, die, einschließlich der Abschlüsse von Öffnungen, aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen und eine Feuerwiderstandsdauer haben, die der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Wände bzw. Decken entspricht.
- Abschottungen und Schächte für Leitungs- und Lüftungsanlagen müssen durch ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung geregelt sein.

Abb. 5.35

Deckenschott mit Zulassung für Holzbalkendecken



6_ Haustechnik / Installationen

6.1 _ Allgemeines

Die Haustechnik – auch als Technische Gebäudeausrüstung (TGA) oder Gebäudetechnik bezeichnet – umfasst alle für den funktionellen Betrieb des Bauwerks erforderlichen technischen Anlagen und Einrichtungen, die in einem Gebäude installiert und fest mit diesem verbunden sind. Sie haben einen wesentlichen Anteil am Kostengefüge des Gebäudes.

Die notwendigen gerätetechnischen Planungen zu Heizung, Lüftung, Pumpen, Solar- und Photovoltaikanlagen etc. sowie von Elektro- und Sanitärinstallationen bestimmen auch die Baukonstruktion. Sie haben Einfluss auf die Füge-technik, auf Schallentkopplungen, Feuchtesperren, Lüftungsleitungen oder die Anordnung von Installationsebenen. Ziel ist immer ein Raumklima, das neben der thermischen auch die lufthygienische Behaglichkeit sicherstellt.

Die frühzeitige Planung der anlagentechnischen Details ist notwendig. Im Holzbau lassen sich nach Fertigstellung der Rohkonstruktion die

Anforderungen aus einer nachlaufenden Installationsplanung zwar besser als in anderen Bauweisen umsetzen, doch ist das häufig auch nur noch bedingt möglich. In flexible, bei Bedarf rückbaubare Wände sollten grundsätzlich keine Installationen eingebaut werden, es sei denn, es ist der ausdrückliche Wunsch des Bauherrn.

Werden die Leistungen der Gewerke Heizung, Lüftung, Sanitär und Elektro (HLSE) getrennt beauftragt und nacheinander ausgeführt, sind im Rahmen der Bauüberwachung alle beteiligten Handwerker einzuweisen. Ihnen sollten sowohl die Konstruktion als auch die Wirkungsweise der Funktionsschichten erläutert werden. Dabei sollte man kurz auf die Konsequenzen eingehen, die sich aus der Haustechnik für Wand-, Decken- und Dachbauteile ergeben. Besonders der Tragwerksplaner muss jederzeit (d.h. auch in der Planungsphase der HLSE-Gewerke), die nachfolgenden Aspekte im Auge behalten. Er kann bereits in der Statik „Tabu-Zonen“ definieren, um bei der Planung der Haustechnik Kollisionen zu vermeiden. Um diese Punkte geht es:

Einbindung von Haustechnikelementen

in tragende Wandebenen: Wenn Teile der Installationsebene tragend herangezogen wurden (beispielsweise im Wandkopfbereich als Deckenaufleger), ist sicherzustellen, dass sowohl die Installation als auch die Lastabtragung konfliktfrei funktionieren.

Durchbrüche in Balken und Unterzügen:

Die Berechnungen gehen zunächst immer von ungeschwächten Querschnitten aus. In dafür geeigneten Stegträgern oder Brettschichtholz-Bauteilen können Durchbrüche bis 50 mm Durchmesser bzw. maximal 40% der Trägerhöhe angeordnet werden, die dann nach genauen

Abb. 6.01
Photovoltaik-Elemente



Regelungen nachzuweisen und gegebenenfalls zu verstärken sind. In allen anderen Werkstoffen – auch KVH und Balkenschichtholz – sind Durchbrüche nicht zulässig.

Hochbeanspruchte Bereiche in aussteifenden Beplankungen: Wenn im Aussteifungskonzept nur geringe Wandlängen zur Verfügung stehen, sind diese entsprechend stark ausgenutzt und vertragen in der Regel keine Schwächung. Gerade bei Wandkonstruktionen ohne Installationsebene können sich unmittelbar aneinander oder in Gruppen angeordnete Elektrodosen sehr ungünstig auswirken. Gemäß DIN 1052, 8.7.2 können Ausschnitte bis 200 x 200 mm Kantenlänge und runde Öffnungen bis maximal 280 mm Durchmesser in Beplankungen von Dach-, Decken- und Wandtafeln vernachlässigt werden.

6.2 _ Auswirkung der Bauteilmassen

Durch den im Holzrahmenbau gegebenen Wärmedämmstandard ergeben sich für die erforderlichen Wärmeerzeuger geringe Heizlasten. Heizleistungen von 5 bis 10 kW sind für Einfamilienwohnhäuser mit ca. 150 m² Wohnfläche ausreichend. Eine weitere Verbesserung des Energiestandards von Wohngebäuden, wie beispielsweise bei geförderten KfW-60- oder KfW-40-Häusern bis hin zu Passivhäusern, lassen die erforderliche Heizleistung bis auf ca. 1,5 kW sinken.

Eine konsequent gute Wärmedämmung von Außenbauteilen sorgt für behagliche Oberflächentemperaturen auf der Innenseite. Neben gut gedämmten Außenbauteilen ist auch die Qualität der Fensterflächen von Bedeutung. Je nach Standard lassen sich mit Zwei-Scheiben- oder Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen

und gedämmten Rahmenkonstruktionen für die gesamte Fensterkonstruktion U-Werte von 1,5 W/(m²·K) bis hin zu 0,8 W/(m²·K) erreichen. Bei einem mittleren U-Wert der Außenwand von 0,20 W/(m²·K), Außentemperaturen von -20° C und einer Raumtemperatur von 20° C liegt die Oberflächentemperatur auf der Innenseite bei ca. 18,5° C. Konventionelle Heizkörper (Konvektoren) müssen daher nicht notwendigerweise an den Außenflächen platziert werden, da an Außenwänden mit guter Wärmeschutzverglasung kein erheblicher Kaltluftabfall entsteht. Durch kurze Installationswege können hier Kosten eingespart werden.

Die hochgedämmten Wände verhindern selbst bei reduzierter Heizleistung über einen langen Zeitraum ein weitgehendes Auskühlen. Schon geringe solare Zugewinne führen schnell wieder zu angenehmen Raumtemperaturen. Flinke Heizsysteme sorgen für ein schnelles Hochheizen und können ebenso schnell wieder „aus dem Spiel“ genommen werden.

Mit sinkendem Wärmebedarf bieten aber auch die oft als „träge“ bezeichneten Flächenheizsysteme wie Fußbodenheizungen bei sehr gut gedämmten Gebäuden Vorteile. Die Selbstregulierung dieser Systeme (keine Wärmeabgabe an den Raum, sobald die Lufttemperatur über der Oberflächentemperatur des Bodens liegt) funktioniert gut und zuverlässig. Auch wenn Estriche für einstrahlende Sonnenenergie nur eingeschränkt als Wärmespeicher dienen, haben sie zusammen mit den Einrichtungsgegenständen eine erhebliche Wärmespeicherkapazität.

6.3 _ Schnittstellen

Wenn die notwendige Sanitär-, Heizungs- und Elektrotechnik möglichst kostengünstig in das Gebäude integriert werden soll, muss das Gebäude frühzeitig im Gesamtzusammenhang geplant werden. Ständer und Deckenbalken können nicht beliebig unterbrochen oder mit Öffnungen versehen werden, da diese Schwächungen der Bauteile darstellen und statisch riskant sein können.

Um eine Verletzung der luftdichten „Hülle“ zu vermeiden, müssen die ausführenden Installationsbetriebe – sofern sie nicht über Praxiserfahrungen im Holzbau verfügen – geschult und

überwacht werden. In Abhängigkeit von Installationsart und -querschnitt werden Installationsleitungen im Fußbodenaufbau, in abgehängten Deckenbereichen und in Installationsebenen von Wandbauteilen verlegt. Größere Rohrquerschnitte sollten bevorzugt in Vorwandmontagen untergebracht werden. Die Wanddicke bzw. die Höhe des Bodenaufbaues wird dann an den größten Rohrdurchmesser inklusive Halterung angepasst.

Damit Installationswege möglichst kurz werden und Winkelstücke auf ein Minimum reduziert bleiben, sollten Sanitär- und Feuchträume neben- bzw. übereinander angeordnet werden. Installationsleitungen sollten in möglichst wenigen Schächten gebündelt werden. Sie stellen zwangsläufig Verbindungen zwischen Räumen her, diese müssen aus Gründen des Schall- und Brandschutzes gesondert betrachtet werden.

Zu Wartungs-, Kontroll- und Reparaturzwecken müssen die wesentlichen Teile der Haustechnik möglichst direkt oder mit nur geringem Aufwand zugänglich sein. Da sie bei der Elementierung im Werk nicht zwangsläufig integriert sind und meist vor Ort eingebaut werden, spielt die vorauslaufende Planung eine wichtige Rolle.

Luftdichtheit

In den Außenbauteilen sollte man eine Installationsführung, welche die definierte Luftdichtungsebene durchdringt, möglichst vermeiden.

Abb. 6.02
Leerrohre auf dem
Rohboden



Bei kostengünstigen, einschaligen Konstruktionen ohne Installationsebene können Elektroleitungen unkritisch sein, wenn sie beispielsweise in Leerrohren geführt und luftdichte Hohlwanddosen verwendet werden (siehe Kapitel 6.6).

Auch gedämmte Wasserleitungen mit geringen Durchmessern sind auf der Warmseite von einschaligen Konstruktionen möglich, wenn Durchdringungen der luftdichtenden Ebene sorgfältig ausgeführt werden, beispielsweise mit geeigneten Manschetten (siehe Kapitel 9.7.6). Entwässerungsleitungen haben jedoch mit der erforderlichen Dämmung erhebliche Durchmesser, so dass man sie in Außenwänden vermeiden sollte.

Schallschutz

Um eine Schallübertragung über Rohrleitungen oder Hohlräume zu verhindern, ist auf eine schallentkoppelte Halterung der Rohrleitungen sowie die ungehinderte Längenänderung von warmwasserführenden Leitungen infolge von Temperaturdifferenzen zu achten. Besonders Leitungen für Solaranlagen weisen gegebenenfalls bis zu 80 K Temperaturdifferenzen auf. Diese Leitungen sind zum Teil besonders heiß und müssen mit geeigneten Dämmstoffen ummantelt werden.

Ist eine Abluftanlage oder eine Lüftungsanlage mit zentraler Zu- und Abluft vorgesehen, sollte man mit geeigneten Maßnahmen, etwa mit

Schalldämpfern, den sogenannten „Telefonie-Effekt“ vermeiden.

Brandschutz

Bei Gebäuden geringer Höhe – also den meisten Ein- und Zweifamilienhäusern – entsteht durch die Durchführungen von Elektroleitungen und deren Anschlussdosen kein relevantes Brandrisiko. Dennoch muss man darauf achten, dass durch die Haustechnik die brandschutztechnische Wirksamkeit der Bauteile nicht gefährdet werden darf. Dies ist dann der Fall, wenn beispielsweise eine Decke, die in ihrer Fläche einen definierten Brandwiderstand (etwa F 30) aufweist, durch Durchbrüche und Öffnungen in ihrer raumabschließenden Wirkung geschwächt oder wirkungslos gemacht wird. Gemäß Musterbauordnung §40 (1) gilt:

„Leitungen dürfen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen getroffen sind; dies gilt nicht für Decken in Gebäudeklasse 1 und 2, innerhalb von Wohnungen sowie innerhalb derselben Nutzungseinheit ...“

Für Durchdringungen aller Art bietet die Baustoffindustrie zahlreiche Produkte an, bei denen jedoch darauf zu achten ist, dass die Zulassung oder das Prüfzeugnis explizit auch für den Holzbau bzw. für Trockenbaukonstruktionen gilt.

6.4 _ Lüftungsanlagen

Wer für eine gute Luftqualität im Gebäude sorgen will, muss es konsequent belüften. Durch eine Lüftung wird die Wohnung mit frischer, sauerstoffreicher Luft versorgt, dagegen werden Feuchtigkeit, Gerüche und andere Luftschadstoffe abtransportiert. Eine einfache Fensterlüftung verursacht große Wärmeverluste und kann je nach Windverhältnissen ungenügend sein. Außerdem beeinträchtigt Zugluft das Wohlbefinden.

Grundsätzlich wird in

- zentrale Abluftanlagen mit dezentraler Zuluft und
- Lüftungsanlagen mit zentraler Zu- und Abluft unterschieden.

Eine zentrale Abluftanlage saugt die verbrauchte Luft aus Küche, Bädern, WCs über ein Kanalnetz ab und bläst sie nach draußen. Frische Außenluft strömt über regelbare Ventile in der Außenfassade oder Zuluftventilen für den Fenstereinbau nach. Überströmöffnungen an Türen ermöglichen das Zuführen der einströmenden Luft zu den Abluftbereichen. Der Vorteil dieser Anlagen liegt bei einem geringen Installationsaufwand und Stromverbrauch. Die Wartung und Kontrolle der Geräte ist leicht durchführbar.

Abb. 6.03
Lüftungsanlage mit
Wärmetauscher



Bei Lüftungsanlagen mit zentraler Zu- und Abluft wird sowohl die Abluft als auch die Frischluft über jeweils ein eigenes Kanalnetz transportiert. Die Vorteile dieses aufwändigeren Anlagenkonzepts sind:

- Beibehaltung des Prinzips der Querlüftung und der Aufteilung in Abluft- und Zuluftzonen,
- Möglichkeit einer Luft-Luft-Wärmerückgewinnung,
- Vorwärmung der zugeführten Luft,
- geringe Anzahl der Durchdringungen der Gebäudehülle,
- zentrale und daher einfach zu kontrollierende Filtertechnik,
- Reduzierung der Heizlast des Gebäudes,
- Möglichkeit, einen Erdwärmetauscher zur Vorwärmung der Außenluft einzusetzen.

Der mit diesen Anlagen verbundene höhere Installationsaufwand muss dabei gleichzeitig den Anforderungen an den Schallschutz Rechnung tragen.

Darüber hinaus werden Lüftungselemente angeboten, die ohne Leitungsführung in die Außenwand eingebaut werden. Diese dezentralen Anlagen funktionieren in der Regel raumweise. Bei Abluft wird der integrierte Wärmespeicher durch die warme Raumluft aufgeladen; die kalte Frischluft wird umgekehrt erwärmt. Diese Elemente werden daher paarweise angeordnet, Zu- und Abluft werden alternierend betrieben.

Zur Begrenzung der Lüftungswärmeverluste und zum Schutz der Konstruktion vor Tauwasseranfall in den Außenbauteilen muss die Gebäudehülle eine definierte Luftdichtheit aufweisen. Die maximal zulässigen Luftwechselraten bei 50 Pa Druckdifferenz sind in EnEV 2007, Anlage 4 beschrieben:

- 3,0 (1/h) ohne raumluftechnische Anlagen,
- 1,5 (1/h) mit raumluftechnischen Anlagen.

Bei Passivhäusern wird eine Luftwechselrate von 0,6 (1/h) gefordert.

Eine gute Wohnraum-Luftqualität und zugleich ein niedriges Heizenergieniveau erzielt man insbesondere bei hochwärmegedämmten Gebäuden mit einer Lüftungsanlage. Sie bedarf einer separaten Planung (siehe hh 3/2/3).

Lüftungskanäle werden horizontal im Fußbodenaufbau, in Deckenhohlräumen oder in abgehängten Decken, vertikal in Schächten oder Vorsatzschalen verlegt. Die Hauptverteilung erfolgt in der Regel im Flurbereich. Bei der Leitungsführung unterhalb des Estrichs muss der Fußbodenaufbau ausreichend dick sein; Kreuzungen mit Heizungsleitungen sind zu vermeiden.

Dabei dürfen diese Lüftungsleitungen durchaus in der Balkenebene der Decke verlegt werden, wenn die Durchdringungen statisch nachgewiesen werden. Besonders geeignet sind beispielsweise Stegträger, da sie vom Werk vorgestanzte Öffnungen haben können. Auf die notwendigerweise sehr enge Abstimmung zwischen den Werkplanungen „Statik“ und „Lüftung“ sollte man in der Ausschreibung unbedingt hinweisen.

6.5 _ Wasser- und Sanitärinstallation

Für die Wasser- und Sanitärinstallationen stehen zwei Optionen zur Auswahl:

Bei **Innenwandinstallationen** werden die Wandständer auch zur Lastabtragung der Sanitärobjekte genutzt. Die Installationen „verschwinden“ in der Wand, ohne dass zusätzliche Wohnfläche in Anspruch genommen wird. Die Integration von Installationen in Wände hat jedoch Grenzen. Bei einer Außenwand kann die innere Beplankung nicht gleichzeitig die luftdichtende Ebene sein, da die Durchdringung deren Funktion einschränkt. Bei Innenwänden wirkt sich diese Lösung u.a. nachteilig auf die Schalldämmung aus. Besonders bei der Bemessung von Ständern schlanker Wände müssen die beispielsweise durch wandhängende Toiletten oder Waschtische verursachten Konsollasten berücksichtigt werden. Zudem müssen die Ständer an den angrenzenden Bauteilen ausreichend befestigt sein.

Bei **Vorwandinstallationen** werden die Installationen in einer Vorwandschale untergebracht, deren Tiefe im Wesentlichen von der Dimension des entsprechenden Abwasserrohres abhängt. Wandhängende Lasten (WC, Bidet, Waschtisch) können von speziellen Installationselementen auf den Boden abgetragen werden, die eigentliche Wand hat die Zug- und Druckkräfte aufzunehmen.

Für Wasser- und Sanitärinstallationen stehen Industrieprodukte als System mit vorgefertigten Montageelementen oder Baukastensysteme zur Verfügung. Übliche Maße für Montagerahmen von wandhängenden WCs sind etwa 110 cm in der Höhe, 50 cm in der Breite und mindestens 15 cm Tiefe (ohne Beplankung und Fliesen).

> hh 3/2/3
INFORMATIONSDIENST HOLZ
 holzbau handbuch
 Reihe 3, Teil 2, Folge 3
 „Innovative Haustechnik im
 Holzbau“ [40]

Abb. 6.04
 Bekleidung einer
 Vorwandinstallation
 mit OSB-Platten



6.6 _ Elektroinstallation und Gebäudesteuerung

Die Versorgung eines Gebäudes mit Strom, Telefon, Medien- und weiteren Kommunikations- und Steuerungskomponenten benötigt heute deutlich mehr Platz als früher.

Auf die übliche Notwendigkeit von Steckdosen und Lichtschaltern muss an dieser Stelle nicht explizit eingegangen werden. Erstaunlicherweise werden aber Schalter und Steckdosen nach wie vor nur in geringem Umfang vorgeplant. Eine frühzeitige, verbindliche Abstimmung mit den Bedürfnissen der Bauherren ist für alle Seiten zwar anstrengend, aber lohnend, weil diese in die werkseitige Vorfertigung eingehen kann.

Moderne Systeme zur Gebäudesteuerung bedienen sich der sogenannten Bustechnik. Dabei erfolgt die Trennung in eine Steuerungsleitung (den Datenbus, z.B. mit 24 Volt) und eine Versorgungsleitung (mit 230 Volt bzw. 380 Volt). Bei einem Installations-Bussystem ist jeder Stromverbraucher unabhängig versorgt. Fällt ein Verbraucher aus, bleiben alle anderen funktionsfähig. Die Teilnehmer sind miteinander vernetzt und können untereinander Informationen austauschen.

In dieses „häusliche Netz“ können externe Netze wie Telefon, Internet, Kabel- und Satellitenmedien eingebunden werden. Informationen lassen sich so an jeden beliebigen Ort übertragen und von dort empfangen. Ziel ist es, den Wohnkomfort und die Sicherheit der Bewohner, etwa dadurch, dass sich Fenster automatisch nach Verlassen des Hauses schließen, zu erhöhen. Das kommt auch der Wirtschaftlichkeit zugute.

Abb. 6.05 a und b
Vorfertigung der Elektroinstallation im Bauteil



Wände

Elektroleitungen in Außenwänden werden bevorzugt in der Installationsebene geführt. Für einschalige Außenwandkonstruktionen ohne Installationsebene gibt es – eine entsprechende Elektroplanung und Ausführung vorausgesetzt – andere Möglichkeiten. Hier kommen Lösungen mit luftdichten Hohlraum Dosen, Leerrohren (sofern erforderlich) und geeigneten Abklebungen wie beispielsweise speziellen Manschetten zur Luftdichtung in Frage. Die untere Einführung der Leerrohre erfolgt dabei im (überdeckten) Bereich des schwimmenden Estrichs. Das obere Ende des Leerrohrs sollte bereits in die luftdicht eingebaute Hohlraumdose verlegt sein. Ein besonderes Augenmerk muss man dabei auf die luftdichte Abklebung legen.

Bei nicht tragenden Innenwänden mit Holz- oder Metallständern können Elektroleitungen leicht horizontal geführt werden, da die erforderlichen Durchbrüche klein sind. Holzständer sollten gebohrt werden, in den Metallständern sind Durchführungsöffnungen vorgestanzt. Unmittelbar gegenüberliegende Dosen können den Schallschutz erheblich verschlechtern, man sollte sie deshalb weitgehend vermeiden.

Decken

Elektroinstallationen werden günstigerweise auf der Rohdecke verlegt. Die Aussparungen der Trittschalldämmung im Bereich der Leitungsführung können mit (schweren) Schüttungen gefüllt werden, um Unebenheiten im Unterboden zu vermeiden. Über den Leitungen ist auf eine ausreichende Überdeckung mit dämmendem Material (Trittschalldämmung) zu achten, um Schallbrücken zum Estrich zu vermeiden. Ausführungstechnisch ist die Verlegung der Leitungen in zusätzlichen Schüttungen auf der Rohdecke günstiger, insbesondere dann, wenn diese aus Gründen des Schallschutzes zur Beschwerung ohnehin vorgesehen sind.

Zum Schutz vor Beschädigungen empfiehlt sich die Verlegung von Leerrohren für die Elektrokabel. Der Einbau von zusätzlichen Leerrohren für nachträgliche Leitungen kostet beim Neubau nicht viel, aber er sichert Optionen für die Zukunft. So sind zu einem späteren Zeitpunkt Änderungen nicht mit erheblichem Aufwand verbunden. Eine maßgenaue Dokumentation dieser Rohrführung in den Bestandsplänen ist erforderlich.

7_ Regelkonstruktionen

In diesem Kapitel sind die wichtigsten Bauteilaufbauten für den Holzrahmenbau enthalten, die sich in der Praxis besonders bewährt haben („Best Practice“).

Die Wand-, Decken- und Dachaufbauten sind in einem durchgängigen Maßstab dargestellt, enthalten jedoch maßliche Verzerrungen, um beispielsweise Folien oder Verklebungen besser erkennbar zu machen. Sämtliche Bauteilschichten sind in der Darstellung durchnummeriert und in der nachfolgenden Tabelle hinsichtlich Dicke, Material, ggfs. Funktion und weiterer relevanter Angaben erläutert. Verbindungsmittel wie Nägel, Schrauben, Dübel etc. sind nicht dargestellt.

Die bauphysikalischen Eigenschaften der Bauteile (Brand-, Schall- und Wärmeschutz) sind in der nachfolgenden Tabelle 7.1 angegeben.

Brandschutz: Die Klassifizierung der Bauteile hinsichtlich ihrer Feuerwiderstandsdauer erfolgt grundsätzlich auf der Grundlage von DIN 4102-4. Für die Holzwerkstoffe der Bauteile in Form von Beplankungen wie OSB- und MDF-Platten wird daher eine Rohdichte von mindestens 600 kg/m^3 vorausgesetzt. Bei Anforderungen an den Feuerwiderstand der hier dargestellten Bauteile sind nach DIN 4102-4 Mineralfaserdämmstoffe mit einer Rohdichte von mindestens 30 kg/m^3 und einem Schmelzpunkt von $T \geq 1.000^\circ \text{ C}$ zu verwenden. Sofern davon abweichende Beurteilungsgrundlagen herangezogen wurden, ist dies ergänzend zur Tabelle vermerkt. Bauteile, an die keine Brandschutzanforderungen gestellt werden, können mit zugelassenen Dämmstoffen wie z.B. Zellulose- oder Holzfasern sowie Baum- oder Schafwolle etc. gedämmt werden.

Die meisten Hersteller von Zellulose- und Holzfaserdämmstoffen sowie von Gipskarton- oder Gipsfaserplatten verfügen über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse von Bauteilaufbauten unterschiedlicher Einsatzart und Anforderungen, so dass von DIN 4102-4 abweichende Konstruktionen problemlos möglich sind. Beispielhaft sind zu erwähnen: Außenwände, Gebäudeabschluss- und Gebäudetrennwände, Wohnungstrenndecken.

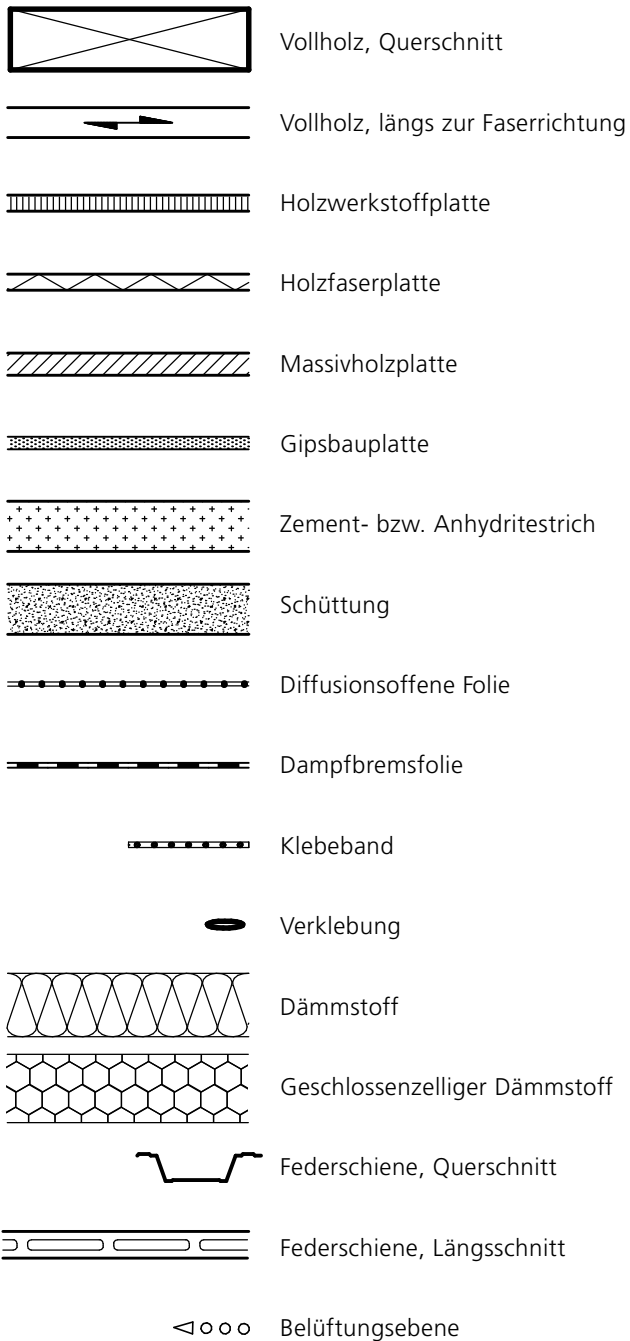
Schallschutz: Mit Ausnahme der Deckenbauteile wird für die Luftschalldämm-Maße der Rechenwert $R_{w,R}$ angegeben. Diese beinhalten nicht die Luftschallübertragung über die Nebenwege. Bei den Außenbauteilen Dach und Wand entspricht der Rechenwert $R_{w,R}$ jedoch weitgehend dem $R'_{w'}$ -Wert, der die im Holzbau üblichen Nebenwege enthält. Bei Wohnungs- und Gebäudetrennwänden müssen die Schallnebenwege gesondert betrachtet und berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für den Nebenweg über die Dachkonstruktion. Die Deckenbauteile sind mit dem $R'_{w'}$ -Wert angegeben und enthalten die im Holzbau üblichen Nebenwege.

Wärmeschutz: Die für die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Bauteile zugrunde gelegten wesentlichen bauphysikalischen Kennwerte sind in der nachfolgenden Tabelle 7.1 zusammengestellt. Die Ermittlung der U-Werte erfolgte auf der Grundlage von DIN EN ISO 6946.

Tabelle 7.1
 Bauphysikalische Kennwerte

Baustoff/Produktnorm	Normungsgrundlage	λ (W/(m·K))	ρ (kg/m ³)	μ (-/-) ¹⁾
GKB-Platten/ DIN 18 180	DIN EN 12 524:2000-07 DIN EN 520:2005-03	0,25	900	4/10
MDF-Platten/ DIN EN 622-5	DIN EN 12 524:2000-07 DIN EN 13 986:2005-03	0,10	600	10/12
OSB-Platten/ DIN EN 300	DIN EN 12 524:2000-07 DIN EN 13 986:2005-03 DIN V 20 000-1	0,13	600–700	200/300
Sperrholzplatten/ DIN EN 636	DIN EN 13 986:2005-03	0,13 0,17	500 700	70/200 90/200
Massivholzplatten/ (SWP) DIN EN 13 353	DIN EN 13 986:2005-03	0,13	500	70/200
Vollholz/ DIN 4074, DIN 1052:2004	DIN EN 12 524:2000-07	0,13	500	20/50
Mineralfaserdämmung/ DIN EN 13 162	DIN EN 12 524:2000-07 DIN V 4108-4:2002-02	0,04	10–200	1/1
Holzfaserdämmstoff/ DIN EN 13 171	DIN EN 12 524:2000-07 DIN V 4108-4:2002-02	0,04	150 / 250	5/10
Kunstharzputze für WDV-Systeme	DIN V 4108-4:2002-02	0,70	1.100	50/200

¹⁾ feucht/trocken



Übersicht Regelkonstruktionen:

7.1 Wandbauteile

- 7.1.1 Außenwand mit hinterlüfteter Fassade und Installationsebene
- 7.1.2 Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem
- 7.1.3 Tragende und aussteifende Innenwand
- 7.1.4 Wohnungstrennwand
- 7.1.5 Gebäudetrennwand F 30-B/F 90-B nach DIN 4102-4
- 7.1.6 Gebäudetrennwand F 30-B/F 90-B mit allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis

7.2 Deckenbauteile

- 7.2.1 Holzbalkendecke mit Unterdecke
- 7.2.2 Holzbalkendecke als Wohnungstrenndecke mit Unterdecke an Federschielen
- 7.2.3 Sichtbare Holzbalkendecke mit Schüttung
- 7.2.4 Sichtbare Holzbalkendecke mit kleinteiliger Beschwerung

7.3 Dachbauteile

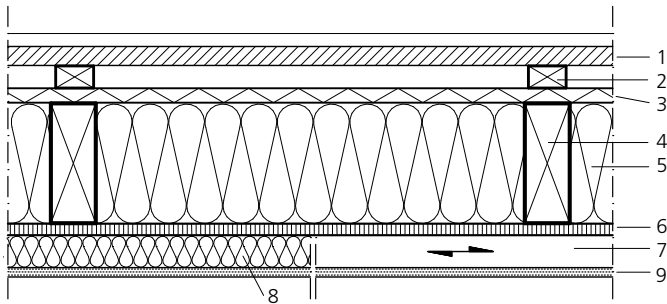
- 7.3.1 Vollsparrendämmung mit gedämmter Lattungsebene
- 7.3.2 Aufsparrendämmung mit sichtbarer Sparrenlage
- 7.3.3 Flachdach mit Aufsparrendämmung und sichtbarer Sparrenlage

Abb. 7.01

Legende zur Darstellung der Baustoffe
Regelkonstruktionen

7.1 _ Wandbauteile

7.1.1 _ AW-1 / Außenwand mit hinterlüfteter Fassade und Installationsebene



Bauteilschichten AW-1

Nr.	Dicke (mm)	Material
1	—	Fassadenbekleidung
2	30	Lattung, b = 50 mm, e = 625 mm
3	16	hydrophobierte MDF-Platte
4	160	Ständer (Konstruktionsvollholz), b = 60 mm, e = 625 mm
5	160	Dämmung
6	15	OSB-Platte
7	40	Lattung, b = 60 mm, e = 400 mm
8	40	Dämmung
9	12,5	GKB-Platte
Σ	274	Bauteildicke, ohne Fassadenbekleidung

Bauphysikalische Eigenschaften AW-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{v,R}$	42–45 ²⁾	dB
Wärmeschutz	U_m ($U_{\text{Gefäch}}$)	0,23 (0,18) ³⁾	W/(m ² ·K)

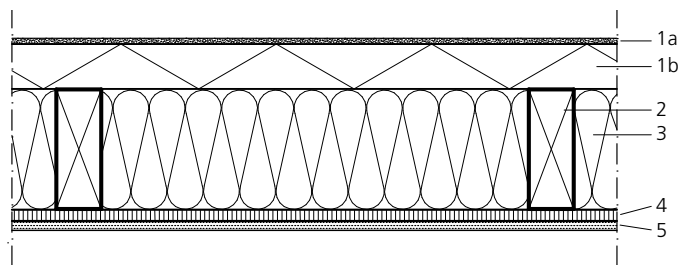
¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tab. 52 wenn: Nr. 3: Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$

Nr. 5: Mineralfaser, Schmelzpunkt $T \geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

²⁾ Wert nach DIN 4109 Bbl. 1, Tabelle 37, Zeile 4 und 5

³⁾ Berechneter Holzanteil in Ständerebene: 20% Holzanteil in Installationsebene: 12,5%

7.1.2 _ AW-2 / Außenwand mit Wärmedämm-Verbundsystem



Bauteilschichten AW-2

Nr.	Dicke (mm)	Material
1a	~8–10	WDVS-Putzsystem
1b	60	WDVS-Dämmplatte, z.B. Holzweichfaser ¹⁾
2	160	Ständer (Konstruktionsvollholz), b = 60 mm, e = 625 mm
3	160	Dämmung
4	15	OSB-Platte
5	12,5	GKB-Platte
Σ	257	Bauteildicke

Bauphysikalische Eigenschaften AW-2

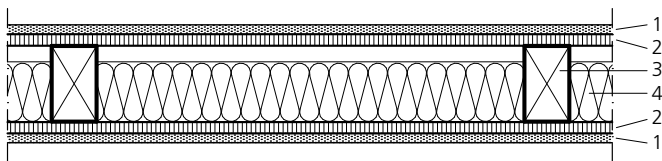
Brandschutz		F 30-B / F 90-B ²⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	ca. 47	dB
Wärmeschutz	$U_m (U_{\text{Gefäch}})$	0,21 (0,17) ³⁾	W/(m ² ·K)

¹⁾ Andere WDVS erfordern zum Teil eine zusätzliche außenseitige Trägerplatte

²⁾ Nach allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis (z.B. P-SAC 02/III-265 der MFPA Leipzig GmbH)

³⁾ Berechneter Holzanteil in Ständerebene: 20%

7.1.3 _ IW-1/Tragende und aussteifende Innenwand



Bauteilschichten IW-1

	Dicke (mm)	Material
1	12,5	GKB-Platte
2	15	OSB-Platte
3	100	Ständer (Konstruktionsvollholz), b = 60 mm, e = 625 mm
4	80	Dämmung
Σ	155	Bauteildicke

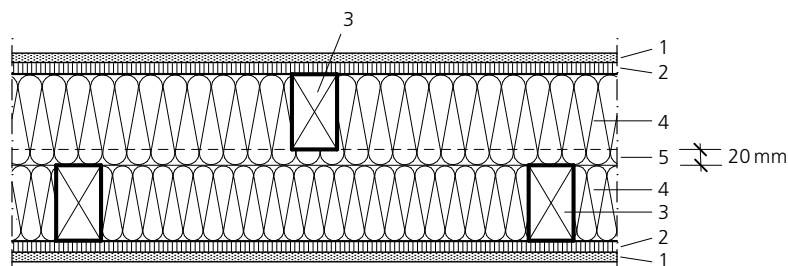
Bauphysikalische Eigenschaften IW-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	38 – 40 ²⁾	dB

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 51, wenn: Nr. 4: Mineralfaser, Schmelzpunkt $T \geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

²⁾ Bei 60 mm bzw. 100 mm Völlämmung

7.1.4 _ WTW-1 / Wohnungstrennwand



Bauteilschichten WTW-1

	Dicke (mm)	Material
1	12,5	GKB-Platte
2	15	OSB-Platte
3	100	Ständer (Konstruktionsvollholz), b = 60 mm, e = 625 mm
4	100 + 120	Dämmung
5	20	Fuge, gedämmt
Σ	275	Bauteildicke

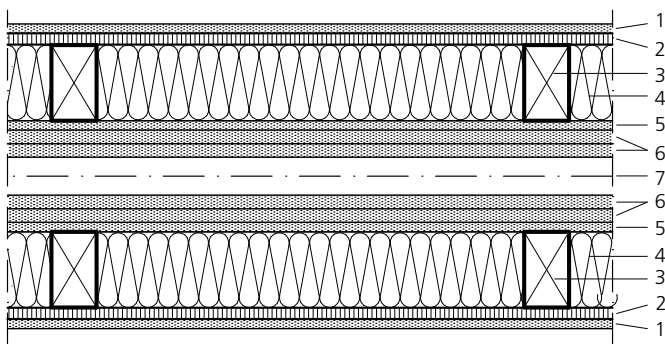
Bauphysikalische Eigenschaften WTW-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	59 – 65 ²⁾	dB

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 51, wenn: Nr. 4: Mineralfaser, Schmelzpunkt $T \geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

²⁾ Je nach Rohdichte der Beplankung

7.1.5 _ GTW-1 / Gebäudetrennwand F 30-B/F 90-B nach DIN 4102-4



Bauteilschichten GTW-1

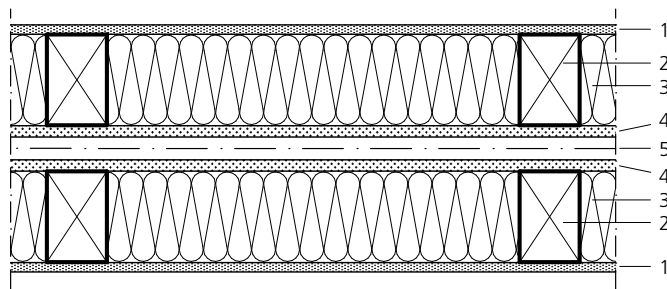
	Dicke (mm)	Material
1	12,5	GKF-Platte
2	15	OSB-Platte
3	100	Ständer (Konstruktionsvollholz), b = 60 mm, e = 625 mm
4	100	Mineralfaserdämmung
5	12,5	GKF-Platte
6	2 x 18	GKF-Platte
7	50	Fuge
Σ	402	Bauteildicke

Bauphysikalische Eigenschaften GTW-1

Brandschutz		F 30-B / F 90-B ¹⁾	innen/außen
Schallschutz	R _{v,R}	ca. 64	dB

¹⁾ nach DIN 4102-4, Tabelle 54, wenn: Nr. 4: Mineralfaser, Schmelzpunkt ≥ 1.000° C, Rohdichte ≥ 30 kg/m³

7.1.6 _ GTW-2 / Gebäudetrennwand F 30-B/F 90-B mit allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis



Bauteilschichten GTW-2

	Dicke (mm)	Material
1	12,5	Fermacell-Platte
2	120	Ständer (KVH), b = 60 mm, e = 625 mm
3	120	Zellulosedämmstoff
4	15	Zementfaserplatte (HD-Platte)
5	≥ 30	Fuge (Empfehlung d ≥ 50 mm)
Σ	≥ 325	Bauteildicke

Bauphysikalische Eigenschaften GTW-2

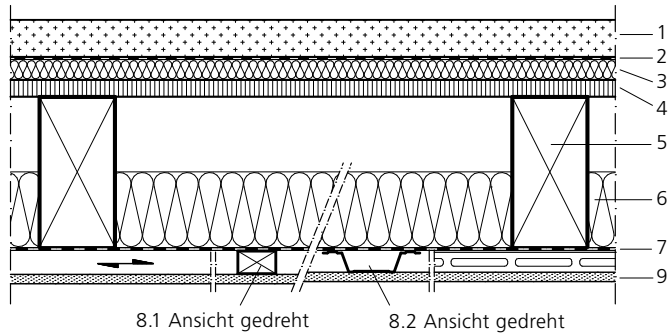
Brandschutz		F 30-B/F 90-B ¹⁾	innen/außen
Schallschutz	$R_{w,R}$	ca. 64 ²⁾	dB

¹⁾ Nach allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis P-3165/1558

²⁾ Gemäß Prüfzeugnis mit Mineralfaserdämmstoff

7.2 _ Deckenbauteile

7.2.1 _ DE-1/ Holzbalkendecke mit Unterdecke



Bauteilschichten DE-1

	Dicke (mm)	Material
1	50	Zementestrich
2	—	Trennlage
3	25/20	Trittschalldämmung ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$)
4	22	OSB-Platte*
5	200	Deckenbalken*, $b = 100 \text{ mm}$, $e = 625 \text{ mm}$
6	100	Hohlraumdämmung, z.B. Mineralfaser
7	—	Rieselschutz
8.1	30	Lattung, $b = 50 \text{ mm}$, $e = 400 \text{ mm}$
8.2	(27)	Alternative: Federschiene, $e = 400 \text{ mm}$
9	12,5	GKB-Platte
Σ	≥ 332	Bauteildicke

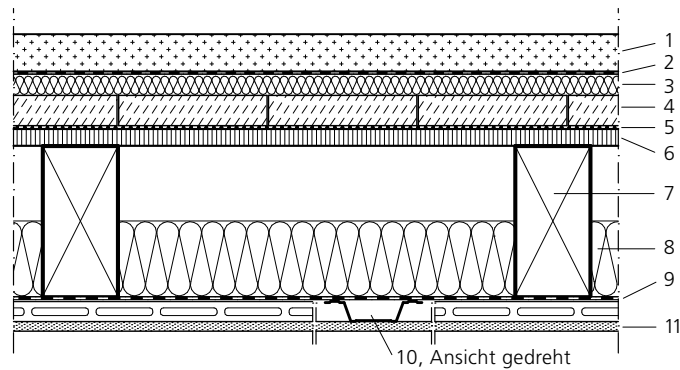
* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DE-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$L'_{n,w}$	52 (Federschiene)	dB
		59 (Lattung)	dB
	$R_{w,R}$	≥ 54 (Federschiene)	dB
		≥ 50 (Lattung)	dB

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 56, wenn: Nr. 3: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{ C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$
 Nr. 6: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{ C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$
 Nr. 10: Gipskartonfeuerschutzplatte GKF, Spannweite $\leq 500 \text{ mm}$

7.2.2 _ DE-2 / Holzbalkendecke als Wohnungstrennendecke mit Unterdecke an Federschienen



Bauteilschichten DE-2

Nr.	Dicke (mm)	Material
1	50	Zementestrich
2	—	Trennlage
3	25/20	Trittschalldämmung ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$)
4	40	kleinteilige Beschwerung ($m' = 100 \text{ kg/m}^2$)
5	—	Verklebung, z.B. Fliesenkleber
6	22	OSB-Platte*
7	200*	Deckenbalken*, $b = 100 \text{ mm}$, $e = 625 \text{ mm}$
8	100	Hohlraumdämmung, z.B. Mineralfaser
9	—	Rieselschutz
10	27	Federschiene, $e = 500 \text{ mm}$, lose (mit ca. 1 mm Distanz) an Deckenbalken befestigt
11	12,5	GKB-Platte
Σ	≥ 372	Bauteildicke

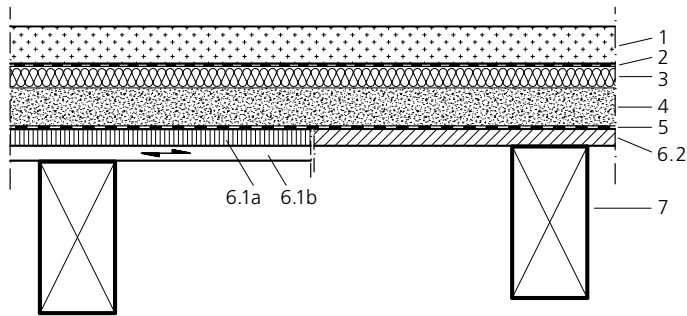
* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DE-2

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$L'_{n,w}$	43 (Federschiene)	dB
		48 (Lattung)	dB
	$R_{w,R}$	≥ 54 (Federschiene)	dB
		≥ 54 (Lattung)	dB

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 56, wenn: Nr. 3: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ Nr. 8: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ Nr. 11: Gipskartonfeuerschutzplatte GKF, Spannweite $\leq 500 \text{ mm}$

7.2.3 _ DE-3 / Sichtbare Holzbalkendecke mit Schüttung



Bauteilschichten DE-3

	Dicke (mm)	Material
1	50	Zementestrich
2	—	Trennlage
3	25/20	Trittschalldämmung ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$)
4	50	Schüttung ($m' = 75 \text{ kg/m}^2$)
5	—	Trennlage/Rieselschutz
6.1a	22	OSB-Platte*
6.1b	19	Sichtschalung
6.2	(22)	Massivholzplatte* (Alternative zu 6.1)
7	200	Deckenbalken*, $b = 100 \text{ mm}$, $e = 625 \text{ mm}$
Σ	≥ 342	Bauteildicke

* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DE-3

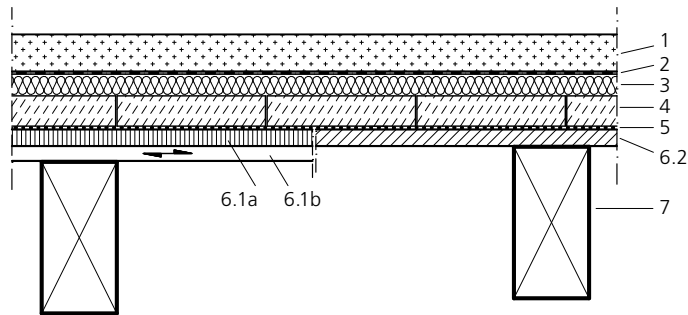
Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$L'_{n,w}$	≤ 53	dB
	$R_{w,R}$	≤ 54	dB

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 62, wenn: Nr. 3: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{ C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

Nr. 6: Mindestdicke 25 mm, Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$

Nr. 8: Holzbalken für dreiseitige Brandbeanspruchung nachgewiesen

7.2.4 _ DE-4 / Sichtbare Holzbalkendecke mit kleinteiliger Beschwerung



Bauteilschichten DE-4

	Dicke (mm)	Material
1	50	Zementestrich
2	—	Trennlage
3	25/20	Trittschalldämmung ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$)
4	40	kleinteilige Beschwerung ($m' = 100 \text{ kg/m}^2$)
5	—	Verklebung, z.B. Fliesenkleber
6.1a	22	OSB-Platte*
6.1b	19	Sichtschalung
6.2	(22)	Massivholzplatte* (Alternative zu 6.1)
7	200	Deckenbalken*, $b = 100 \text{ mm}$, $e = 625 \text{ mm}$
Σ	≥ 332	Bauteildicke

* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DE-4

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$L'_{n,w}$	≤ 52	dB
	$R_{w,R}$	≥ 54	dB

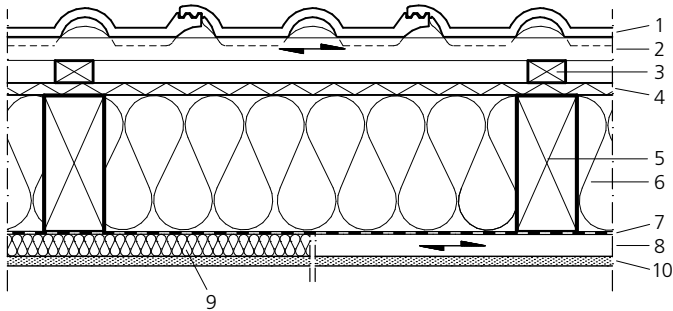
¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 62, wenn: Nr. 3: Mineralfaser, Schmelzpunkt $\geq 1.000^\circ \text{C}$, Rohdichte $\geq 30 \text{ kg/m}^3$

Nr. 6: Mindestdicke 25 mm, Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$

Nr. 8: Holzbalken für dreiseitige Brandbeanspruchung nachgewiesen

7.3 _ Dachbauteile

7.3.1 _ DA-1 / Vollsparrendämmung mit gedämmter Lattungsebene



Bauteilschichten DA-1

	Dicke (mm)	Material
1	—	Dachsteine /-ziegel
2	30	Lattung, b = 50 mm (nach Erfordernis 40/60 mm)
3	30	Konterlattung, b = 50 mm
4	16	hydrophobierte MDF-Platte
5	200	Sparren*, b = 80 mm, e = 625 mm
6	200	Dämmung
7	—	Dampfbremse / Luftdichtung
8	30	Lattung, b = 50 mm, e = 400 mm
9	30	Dämmung
10	12 ⁵	GKB-Platte
Σ	≥ 319	Bauteildicke ohne Dachsteine /-ziegel

* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DA-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	ca. 49 ²⁾	dB
Wärmeschutz	U_m ($U_{\text{Gefäch}}$)	0,235/(0,16) ³⁾	W/(m ² ·K)

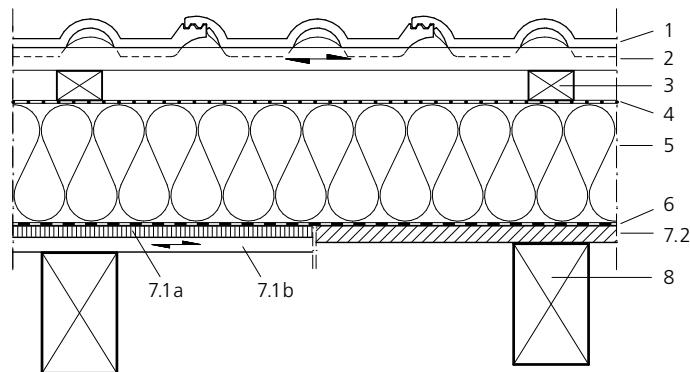
¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 65, wenn: Nr. 4: Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$

Nr. 10: Gipskartonfeuerschutzplatte GKF, Spannweite $\leq 400 \text{ mm}$

²⁾ Wert bei Unterspannbahn statt MDF-Platte

³⁾ Berechneter Holzanteil in Sparrenebene: 20%, Holzanteil in Installationsebene: 12,5%

7.3.2 _ DA-2 / Aufsparrendämmung mit sichtbarer Sparrenlage



Bauteilschichten DA-2

	Dicke (mm)	Material
1	—	Dachsteine /-ziegel
2	30	Lattung, b = 50 mm
3	40	Konterlattung (Abmessung und Verbindungsmittel gemäß Zulassung „Aufsparrendämmsystem“)
4	—	zweite wasserableitende Schicht
5	160	Dämmung, $\lambda \leq 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
6	—	Dampfbremse/ Luftdichtung
7.1a	15	OSB-Platte*
7.1b	19	Vollholz-Sichtschalung
7.2	22	Massivholzplatte* (Alternative zu 7.1)
8	160	Sparren*, sichtbar; b = 100 mm, e = 625 mm
Σ	≥ 410	Bauteildicke ohne Dachsteine /-ziegel

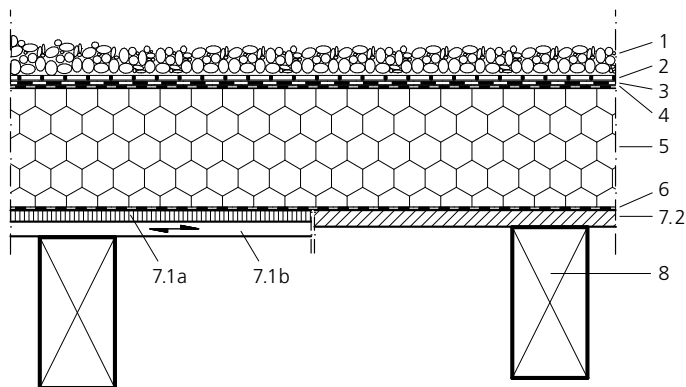
* Abmessung nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften DA-2

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	42– 48 (Faserdämmstoff) ²⁾	dB
		ca. 37 (PUR-Dämmplatten) ³⁾	dB
Wärmeschutz	U_m	0,176 ⁴⁾	W/(m ² ·K)

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tabelle 65, wenn: Nr. 4: Rohdichte $\geq 600 \text{ kg}/\text{m}^3$ Nr. 10: Gipskartonfeuerschutzplatte GKF, Spannweite $\leq 400 \text{ mm}$ ²⁾ Angaben mit und ohne Anpressdruck der Konterlatte³⁾ Herstellerangabe für Stehfalzdeckung auf 120 mm PUR und 5,5 mm Schallschutzbahn auf Schalung⁴⁾ Bei Variante mit 22 mm dicker Massivholzplatte (Schicht Nr. 3)

7.3.3 _ FL-1/Flachdach mit Aufsparrendämmung und sichtbarer Sparrenlage



Bauteilschichten FL-1

	Dicke (mm)	Material
1	50	Kiesabdeckung (für harte Bedachung)
2	—	Bautenschutzmatte (optional)
3	—	(Kunststoff-)Abdichtungsbahn
4	—	Trennlage, gegebenenfalls Brandschutzvlies
5	160	Dämmung, $\lambda \leq 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
6	—	Dampfbremse, Luftdichtung
7.1a	15	OSB-Platte
7.1b	19	Vollholz-Sichtschalung
7.2	22	Massivholzplatte (Alternative zu 7.1)
8	200*	Sparren, sichtbar; $b = 100 \text{ mm}^*$, $e = 625 \text{ mm}^*$
Σ	≥ 432	Bauteildicke

* Nach Statik

Bauphysikalische Eigenschaften FL-1

Brandschutz		F 30-B ¹⁾	
Schallschutz	$R_{w,R}$	≥ 45 (Faserdämmstoff) ²⁾	dB
		≥ 39 (PUR/PIR) ³⁾	dB
Wärmeschutz	U_m	0,172 ⁴⁾	W/(m ² ·K)

¹⁾ Nach DIN 4102-4, Tab. 72, wenn: Nr. 7a: Minstdicke 22 mm, Spannweite ≤ 750 mm
 Nr. 8: Vollholzschalung, Minstdicke 32 mm, Spannweite ≤ 650 mm
 alternativ: Holzwerkstoff, Minstdicke 27 mm, Rohdichte $\geq 600 \text{ kg/m}^3$, Spannweite ≤ 650 mm
 Nr. 9: Sparren für dreiseitige Brandbeanspruchung nachgewiesen

²⁾ Ohne Bekiesung: ≥ 40 dB

³⁾ Ohne Bekiesung: ≥ 34 dB

⁴⁾ Bei Variante mit 19,5 mm Sichtholzschalung und 15 mm OSB-Platte (Schichten Nr. 7a und 7b)

8_ Regeldetails

Die nachfolgend dargestellten Zeichnungen sind Anschlusslösungen zu den in Kapitel 7 vorgestellten Bauteilen. Sie sollen sowohl eine Grundlage für die unmittelbare Planungsarbeit als auch Hilfestellung zur Entwicklung objektspezifischer Lösungen bieten. Es sind Prinzipdarstellungen, die im Bedarfsfall den Gegebenheiten angepasst werden müssen.

Die verwendeten Schraffuren sind in der nachstehenden Legende zusammengestellt. Sämtliche Zeichnungen sind in einem durchgängigen Maßstab dargestellt, enthalten jedoch maßliche Verzerrungen, um beispielsweise Folien oder Verklebungen besser und deutlicher erkennen zu können. Erläuterungen und Hinweise zu den jeweiligen Details sind als stichpunktartige Aufzählung den Zeichnungen beigefügt.

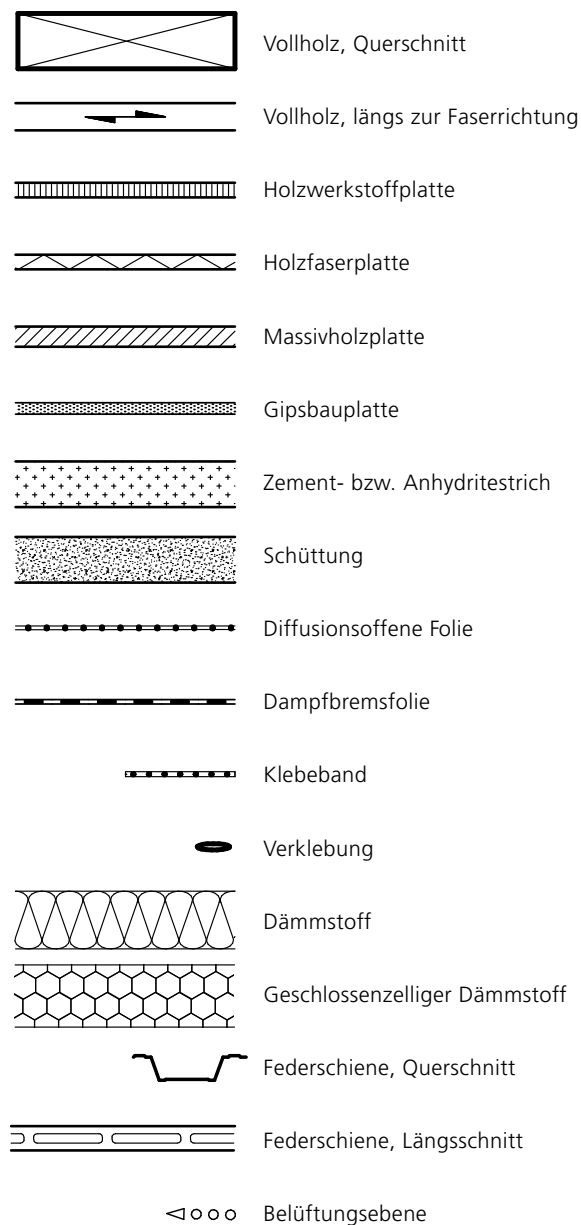


Abb. 8.01
Legende Details

Übersicht Regeldetails:**8.1 Sockel**

- 8.1.1 Außenwand auf Bodenplatte
- 8.1.2 Außenwand auf Kellerdecke

8.2 Geschoss-Stoß

- 8.2.1 Plattform-Bauweise
- 8.2.2 Quasi-Ballon-Bauweise, sichtbare Decke
- 8.2.3 Quasi-Ballon-Bauweise

8.3 Traufe

- 8.3.1 Vollsparrendämmung an Außenwand
- 8.3.2 Aufsparrendämmung an Außenwand

8.4 Ortgang

- 8.4.1 Vollsparrendämmung an Außenwand
- 8.4.2 Aufsparrendämmung an Außenwand

8.5 First

- 8.5.1 Satteldach mit Vollsparrendämmung
- 8.5.2 Pultdach mit Vollsparrendämmung

8.6 Mittelpfette

- 8.6.1 Anschluss Kehlbalkenlage, Spitzboden gedämmt
- 8.6.2 Anschluss Kehlbalkenlage, Spitzboden ungedämmt

8.7 Durchdringung

- 8.7.1 Kamindurchdringung Vollsparrendämmung

8.8 Flachdachanschluss

- 8.8.1 Flachdach an Außenwand/Attika
- 8.8.2 Flachdach an Außenwand/Loggia

8.9 Wandanschluss

- 8.9.1 Innenwand an Außenwand/ Horizontalschnitt
- 8.9.2 Innenwand an Decke
- 8.9.3 Wohnungstrennwand an Decke
- 8.9.4 Gebäudetrennwand an Außenwand/ Horizontalschnitt
- 8.9.5 Gebäudetrennwand an Decke
- 8.9.6 Gebäudetrennwand an sichtbare Decke
- 8.9.7 Vollsparrendämmung an Gebäudetrennwand

8.10 Fensteranschluss an Außenwand

- 8.10.1 Seitlich, hinterlüftete Fassade/ Horizontalschnitt
- 8.10.2 Unten, hinterlüftete Fassade
- 8.10.3 Oben, hinterlüftete Fassade
- 8.10.4 Seitlich, mit WDVS/ Horizontalschnitt
- 8.10.5 Unten, mit WDVS
- 8.10.6 Oben, mit WDVS

8.11 Türanschluss

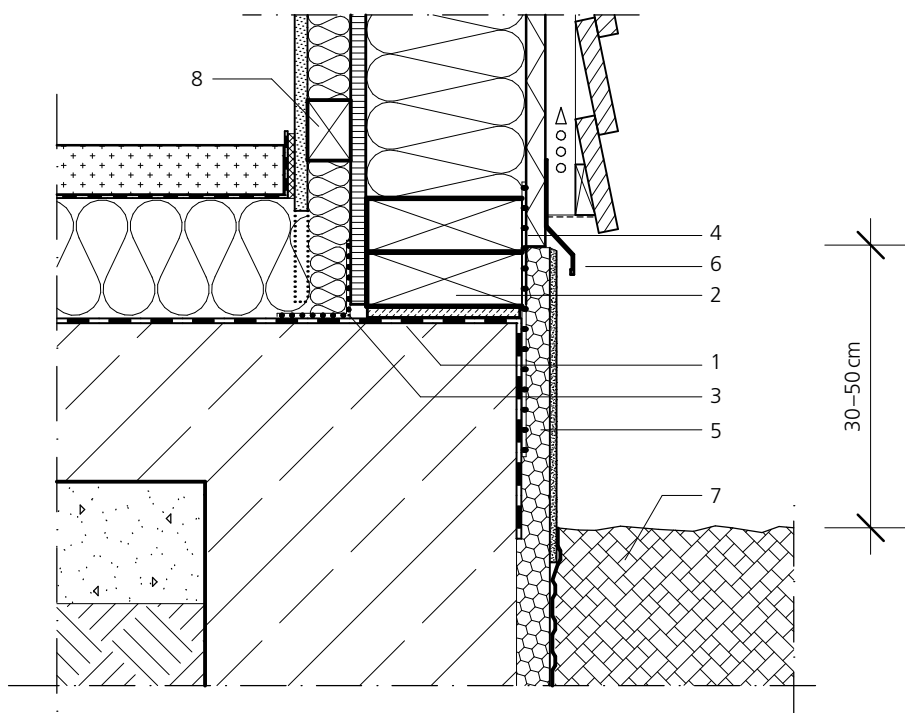
- 8.11.1 Unterer Fenstertüranschluss

8.12 Eckanschluss

- 8.12.1 Außenecke/ Horizontalschnitt
- 8.12.2 Innenecke/ Horizontalschnitt

8.1 _ Sockel

8.1.1 _ SO-1 / Sockelanschluss AW-1 auf Bodenplatte – Vertikalschnitt

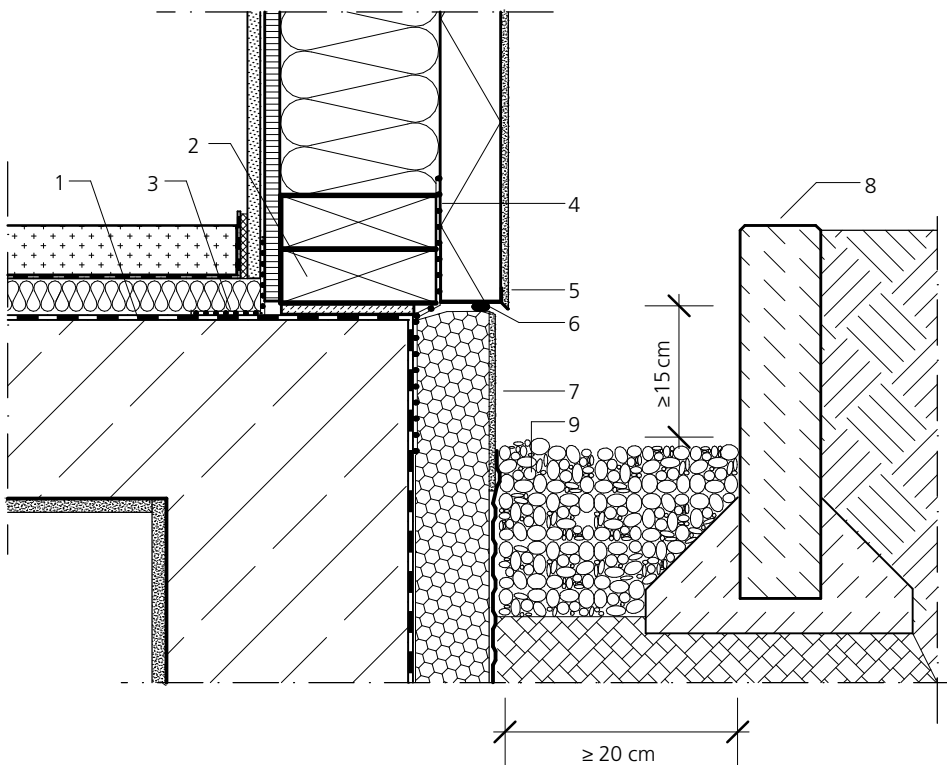


Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Feuchtigkeitssperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit |
| 2 | Nivellierschwelle, vollflächig und kraftschlüssig unterfüttert* |
| 3 | Abklebung zur Herstellung der Luftdichtigkeitsebene |
| 4 | diffusionsoffene Folie, mit Sockel winddicht verklebt |
| 5 | Perimeterdämmplatte mit Sockelputz |
| 6 | Abdeckblech, umlaufend |
| 7 | Geländeoberfläche |
| 8 | Unterkonstruktion in Höhe der Sockelleisten |

* Bei nicht ausreichendem Abstand zur Geländeoberfläche Einstufung in die Gefährdungskategorie GK 2 nach DIN 68 800-3: Holzart mit Dauerhaftigkeitsklasse 3 nach DIN EN 350-2, z.B. Lärche-Kernholz, verwenden

8.1.2 _ SO-2 / AW-2 auf Kellerdecke – Vertikalschnitt



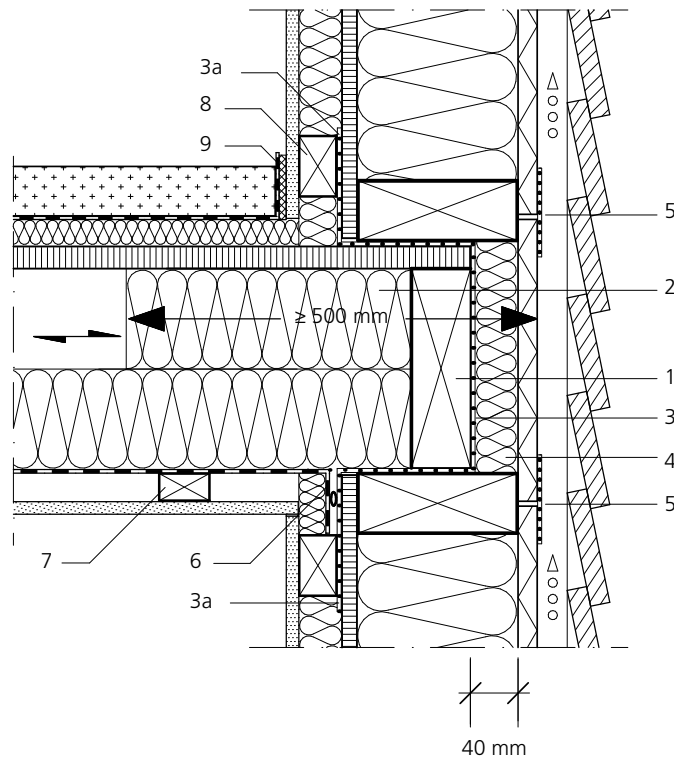
Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Feuchtigkeitssperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit |
| 2 | Nivellierschwelle, vollflächig und kraftschlüssig unterfüttert |
| 3 | Ablebung zur Herstellung der Luftdichtigkeitsebene |
| 4 | diffusionsoffene Folie, mit Sockel winddicht verklebt |
| 5 | unterseitige Abschlussschiene, Ausführung gemäß Herstellerangaben |
| 6 | vorkomprimiertes Dichtungsband |
| 7 | Perimeterdämmplatte mit Sockelputz |
| 8 | Randabstimmung zur Gewährleistung des Spritzwasserschutzes, Abstand zur Fassade mind. 20 cm |
| 9 | sickerfähiges und verdichtbares Material, z.B. Kies |

* Bei nicht ausreichendem Abstand zur Geländeoberfläche Einstufung in die Gefährdungskategorie GK 2 nach DIN 68 800-3: Holzart mit Dauerhaftigkeitsklasse 3 nach DIN EN 350-2, z.B. Lärche-Kernholz, verwenden

8.2 _ Geschoss-Stoß

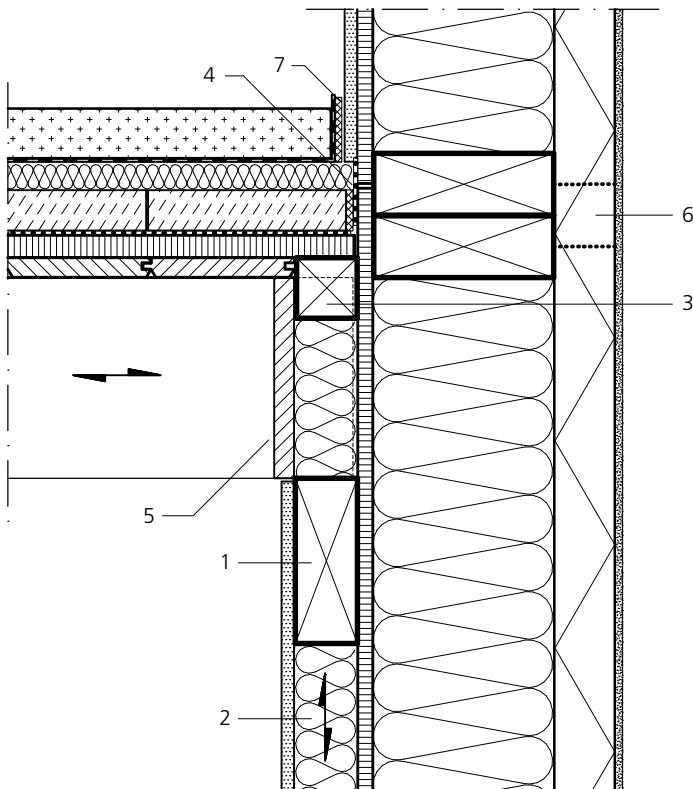
8.2.1 _ GS-1/ Geschoss-Stoß in Plattform-Bauweise AW-1/DE-1/AW-1 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|----|---|
| 1 | Randholz als Zug- und Druckgurt der Deckenscheibe |
| 2 | Randbereich zur Wärmebrückenminimierung über gesamte Balkenhöhe voll ausgedämmt |
| 3 | diffusionsoffene Folie im Deckenbereich (s_d -Wert ~ 0,02 m) |
| 3a | luftdichter Anschluss an OSB/3-Platte der Außenwände |
| 4 | Randdämmung zur Wärmebrückenminimierung, $d = 40$ mm |
| 5 | Fugenabklebung |
| 6 | Anschluss der Luftdichtung bzw. Rieselschutz |
| 7 | Unterkonstruktionslatte ca. 100 mm vom Rand |
| 8 | Unterkonstruktion in Höhe der Sockelleisten |
| 9 | Mineralfaser-Randdämmstreifen |

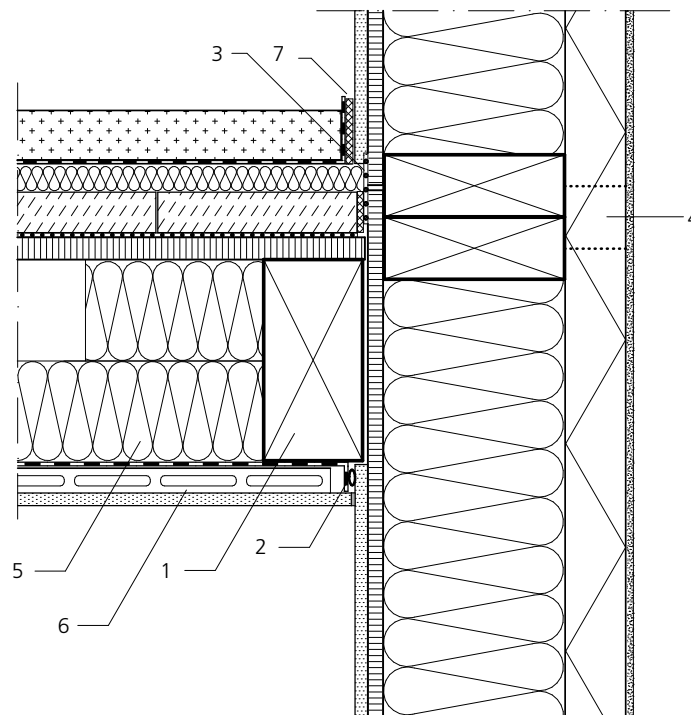
8.2.2 _ GS-2/ Geschoss-Stoß in Quasi-Ballon-Bauweise AW-2/DE-3 / AW-2 (mit Installationsebene) – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|--|
| 1 | Randholz gemäß Statik (mind. 60/200 mm) als Deckenbalkenaufleger mit Wandständer gemäß Statik verschraubt, ggfs. zusätzliche Knaggen (siehe Nr. 2) |
| 2 | tragende Installationsebene, $d = 60$ mm, bestehend aus:
– Dämmung und Gipsbauplatte
– gegebenenfalls senkrechte Knagge 60/60 mm, Länge gemäß Statik zur Lastabtragung kraftschlüssig unter dem Randholz |
| 3 | Füllholz (60/60 mm) als Zug- und Druckgurt zur Aufnahme der Horizontallasten bei aussteifender Deckenscheibe |
| 4 | OSB-Plattenstoß, luftdicht abgeklebt |
| 5 | Stellbrett, seitlich in Deckenbalken eingenutet |
| 6 | bei Vorelementierung der Putzträgerplatten: WDVS-Passstück vor Ort fugenfrei eingepasst |
| 7 | Mineralfaser-Randdämmstreifen |

8.2.3 _ GS-3 / Geschoss-Stoß in Quasi-Ballon-Bauweise AW-2 / DE-2 / AW-2 – Vertikalschnitt

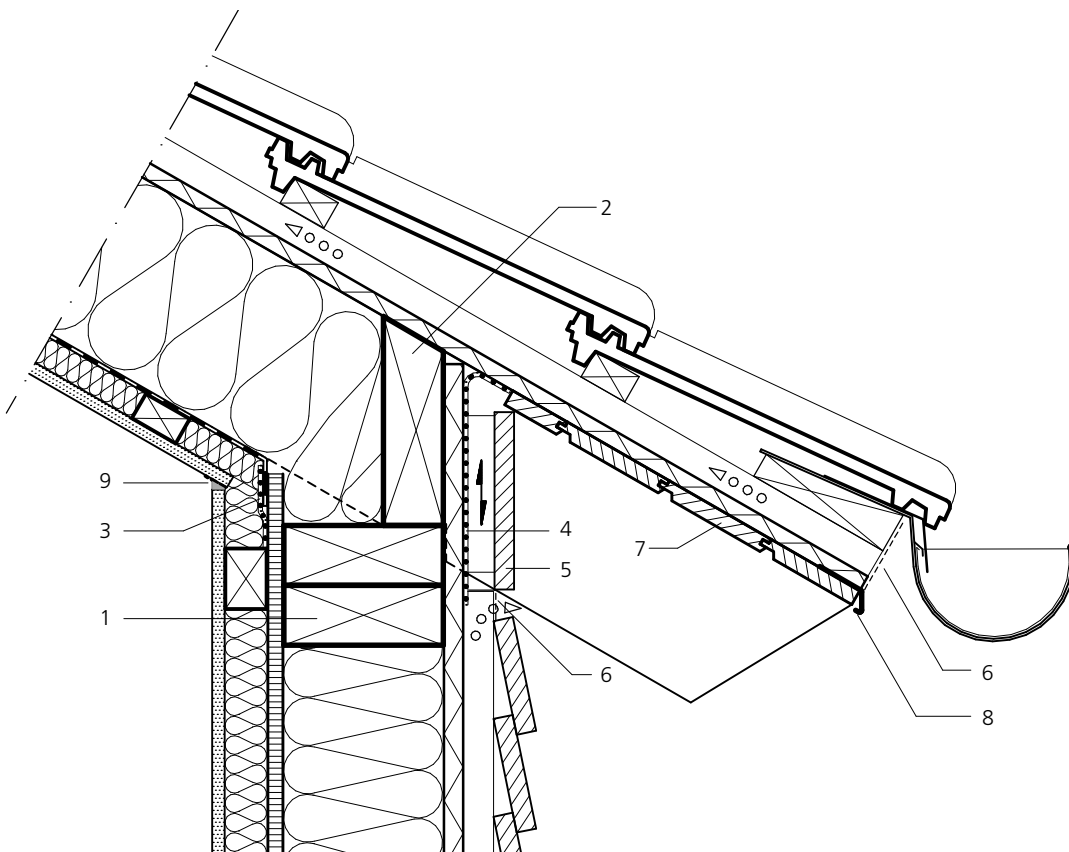


Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Deckenbalken, als Zug- und Druckgurt der Deckenscheibe an Außenwand geschraubt |
| 2 | Abklebung des Rieselschutzes für den Schallschutz |
| 3 | OSB-Plattenstoß luftdicht abgeklebt |
| 4 | bei Vorelementierung der Putzträgerplatten: WDVS-Passstück vor Ort fugenfrei eingepasst |
| 5 | Randbereich zur Wärmebrückenminimierung über gesamte Balkenhöhe voll ausgedämmt |
| 6 | Federschiene und Gipskartondecke |
| 7 | Mineralfaser-Randdämmstreifen |
-

8.3 _ Traufe

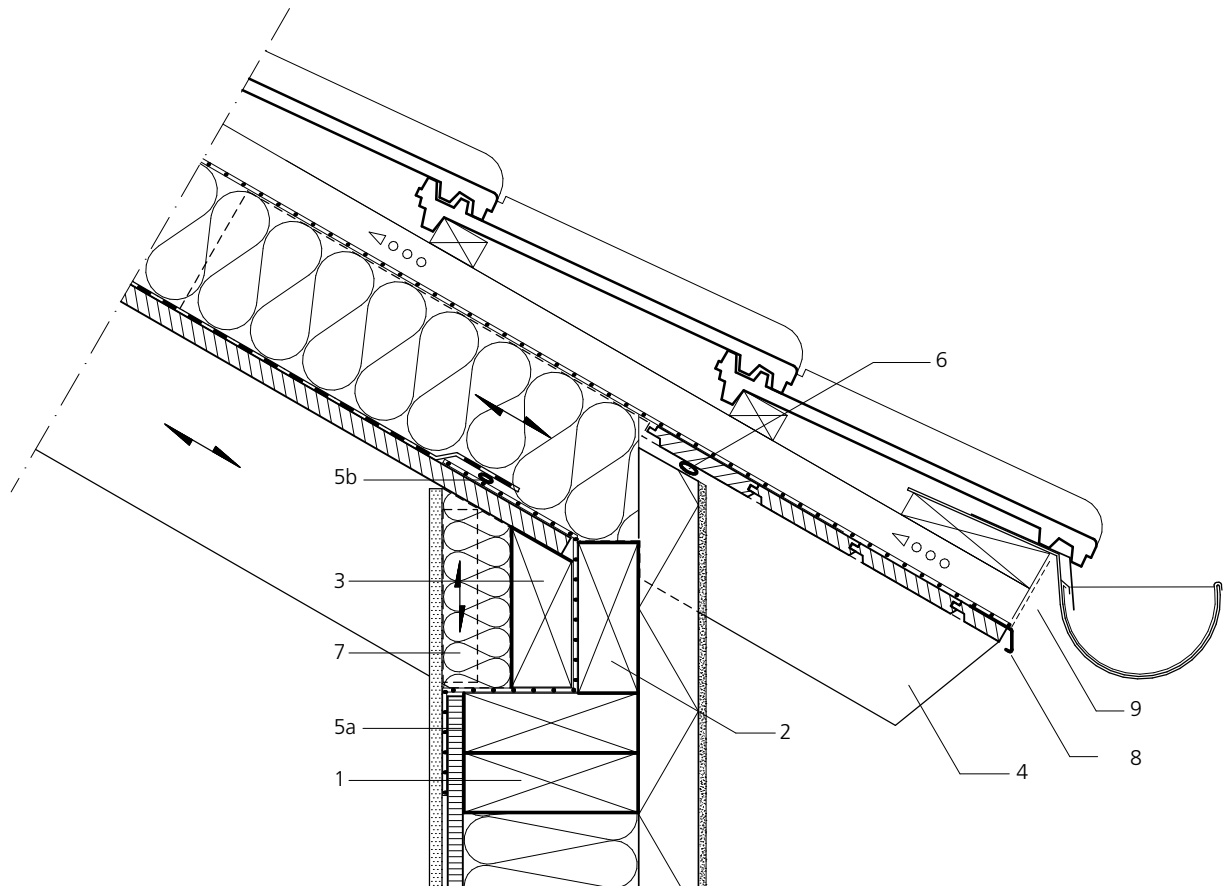
8.3.1 _ TR-1/ Traufe/ DA-1 an AW-1 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|--|
| 1 | Einfach- oder Doppelrähm, abhängig von der statischen Beanspruchung |
| 2 | Füllholz $b \geq 60$ mm als Zug- und Druckgurt bei aussteifender Dachscheibe |
| 3 | Folienanschluss zur Luftdichtung |
| 4 | hydrophobierte MDF-Platte am Sparren winddicht abgeklebt, evtl. Platte in Sparren eingenetzt |
| 5 | Stellbrett |
| 6 | Lüftungsgitter |
| 7 | Sparren für Traufschalung ausgeklinkt, hydrophobierte MDF-Platte durchlaufend |
| 8 | Abtropfblech |
| 9 | Trennfugenband, vor dem Spachteln eingelegt |

8.3.2 _TR-2/Traufe/DA-2 an AW-2 – Vertikalschnitt

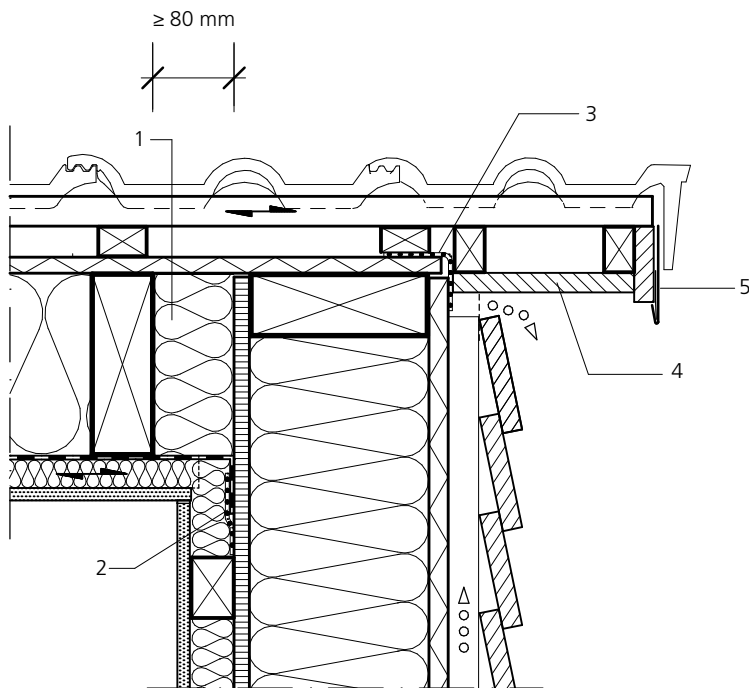


Nr. Hinweis

- | | |
|----|---|
| 1 | Einfach- oder Doppelrähm, abhängig von der statischen Beanspruchung |
| 2 | Traufholz, Auflager für Stichbalken (Nr. 4) |
| 3 | Querholz, als Zug- und Druckgurt bei aussteifender Dachscheibe |
| 4 | Stichbalken zur Ausbildung des Traufüberstandes
muss dauerhaft zugfest mit den Sichtsparren verschraubt werden |
| 5a | luftdichter Anschluss an OSB-Platte mit diffusionsoffener Folie (s_d -Wert $\sim 0,02$ m) |
| 5b | luftdichte Verklebung an Dampfbremse der Dachkonstruktion |
| 6 | vorkomprimiertes Dichtungsband |
| 7 | seitliche Unterkonstruktion für GKB-Platte, Hohlraum fugenfrei gedämmt |
| 8 | Abtropfblech |
| 9 | Lüftungsgitter |

8.4 _ Ortgang

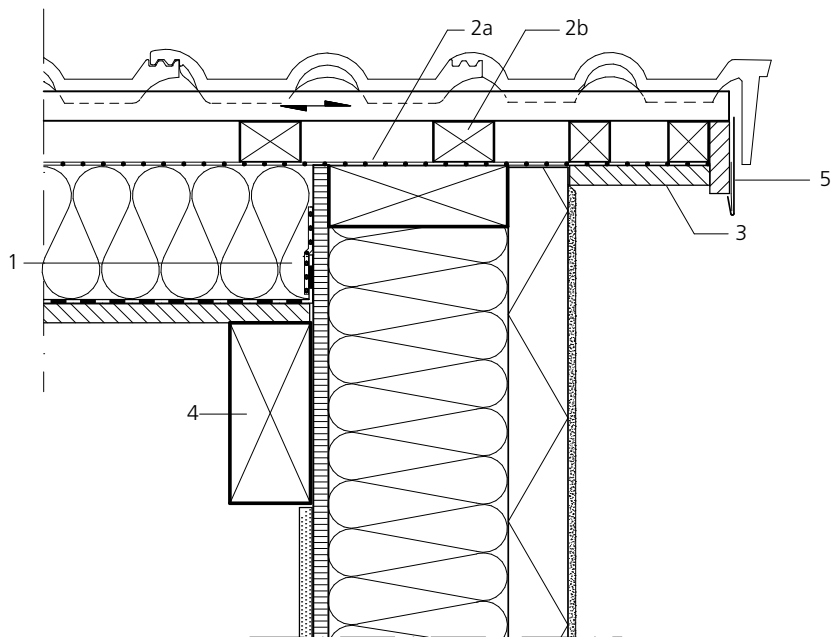
8.4.1 _ ORT-1/Ortgang / DA-1 an AW-1 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Abstand zwischen Sparren und Giebelwand, fugenfrei ausgedämmt, $b \geq 80$ mm |
| 2 | Folienanschluss zur Luftdichtung |
| 3 | hydrophobierte MDF-Platten kraftschlüssig mit Wandrähm vernagelt, Ecke winddicht verklebt |
| 4 | Hängebrett in Höhe der Traufschalung positioniert |
| 5 | Ortgang-Blechabdeckung |

8.4.2 _ ORT-2 / Ortgang / DA-2 an AW-2 – Vertikalschnitt

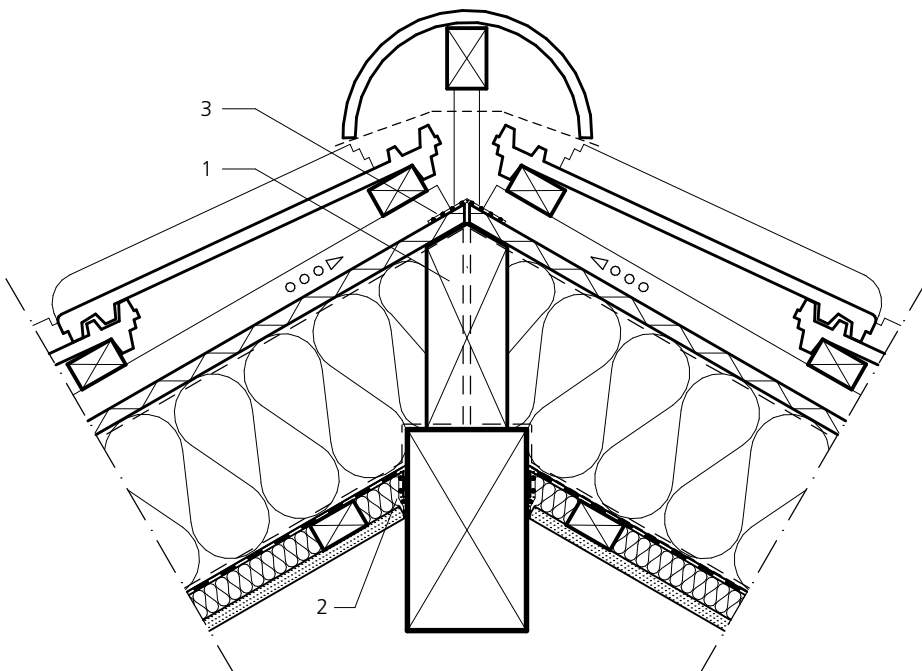


Nr. Hinweis

- | | |
|----|---|
| 1 | Folienanschluss zur Luftdichtung |
| 2a | Unterspannbahn als zweite wasserführende Schicht winddicht auf Giebelwand befestigt |
| 2b | Konterlatte zur Lastabtragung des Ortgangs und als Presslatte |
| 3 | Hängebrett in Höhe der Traufschalung positioniert |
| 4 | Randsparren mit Ständern der Außenwand verschrauben |
| 5 | Ortgang-Blechabdeckung |

8.5 _ First

8.5.1 _ FIR-1/Firstpunkt/DA-1 an DA-1 – Vertikalschnitt

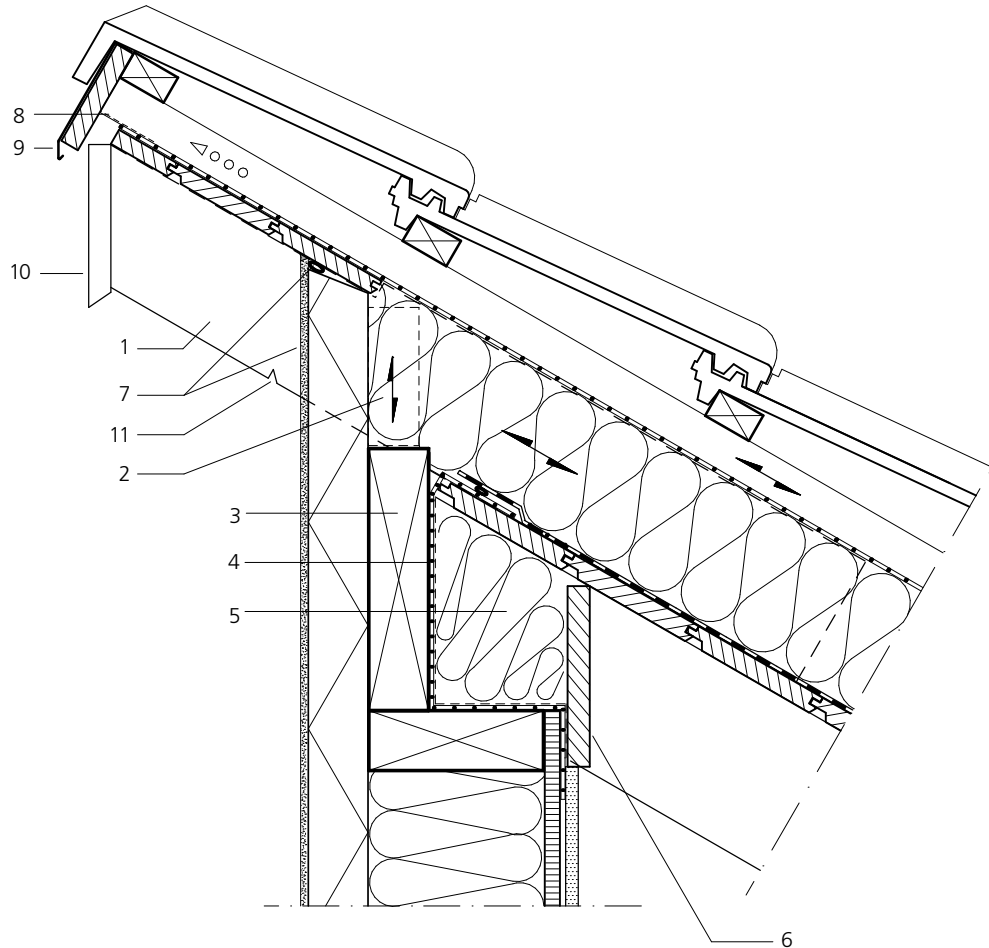


Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Verblockung als Gurtholz bei aussteifender Dachscheibe |
| 2 | Dampfbremse luftdicht an Firstpfette angeklebt* |
| 3 | Plattenstöße winddicht abgeklebt |
-

* Alternativ: Folienstreifen vor Montage der Sparren auf Firstpfette aufgelegt und beim Ausbau mit der Luftdichtungsebene verklebt

8.5.2 _ FIR-2 / Firstpunkt / DA-2 an AW-2 – Vertikalschnitt

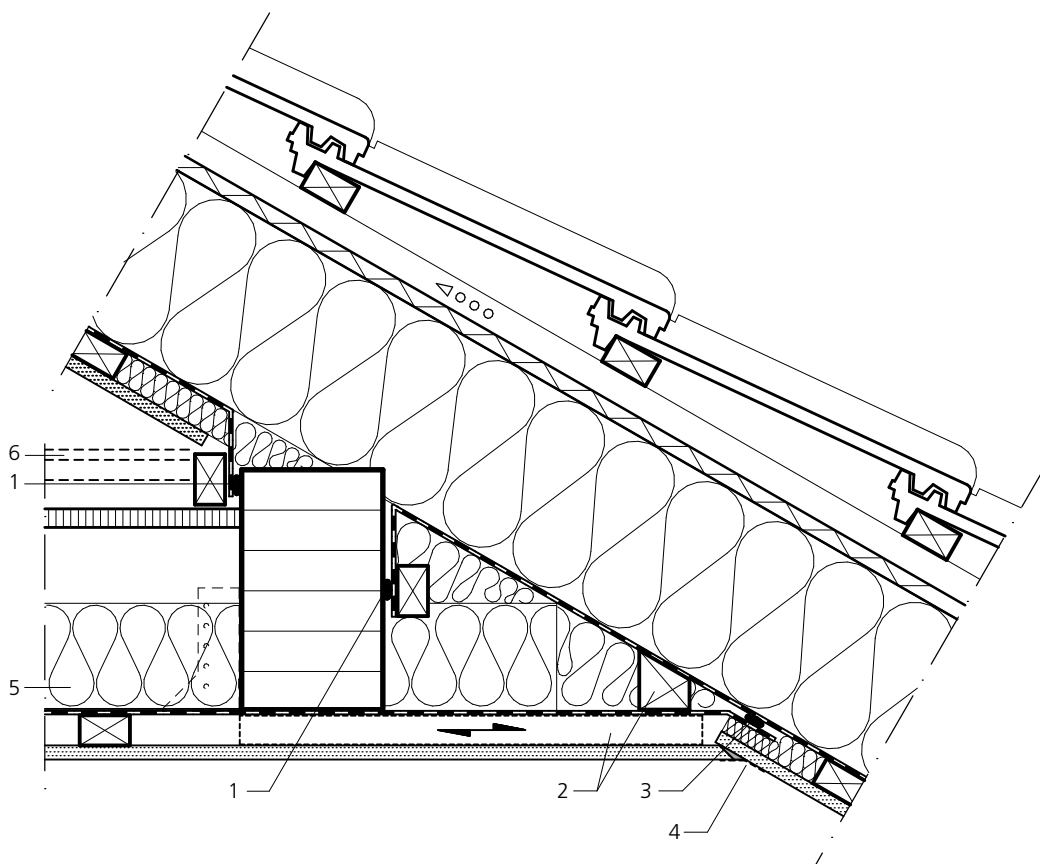


Nr. Hinweis

- | | |
|----|--|
| 1 | Stichbalken zur Ausbildung des Firstüberstandes zugfest mit Sichtsparren verschraubt, Abtropfkante an Unterseite eingenetet |
| 2 | Lattenstücke als Unterkonstruktion für Putzträgerplatten seitlich an Sparren geschraubt |
| 3 | Randholz als Auflager für Stichbalken (Nr. 1) und zur Befestigung der Putzträgerplatte |
| 4 | diffusionsoffene Folie (s_d -Wert $\sim 0,02$ m) als Luftdichtung im Sparrenauflegerbereich eingelegt, an OSB-Platte der Wand und Dampfbremssfolie auf der Dachschalung angeschlossen |
| 5 | Sparrenzwischenräume fugenfrei ausgedämmt |
| 6 | Stellbrett, in Sparren eingenetet |
| 7 | schlagregendichter Putzanschluss an Stichbalken mit Dichtungsband oder Abschlussprofil |
| 8 | Lüftungsgitter |
| 9 | Abtropfblech |
| 10 | Abdeckbrett als Hirnholzschutz |
| 11 | Tropfkerve |

8.6 _ Mittelfette

8.6.1 _ MP-1 / Mittelfette / Anschluss Kehlbalkenlage und Dachbauteil DA-1 – Vertikalschnitt

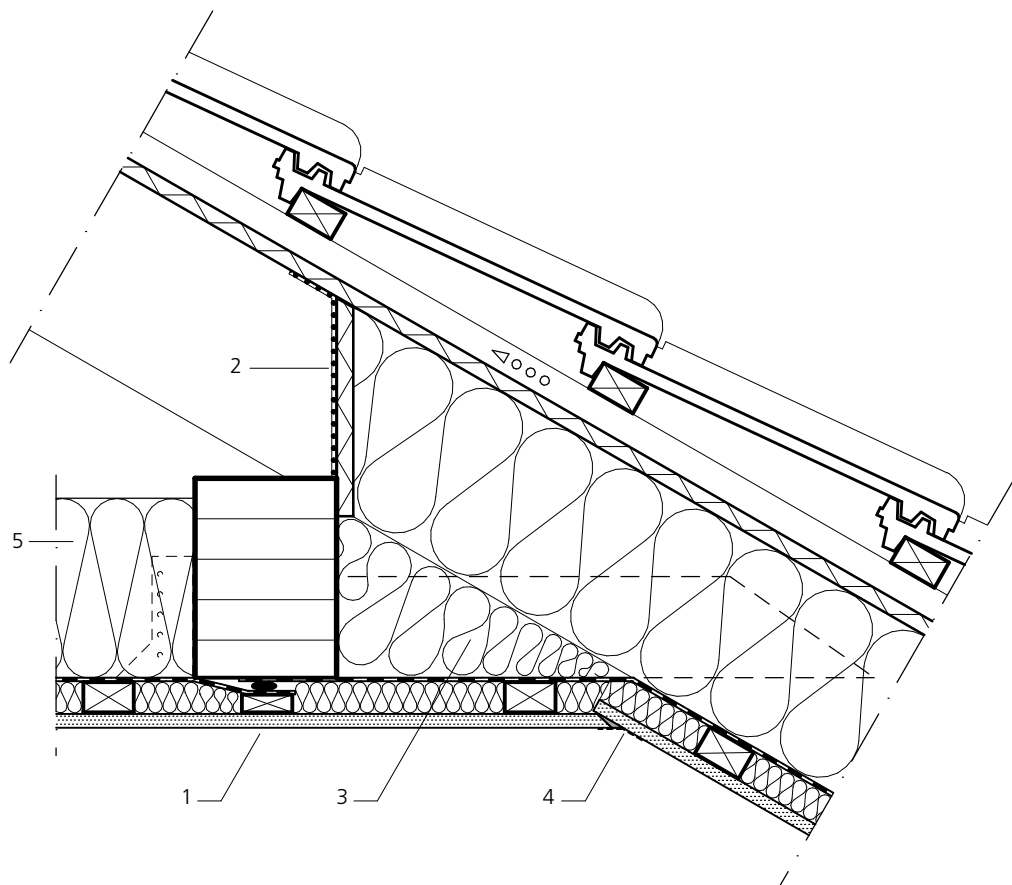


Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Dampfbremse luftdicht an Mittelfette angeklebt, Presslatte zur zusätzlichen Sicherung empfohlen* |
| 2 | Unterkonstruktion für Gipsbauplatten |
| 3 | Rieselschutzfolie an Dampfbremse angeklebt |
| 4 | Fugenband zur Rissvermeidung in Spachtelfuge eingelegt, alternativ Bewegungsfugenprofil verwenden |
| 5 | Hohlraumdämmung, $d \geq 100$ mm |
| 6 | optional: Bodenaufbau, je nach Nutzung |

*Alternativ: Folienstreifen vor Montage der Sparren auf Mittelfette aufgelegt und beim Ausbau mit der Luftdichtungsebene verklebt

8.6.2 _ MP-2 / Mittelpfette / Anschluss Kehlbalkenlage und Dachbauteil DA-1 / Spitzboden unbeheizt – Vertikalschnitt



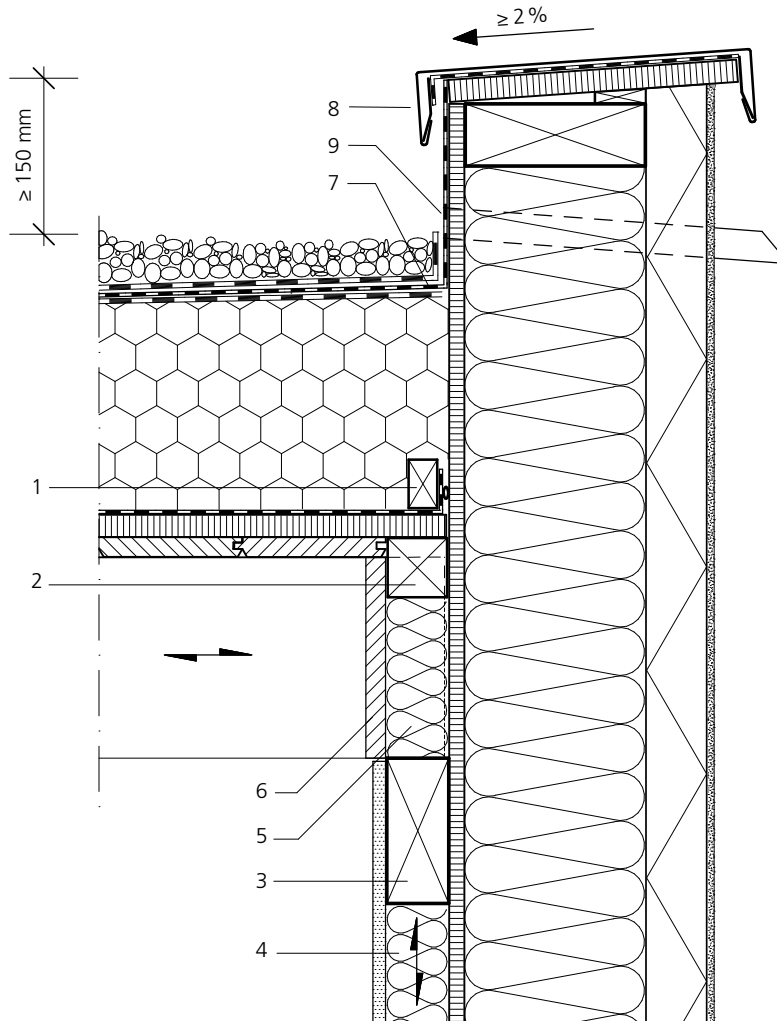
Nr. Hinweis

- | | |
|---|--|
| 1 | Dampfbremse luftdicht verkleben, evtl. Dauerhaftigkeit durch eine Presslatte gewährleisten |
| 2 | Winddichtung im Gefachbereich mittels MDF-Platte und Verklebung herstellen, evtl. kann die MDF-Platte im Sparren eingetütet werden |
| 3 | Unterkonstruktion für Deckenabhängung: seitliche Brettlatte an Sparren |
| 4 | Fugenband zur Rissvermeidung in Spachtelfuge eingelegt, alternativ Bewegungsfugenprofil verwenden |
| 5 | Wärmedämmung zum Kaltbereich, $d \geq 180 \text{ mm}$ |

8.8 _ Flachdachanschluss

8.8.1 _ FD-1 / Flachdach mit Gefälledämmung,

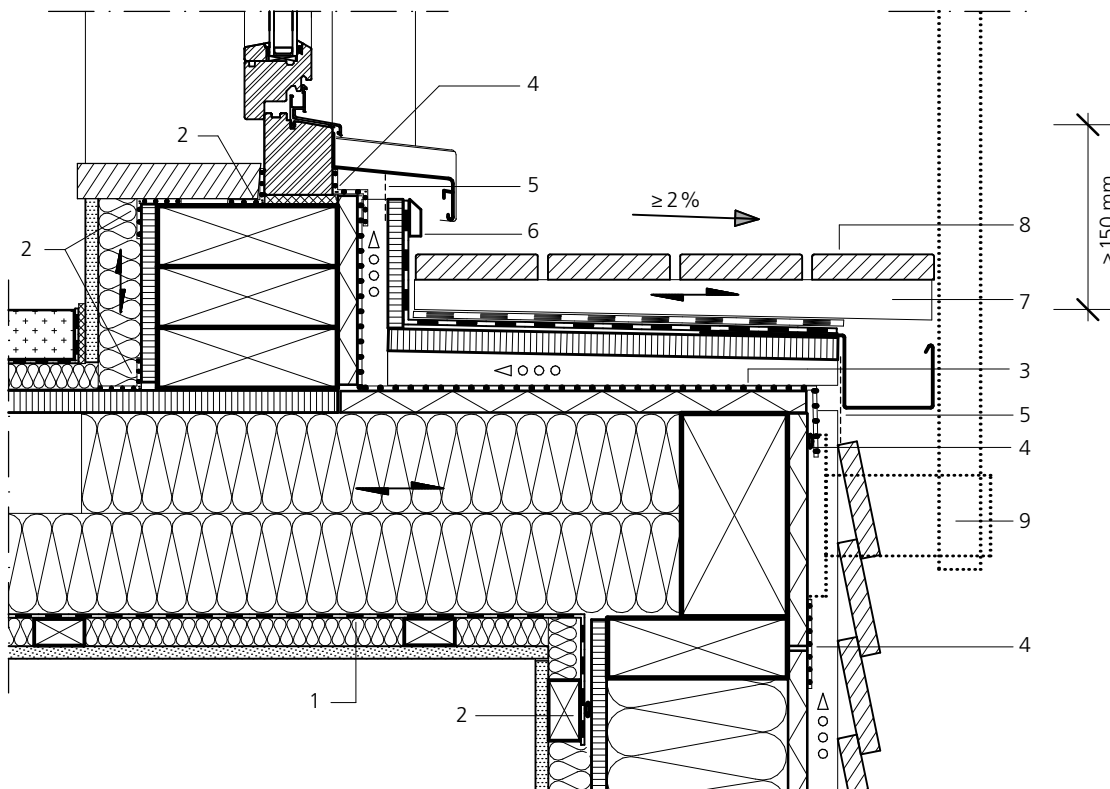
Randanschluss an Außenwand mit Aufkantung – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Dampfbremse (Notabdichtung) luftdicht verkleben, evtl. Dauerhaftigkeit durch eine Presslatte gewährleisten |
| 2 | Füllholz 60/60 mm, als Zug- und Druckgurt zur Aufnahme der Horizontallasten bei aussteifender Deckenscheibe |
| 3 | Randholz $\geq 60/200$ mm als Auflager für die Deckenbalken |
| 4 | Installationsebene, $d = 60$ mm, bestehend aus Unterkonstruktion, Dämmung und Gipsbauplatte, gegebenenfalls senkrechte Knagge 60/60 mm, Länge gemäß Statik, zur Lastabtragung kraftschlüssig unter das Randholz montieren |
| 5 | Gefachbereich fugenfrei dämmen |
| 6 | Stellbrett, evtl. seitlich im Deckenbalken 5 mm einnuten |
| 7 | Randanschluss bis über die Aufkantung führen |
| 8 | Blechabdeckung der Aufkantung mit Gefälle $\geq 2\%$ ausführen |
| 9 | Notüberlauf |

8.8.2 _ FD-2 / Loggia-Anschluss an AW-1 (EG) und aufsteigende Wand (OG) – Vertikalschnitt

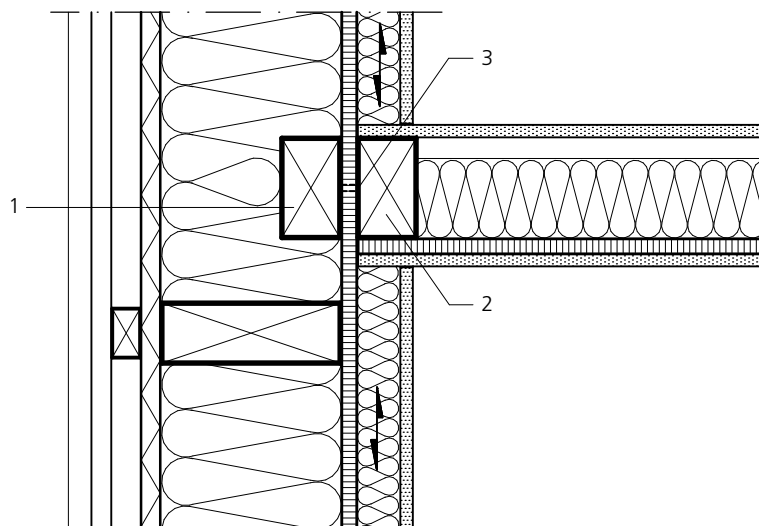


Nr. Hinweis

- | | |
|---|--|
| 1 | Dampfbremsfolie |
| 2 | luftdichte Abklebung aller Fugen |
| 3 | diffusionsoffene Folie (s_d -Wert $\leq 0,02$ m) als Winddichtung und zusätzliche Feuchtigkeitssperre auf Deckenoberseite verlegt und angeklebt (siehe Nr. 1 und 4) |
| 4 | Fugen und Anschlüsse winddicht abgeklebt |
| 5 | Lüftungsgitter |
| 6 | (Kunststoff-)Abdichtungsbahn mit Kappleiste angeschlossen |
| 7 | gegenläufiger Gefällekeil auf Bautenschutzmatte |
| 8 | elementierter Gehbelag aus resistentem Holz (z.B. Lärche-Kernholz), auf Gefällekeilen befestigt |
| 9 | Geländerkonstruktion |

8.9 _ Wandanschluss

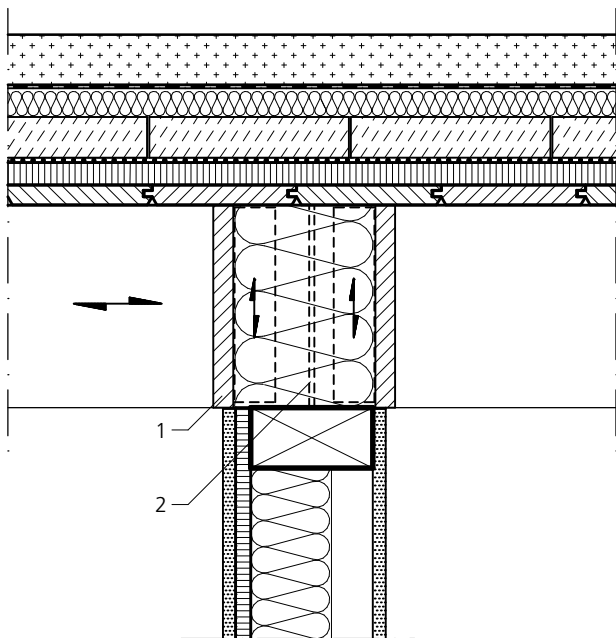
8.9.1 _ IW-1 / AW-1 / Anschluss Innenwand an Außenwand – Horizontalschnitt



Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Falls die tragende Innenwand auch aussteifende Funktion hat und nicht an einen Regelständer der Außenwand angeschlossen werden kann, muss ein Verstärkungsholz (Querschnitt des Regelwandständers) angeordnet werden |
| 2 | Wandständer der Außenwand und Endständer der Innenwand nach Statik über die Höhe verschraubt |
| 3 | Trennung der Beplankung (Schallschutz), sofern statisch möglich |
-

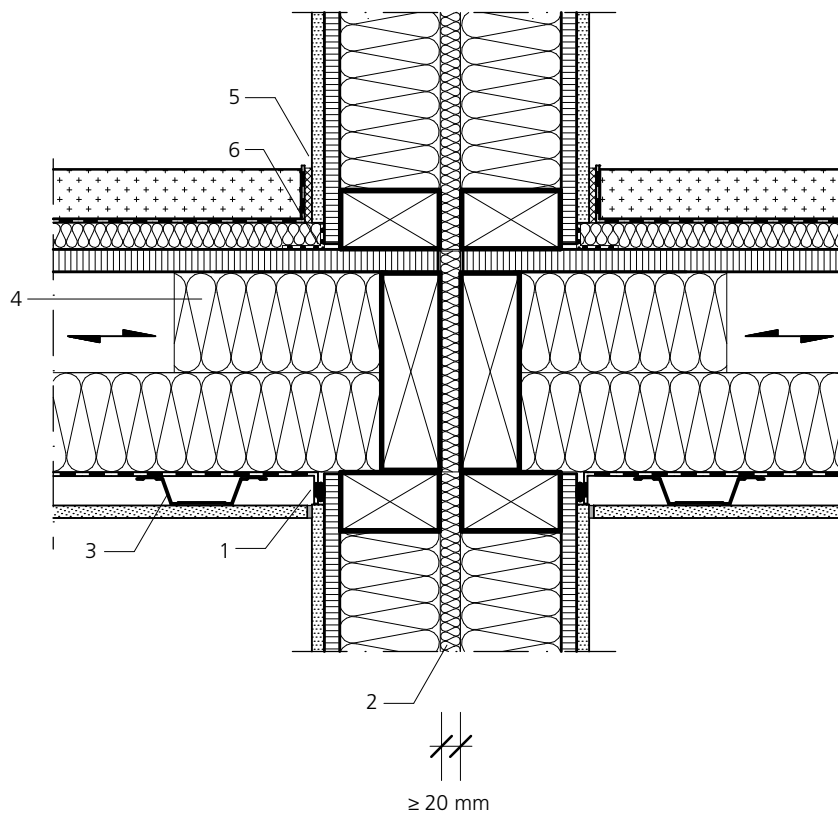
8.9.2 _ IW-2 / Anschluss Innenwand an Geschossdecke IW-1 / DE-3 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Stellbrett an seitlicher Lattung befestigt oder in Deckenbalken eingenetet |
|---|--|
-
- | | |
|---|--|
| 2 | wichtige Schallschutzmaßnahmen: <ul style="list-style-type: none">– Zwischenraum zwischen Stellbrettern (Nr. 1) fugenfrei ausgedämmt– wenn statisch möglich: Deckenbalken trennen (Fuge ca. 5 mm) |
|---|--|
-

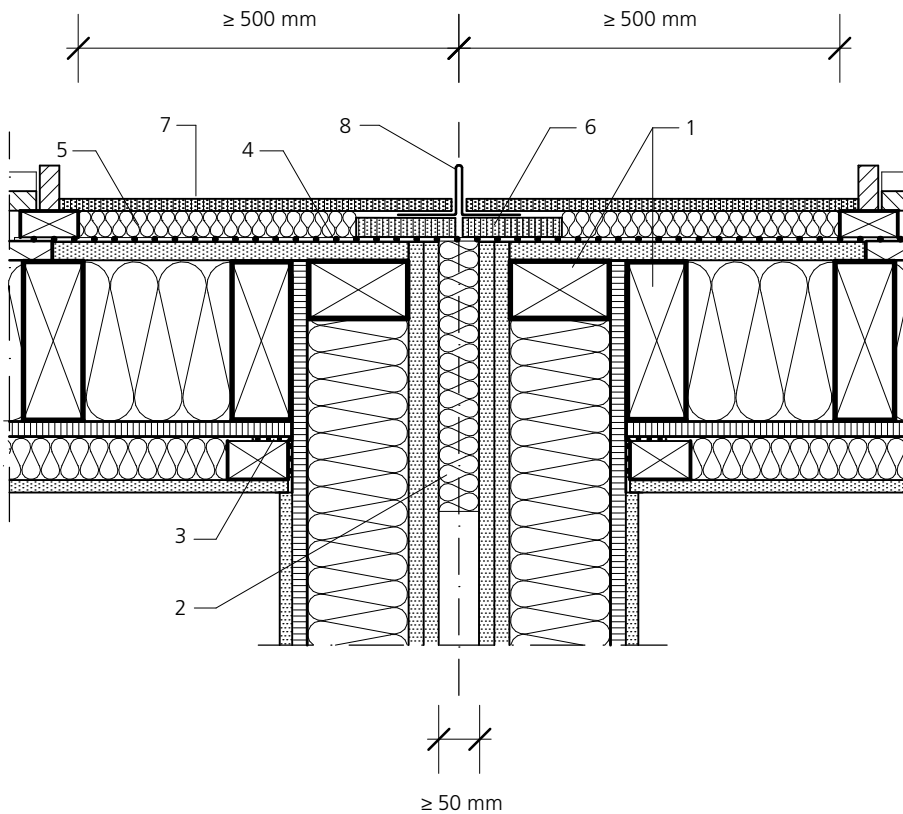
8.9.3 _ WTW-1 / DE-1 / Anschluss Wohnungstrennwand an Geschossdecke – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Luftdichtung/Rieselschutz angeklebt |
| 2 | Fuge ≥ 20 mm, ausgedämmt |
| 3 | Federschiene für Unterdecke, lose an Deckenbalken befestigt |
| 4 | Dämmstoffschott |
| 5 | Randdämmstreifen aus Mineralfaserdämmstoff |
| 6 | Eckklebeband zur Luftdichtung |

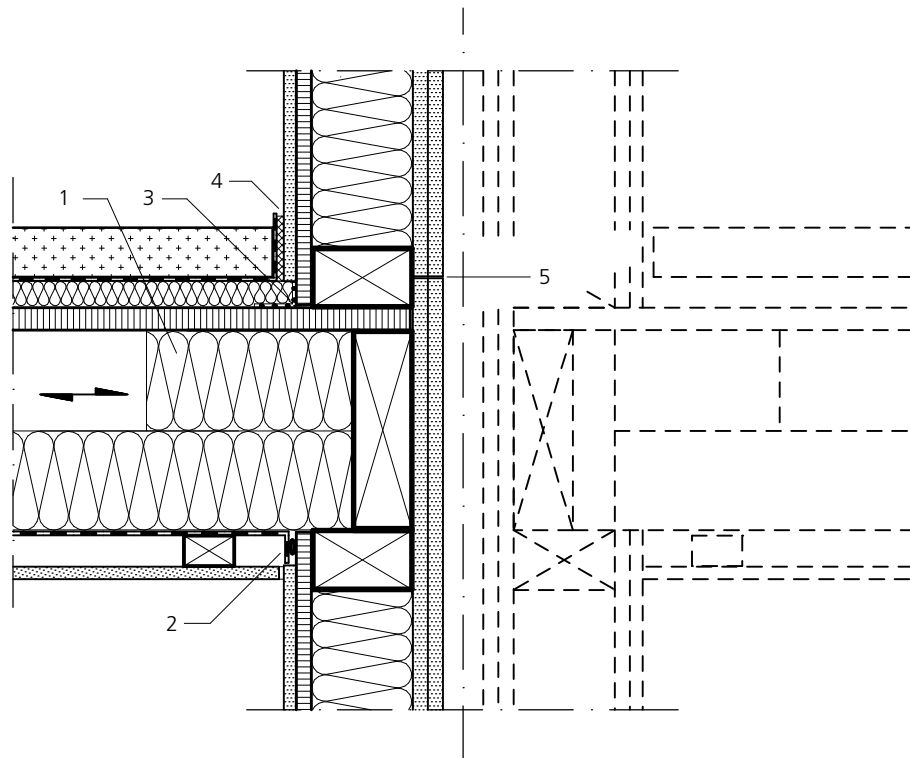
**8.9.4_TW-1 / Anschluss Gebäudetrennwand an Außenwand GTW-1 / AW-1 –
 Horizontalschnitt**



Nr. Hinweis

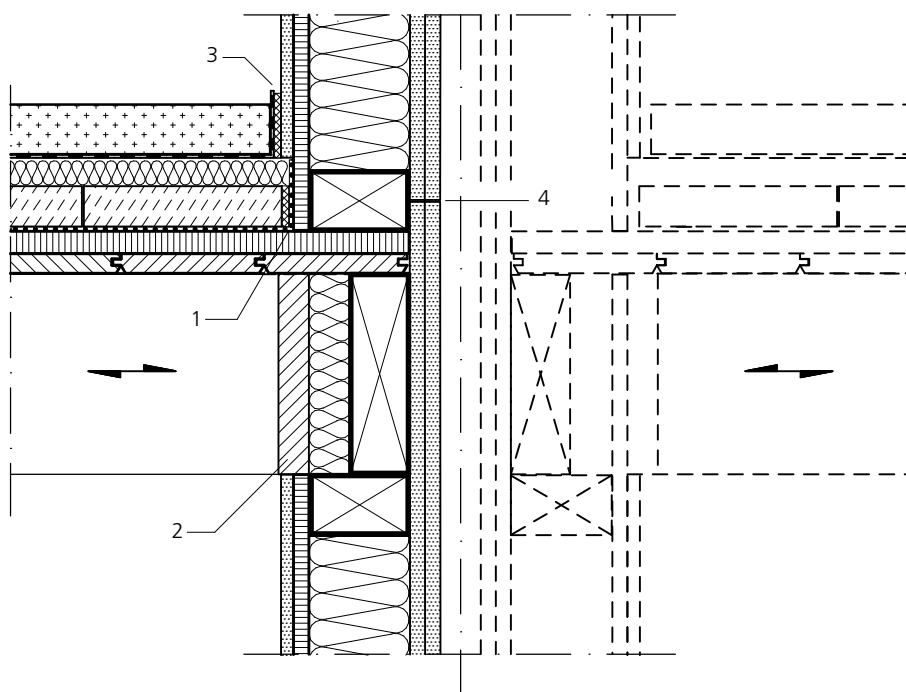
- 1 Trennwandkonstruktion nach Prüfzeugnis (abP) auch stirnseitig mit Gipsfaserplatte gekapselt; Wandständer der Außen- und Gebäudetrennwand nach Statik über die Geschosshöhe verschraubt
- 2 Gebäudefuge im Randbereich ≥ 500 mm hohlraumfrei mit hydrophobiertem Mineralfaserdämmstoff ($\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ und $T \geq 1.000^\circ \text{ C}$) ausgedämmt
- 3 Eckklebeband zur Luftdichtung
- 4 Winddichtung ungestoßen über Gebäudefuge verlegt
- 5 Lattungsebene mit hydrophobiertem Mineralfaserdämmstoff ($\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ und $T \geq 1.000^\circ \text{ C}$) ausgedämmt
- 6 Unterkonstruktion aus nicht brennbarem Material, z.B. Faserzementplatte, wegen Schallschutz getrennt
- 7 Fassadenbekleidung aus nicht brennbarem Material, z.B. Kalzium-Silikat- oder Faserzementplatten
- 8 Metallprofil (nicht brennbar)

8.9.5 _TW-2 / Anschluss Geschossdecke und Gebäudetrennwand GTW-1 / DE-1 – Vertikalschnitt



Nr.	Hinweis
1	Dämmstoffschott
2	Luftdichtung/Rieselschutz angeklebt
3	Eckklebeband zur Luftdichtung
4	Randdämmstreifen aus Mineralfaserdämmstoff
5	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung, im Bereich des Elementstoßes Fugenbreite gemäß Prüfzeugnis (abP) ≤ 1 mm, bzw. ≤10 mm, wenn die Fuge mit einem Mineralfaserdämmstoff ($\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ und $T \geq 1.000^\circ \text{ C}$) ausgefüllt ist

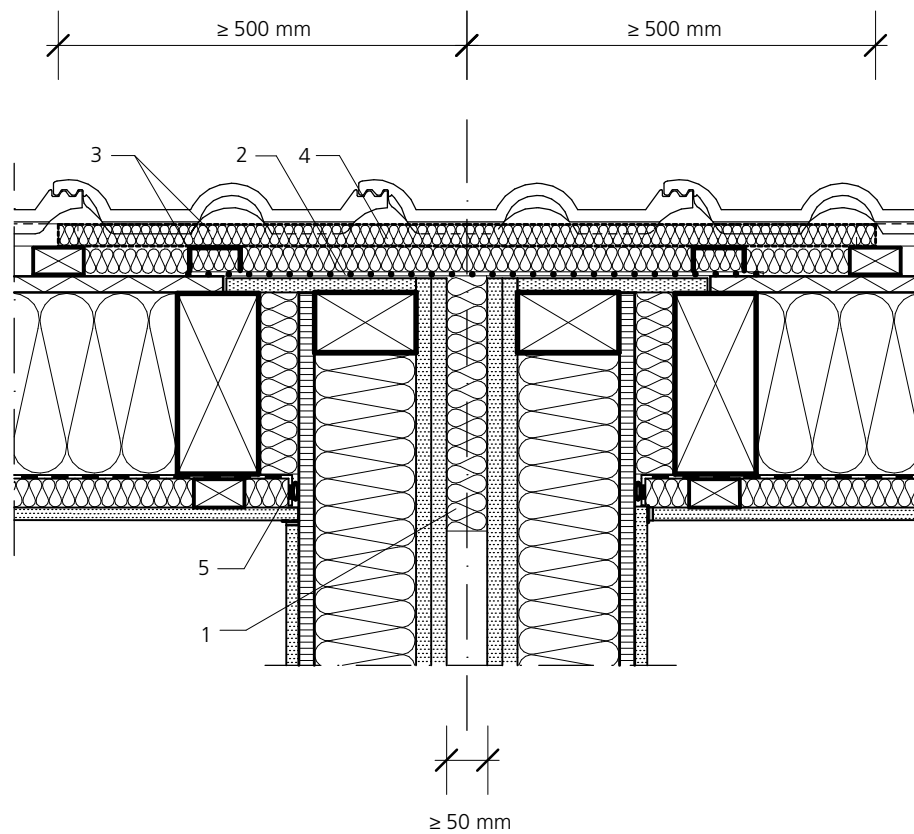
8.9.6 _TW-3 / Anschluss Geschosdecke und Gebäudetrennwand GTW-1 / DE-3 –
 Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

- | | |
|---|--|
| 1 | Eckverklebung zur Luftdichtung |
| 2 | Stellbrett seitlich in Deckenbalken eingenuet (Stellbrettdicke ≥ 25 mm) |
| 3 | Randdämmstreifen aus Mineralfaserdämmstoff |
| 4 | brandschutztechnisch wirksame Bekleidung, im Bereich des Elementstoßes Fugenbreite gemäß Prüfzeugnis (abP) ≤ 1 mm, bzw. ≤ 10 mm, wenn die Fuge mit einem Mineralfaserdämmstoff ($\rho \geq 30$ kg/m ³ und T $\geq 1.000^\circ$ C) ausgefüllt ist |

8.9.7 _ TW-4 / Anschluss Dachbauteil an Gebäudetrennwand GTW-1 / DA-1 – Vertikalschnitt

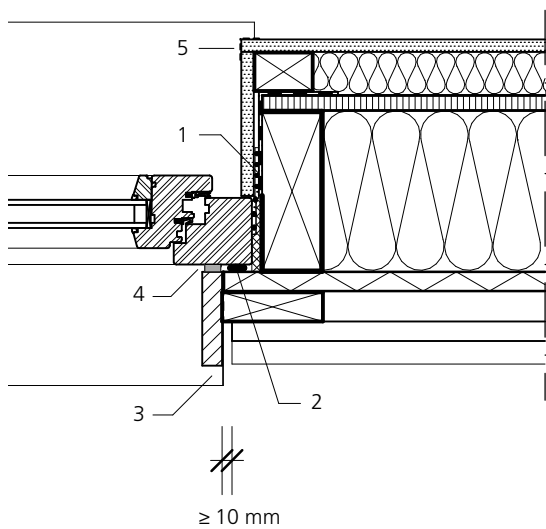


Nr. Hinweis

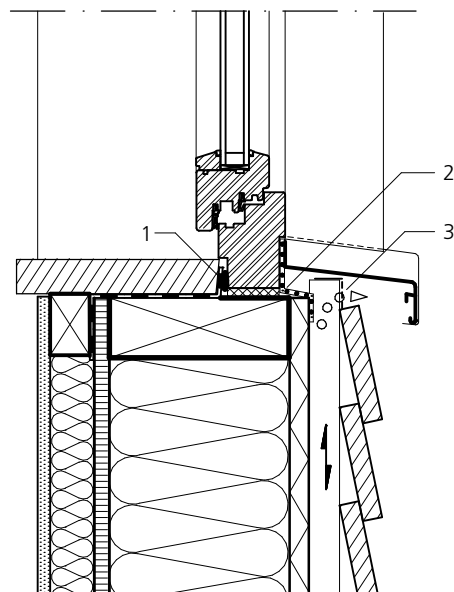
- | | |
|---|---|
| 1 | Gebäudefuge im Randbereich (≥ 500 mm) hohlraumfrei ausgedämmt |
| 2 | Winddichtung ungestoßen über Gebäudefuge verlegt |
| 3 | Metallprofile (nicht brennbar) |
| 4 | Lattungs- und Konterlattungsebene mit Mineralfaserdämmstoff ($\rho \geq 30$ kg/m ³ und $T \geq 1.000^\circ$ C) ausgedämmt |
| 5 | Dampfbremse luftdicht angeklebt |

8.10 _ Fensteranschluss

8.10.1 _ FA-1/ Seitlicher Fensteranschluss Außenwand FE-1/ AW-1 – Horizontalschnitt



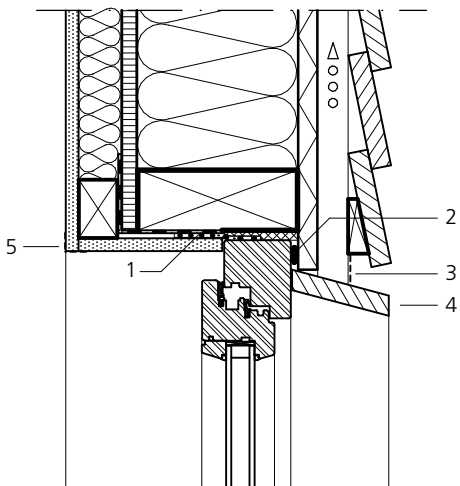
Nr.	Hinweis
1	Luftdichtung (Wechselklebeband) angeklebt
2	vorkomprimiertes Dichtungsband zur Winddichtung
3	Fensterbank mit senkrechter, wasserdicht angeschlossener Endkappe
4	Schlagregenschutz mit vorkomprimiertem Dichtungsband
5	Eckschutzschiene

8.10.2 _ FA-2 / Unterer Fensteranschluss an Außenwand FE-1 / AW-1 – Vertikalschnitt

Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|--|
| 1 | Luftdichtung im Fensterbankfalz angeklebt |
| 2 | Fensterrahmen unterhalb der Fensterbank mit diffusionsoffener Folie winddicht an Außenwand angeklebt |
| 3 | Lüftungsgitter |
-

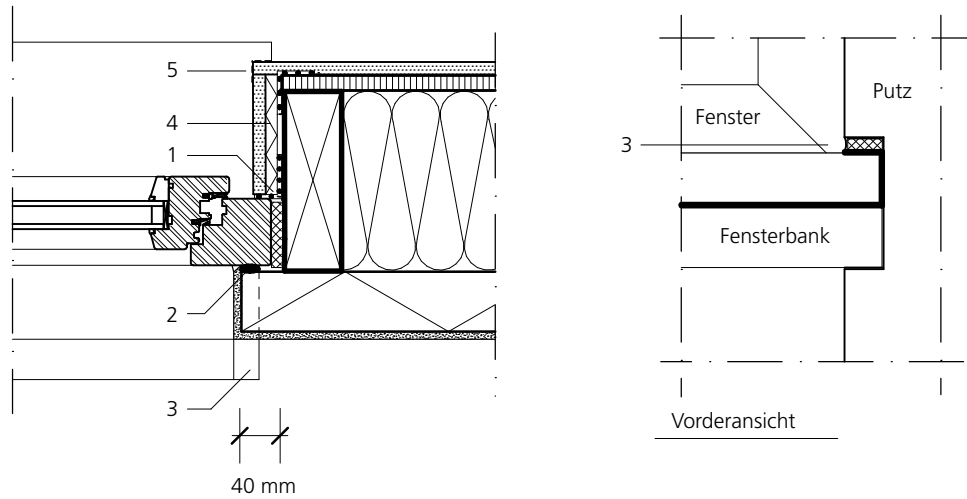
8.10.3 _ FA-3 / Oberer Fensteranschluss an Außenwand FE-1 / AW-1 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|---|
| 1 | Luftdichtung (Wechselklebeband) angeklebt |
| 2 | Winddichtung mit vorkomprimiertem Dichtungsband |
| 3 | Lüftungsgitter |
| 4 | abgeschrägte Randeinfassung, seitlich mit Laibungsbrett verbunden |
| 5 | Eckschutzschiene |
-

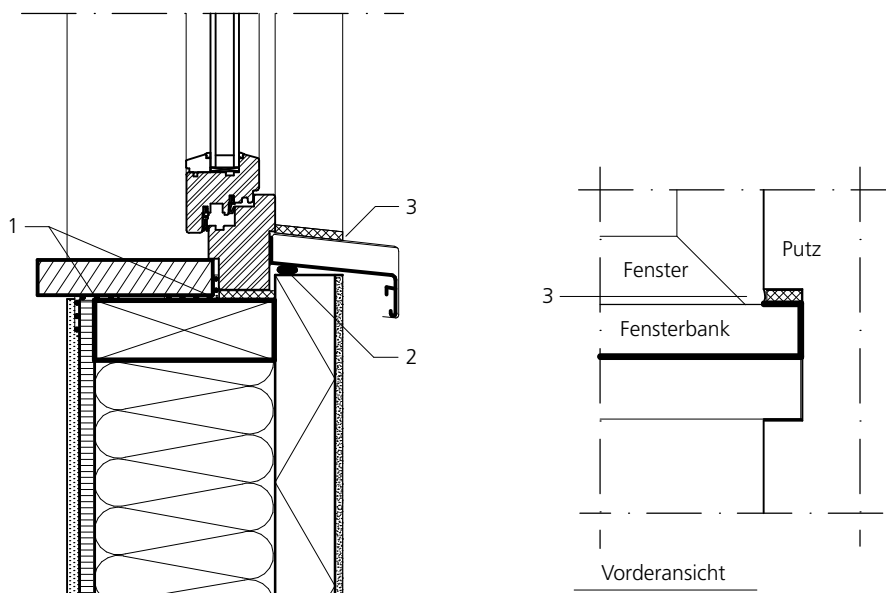
8.10.4 _ FA-4 / Seitlicher Fensteranschluss an Außenwand FE-1 / AW-2 – Horizontalschnitt



Nr. Hinweis

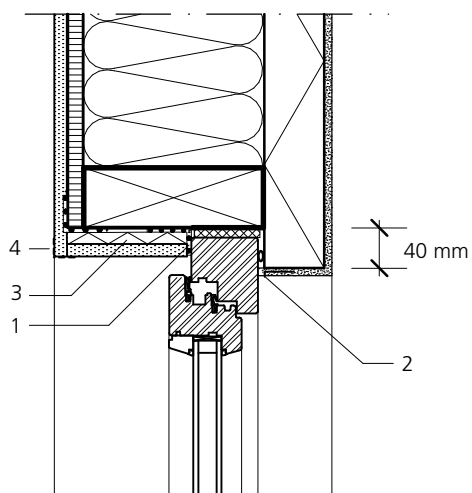
- | | |
|---|--|
| 1 | Luftdichtung (Eckklebeband) angeklebt |
| 2 | Wind- und Schlagregendichtung mit vorkomprimiertem Dichtungsband und Abschlussprofil |
| 3 | Fensterbank mit Endkappe für WDV-System,
Anschlussfuge mit vorkomprimiertem Dichtungsband abdichten |
| 4 | Leibungsaufdopplung mit Holzfaserplatte |
| 5 | Eckschutzschiene |

8.10.5 _ FA-5 / Unterer Fensteranschluss an Außenwand FE-1 / AW-2 – Vertikalschnitt



Nr. Hinweis

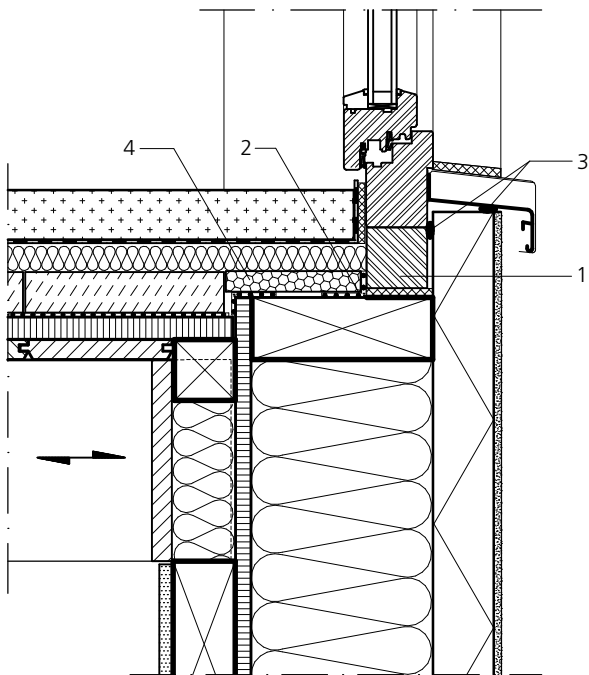
-
- | | |
|-------|--|
| 1 | Luftdichtung (Eckklebeband) angeklebt |
| <hr/> | |
| 2 | Winddichtung mit vorkomprimiertem Dichtungsband |
| <hr/> | |
| 3 | Fensterbank mit Endkappe für WDV-System,
Anschlussfuge mit vorkomprimiertem Dichtungsband abdichten |
-

8.10.6 _ FA-6 / Oberer Fensteranschluss an Außenwand FE-1 / AW-2 – Vertikalschnitt**Nr. Hinweis**

- | | |
|---|--|
| 1 | Luftdichtung (Eckklebeband) angeklebt |
| 2 | Wind- und Schlagregendichtung mit vorkomprimiertem Dichtungsband und Abschlussprofil |
| 3 | Leibungsaufdopplung mit Holzfaserverplatte |
| 4 | Eckschutzschiene |

8.11 _ Türanschluss

8.11.1 _ Tür-1 / Unterer Fenstertüranschluss an Außenwand FE-1 / AW-2 – Vertikalschnitt

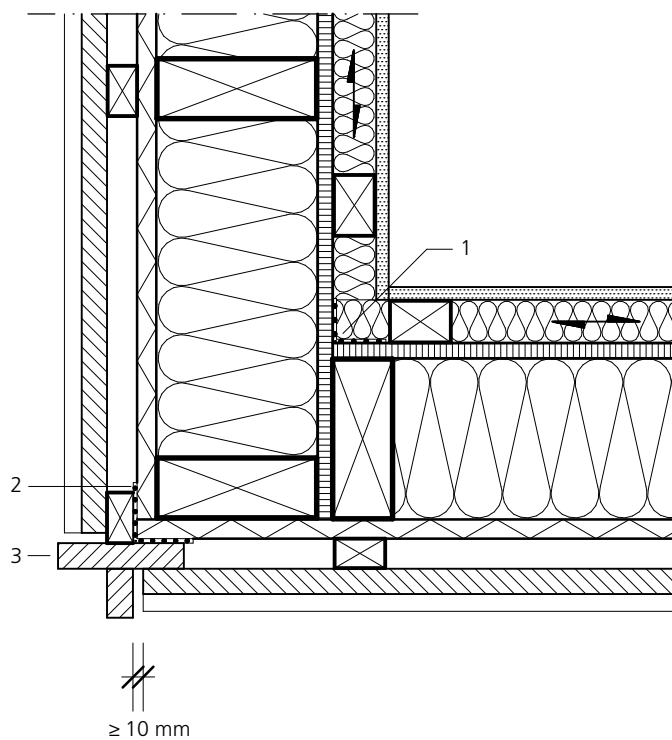


Nr. Hinweis

-
- | | |
|---|---|
| 1 | Fensterrahmenaufdopplung zur Gewährleistung des Estricheinstands |
| 2 | Luftdichtung (Eckklebeband) angeklebt |
| 3 | Winddichtung mit vorkomprimiertem Dichtungsband |
| 4 | Höhenausgleich mit druckfester Dämmplatte, z.B. extrudierter Hartschaum (XPS) |
-

8.12 _ Eckanschluss

8.12.1 _ ECK-1/ Außenecke mit hinterlüfteter Fassade (Stülpschalung) und Installationsebene AW-1/AW-1 – Horizontalschnitt



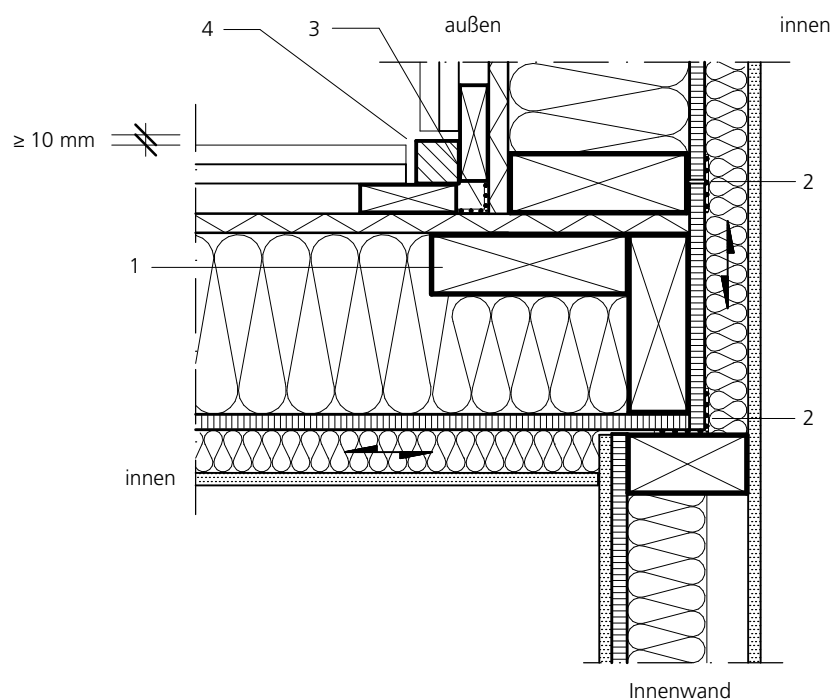
Nr.	Hinweis
-----	---------

1	luftdichte Abklebung
---	----------------------

2	winddichte Abklebung der hydrophobierten MDF-Platten
---	--

3	Eckprofil deckt das Hirnholz der Stülpschalung ab
---	---

**8.12.2 _ ECK-2 / Innenecke mit hinterlüfteter Fassade und Installationsebene AW-1 / AW-1 –
 Horizontalschnitt**



Nr. Hinweis

- | | |
|---|---|
| 1 | Zusatzholz zur Befestigung der Fassadenkonstruktion |
| 2 | Plattenfugen luftdicht abgeklebt |
| 3 | hydrophobierte MDF-Platten winddicht abgeklebt |
| 4 | quadratische Holzleiste als Eckabschlussprofil |

9_ Bauprodukte

9.1 _ Mechanische Baustoffeigenschaften

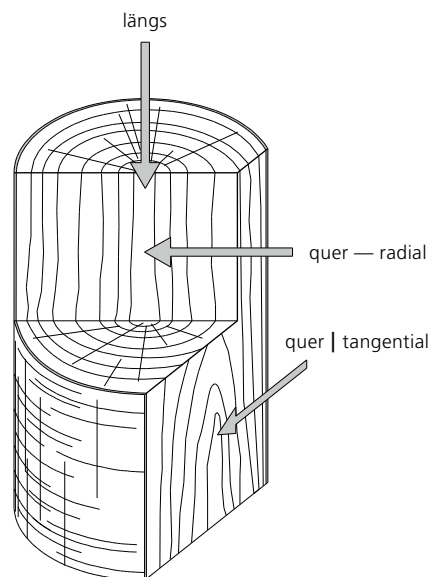
Allgemeines

Holz ist ein natürlicher Rohstoff, der sich von anderen Baustoffen in vielerlei Hinsicht unterscheidet. Aufgrund seiner Struktur ergeben sich unterschiedliche Eigenschaften in Längsrichtung (parallel zur Faser) und in Querrichtung (radial und tangential zur Faser), die sogenannte Anisotropie des Holzes (siehe Abb. 9.01).

Alle mechanischen Baustoffeigenschaften stehen in engem Zusammenhang mit der Rohdichte des Holzes. Darüber hinaus sind die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften vom Feuchtegehalt (Holzfeuchte) und der Lasteinwirkungsdauer abhängig (siehe Kapitel 4.2 und 4.3).

Abb. 9.01

Anisotropie des Holzes



Elasto-mechanische Eigenschaften

Da die mechanischen Eigenschaften des gewachsenen Holzes stark streuen, ist eine Sortierung anhand der Wuchseigenschaften erforderlich. Vollholz aus Nadel- und Laubholz sowie Brett-schichtholz wird in Festigkeitsklassen eingeteilt. Die Bemessungsfestigkeiten und die Elastizitäts- und Schubmoduln sind in Abhängigkeit von Holzart, Festigkeitsklasse und Kraft-Faser-Winkel in DIN 1052, Anhang F angegeben. Für tragende Bauteile im Holzrahmenbau wird überwiegend die Festigkeitsklasse

- C24 für Nadelvollholz (bisher S 10) bzw.
- GL24h für Brett-schichtholz (bisher BS 11) verwendet.

Vergütung von Holz

Unvermeidbare Wuchsfehler wie Äste, Risse, Drehwuchs etc. reduzieren die sehr hohen Festigkeiten der ungestörten Faserbereiche des Holzes deutlich. Die Zerkleinerung des Ausgangsmaterials Holz durch Sägen, Hobeln oder Zerspänen in Lamellen, Streifen oder Späne und das anschließende Zusammenfügen führt zu einer Homogenisierung der Eigenschaften. Durch die gezielte Anordnung der Furnier-/Brettlagen oder die Ausrichtung der Späne kann die Beanspruchbarkeit von Holzwerkstoffen in einer bestimmten Richtung beeinflusst werden.

Holzwerkstoffe, die aus Furnieren oder Brettern hergestellt werden, weisen in der Regel höhere Festigkeiten als Massivholz auf. Demgegenüber

haben die meisten aus Fasern und Spänen hergestellten Holzwerkstoffe in der Regel geringere Festigkeiten.

Feuchteverhalten (Hygroskopizität)

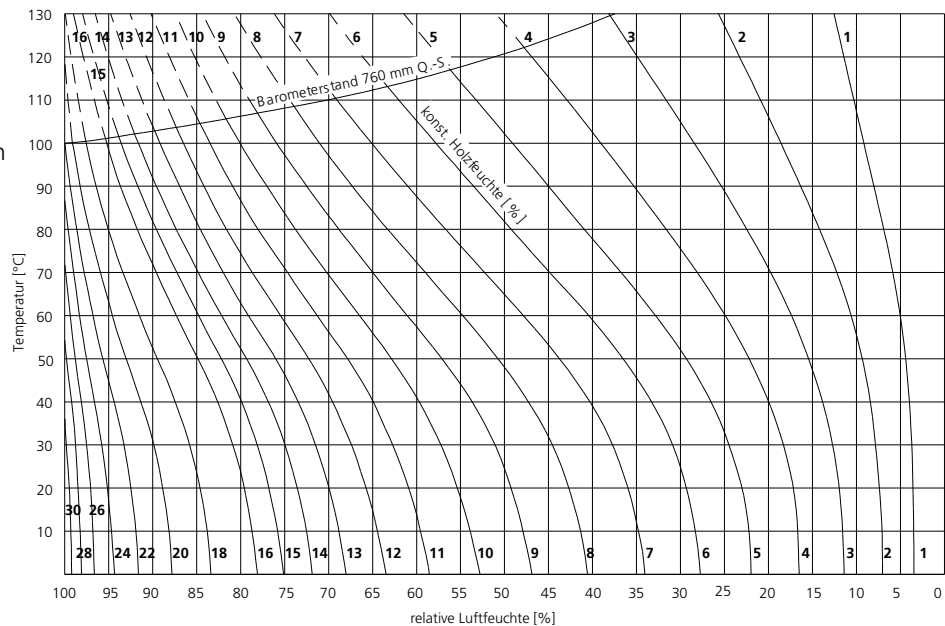
Aufgrund seiner Porigkeit kann Holz Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben. Die Holzfeuchte hängt vom umgebenden Klima ab und beeinflusst alle physikalischen Eigenschaften. Holz quillt und schwindet bei Feuchteänderungen unterhalb der Fasersättigung (Holzfeuchte bei Nadelvollholz ca. 30–35%), dem Bereich, bei dem die Zellwände wassergesättigt sind.

Holzbauteile verwendet man daher idealerweise mit der Ausgleichsfeuchte (siehe Abb. 9.02), die sich im eingebauten Zustand während der Nutzung einstellt. Dies ist die Holzfeuchte, die mit dem Umgebungsklima (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) der Nutzungsphase im Gleichgewicht steht. In geschlossenen und beheizten Räumen ist von den in (Tabelle 9.1) angegebenen Holzfeuchten auszugehen.

Tabelle 9.1
 Mittlere Holzfeuchten in Abhängigkeit von der Einbausituation bei normalen Klimabedingungen im Wohngebäude

Temperatur T = 20° C rel. Luftfeuchte ≤ 70%	Holzfeuchte im Bauteil
Innenbauteile	9 ± 3 %
Außenwände	12 ± 3 %
Einbaufeuchte	15 ± 3 %

Abb. 9.02
 Hygroskopische Isothermen (Ausgleichsfeuchte) in Abhängigkeit von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte



Schwinden und Quellen

Die infolge von Holzfeuchteänderungen auftretenden Formänderungen des Holzes sind das Schwinden (bei Trocknung) und das Quellen (bei Aufwechtung). Die mit dem Schwindprozess verbundene reduzierte Dimensionsstabilität der Bauteile kann zu Riss- und Fugenbildung in und an den Bauteilen führen (Abb. 9.03). Für den Holzhausbau sind daher nach DIN 18 334 (VOB/C – Zimmerer- und Holzbauarbeiten) zwingend trockene Hölzer mit nicht mehr als 18% Holzfeuchte zu verwenden. Für den Holzrahmenbau ist daher grundsätzlich trockenes Holz mit einer mittleren Feuchte von $15 \pm 3\%$ zu verwenden.

Auch die Einschnittart (Abb. 9.04) hat zusammen mit der Art der Trocknung Einfluss auf die Rissbildung, Krümmung und Verdrehung beim Trocknen. Bei einstielligem Einschnitt – Markröhre bleibt komplett im Querschnitt enthalten – besteht aufgrund von Trocknungsspannungen eine hohe Rissgefahr. Daher ist der herzgetrennte zwei- oder mehrstiellige Einschnitt vorzuziehen. Zur weiteren Reduzierung der Rissgefahr kann zusätzlich eine Herzbohle mit der häufig rissauslösenden Markröhre herausgeschnitten werden (herzfreier Einschnitt). Diese Einschnittart ist insbesondere für sichtbare Konstruktionen geeignet.

Abb. 9.03
Formänderung in Abhängigkeit vom Jahrringverlauf infolge Schwinden

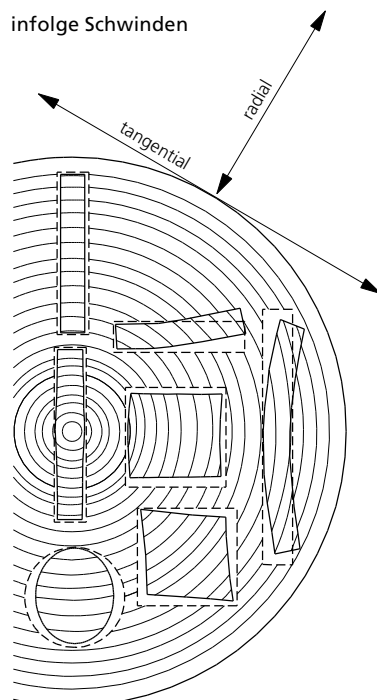
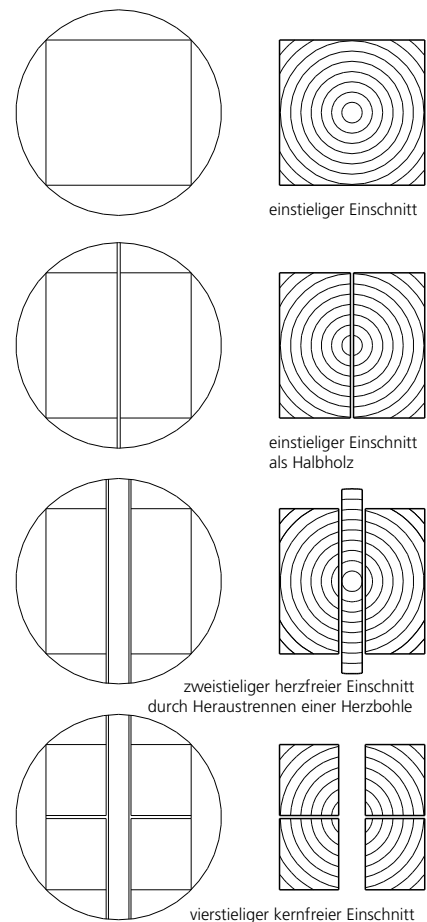


Abb. 9.04
Einschnittarten



Gegenüber massivem Holz (Vollholz, Brettschichtholz) ist das Quellen und Schwinden von Holzwerkstoffen in der Regel deutlich geringer. Besonders effektiv ist das sogenannte „Absperren“ durch kreuzweise Anordnung der Furnier- bzw. Brettlagen (siehe IDH spezial Sperrholz), so dass Längen- bzw. Breitenänderungen in der Plattenebene minimiert werden. Typische Produkte sind Furnier- oder Mehrschichtplatten sowie Brettsperrholz.

9.2 _ Vollholzprodukte

Bauholz aus Nadelholz wie Fichte, Kiefer, Lärche oder Douglasie ist ein leistungsfähiges Material und Grundlage für den Erfolg des Holzrahmenbaus. Als Baustoff mit einer verhältnismäßig geringen Rohdichte hat Bauholz hervorragende Festigkeits- und Verarbeitungseigenschaften.

Die nachfolgend aufgeführten Vollholzprodukte (siehe hh 4/2/3)

- Konstruktionsvollholz (9.2.1),
- Brettschichtholz (9.2.2),
- Balkenschichtholz (9.2.3)

sind als normal entflammbar in die Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 bzw. D-s2, d0 nach DIN EN 13 501-1 klassifiziert und mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet. In naher Zukunft werden CE-gekennzeichnete Produkte verfügbar sein.

> IDH spezial Sperrholz
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
spezial
„Sperrholz – Produkte und Einsatzgebiete, ökonomische und ökologische Bedeutung“ [41]

> hh 4/2/3
INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 4, Teil 2, Folge 3
„Konstruktive Vollholzprodukte“ [26]

¹ KVH® = eingetragenes Warenzeichen der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. www.kvh.de

² MH®-Massivholz = eingetragenes Warenzeichen der Herstellergemeinschaft MH-MassivHolz e.V. www.mh-massivholz.de

9.2.1 _ Konstruktionsvollholz (KVH¹, MH²)

Für das Holzrahmenbausystem ist trockenes, nach der Festigkeit sortiertes Vollholz aus Nadelschnittholz (Bauschnittholz) zu verwenden. Rechteckquerschnitte aus Vollholz werden in Dach-, Decken- und Wandbauteilen als Sparren, Pfetten, Stützen, Deckenbalken, Wandständer, Schwellen, Rähm etc. eingesetzt. Für die Bemessung nach DIN 1052:2004-08 sind die charakteristischen Kennwerte für Nadelhölzer im Anhang F zur Norm, Tabelle F.5, angegeben.

Nach VOB/C ATV DIN 18 334 werden für den Holzhausbau gegenüber DIN 4074 verschärfte Anforderungen an das festigkeitssortierte

Abb. 9.05

Konstruktionsvollholz



Bauschnittholz gestellt. Diese sind neben anderen die Begrenzung der Holzfeuchte auf max. 18 %, die Maßhaltigkeit des Querschnitts auf ± 1 mm sowie ein mindestens herztrennter Einschnitt. Diese Anforderungen erfüllen Sortimente wie beispielsweise Konstruktionsvollholz oder Massivholz.

Diese Produkte sind veredelte Nadelschnitthölzer mit Vorzugsmaßen und unterliegen gegenüber der Sortierung nach DIN 4074 zusätzlichen und zum Teil erhöhten Qualitätskriterien. Durch gezielte Wahl der Einschnittart und die technische Trocknung der Querschnitte (Holzfeuchte $15 \pm 3\%$) wird die Rissbildung minimiert und eine hohe Formstabilität erreicht. Man verwendet fast ausschließlich Hölzer der Festigkeitsklasse C 24.

Durch Hobeln und Fasen entstehen hochwertige Oberflächen, die auch für sichtbare Konstruktionen geeignet sind. Technisch getrocknete Vollholzquerschnitte werden üblicherweise in Breiten bis 140 mm und Höhen bis 240 mm angeboten (Tabelle 9.2 und Tabelle 9.3).

Durch Keilzinkenverbindungen lassen sich Querschnitte beliebiger Länge herstellen. Nicht keilgezinkte Vollhölzer werden in Längen bis zu 5 m geliefert, für keilgezinkte sind Lieferlängen bis zu 14 m üblich. Bei keilgezinkten Hölzern ist das Ü-Zeichen um den Klebebetrieb zu ergänzen.

Soll auf eine Keilzinkung verzichtet werden, ist dies bei Konstruktionsvollholz gesondert zu vereinbaren. Massivholz ist grundsätzlich nicht keilgezinkt.

Tabelle 9.2 Vorzugsquerschnitte am Beispiel von KVH-Konstruktionsvollholz

Breite (mm)	Höhe (mm)						
	100	120	140	160	180	200	240
60	•	•		•	•	•	•
80		•	•	•	•	•	•
100	•			•	•	•	•
120		•		•		•	•
140			•				•

Für die Maßhaltigkeit gilt DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2:

Sollmaß ± 1 mm für Dicken und Breiten ≤ 100 mm bzw. $\pm 1,5$ mm für Dicken und Breiten > 100 mm.

Tabelle 9.3 Vorzugsquerschnitte am Beispiel von MH-Massivholz

Breite (mm)	Höhe (mm)						
	100	120	140	160	180	200	240
60	•	•	•	•	•	•	•
80		•	•	•	•	•	•
100	•			•	•	•	•
120		•		•		•	•

Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt für die Maßhaltigkeit DIN EN 336, Maßtoleranzklasse 2:

Sollmaß ± 1 mm für Dicken und Breiten ≤ 100 mm bzw. $\pm 1,5$ mm für Dicken und Breiten > 100 mm.

9.2.2 _ Brettschichtholz (BS-Holz)

Brettschichtholz, kurz BS-Holz, eignet sich in besonderem Maße für weit gespannte und/ oder hochbelastete Bauteile, die häufig durch weitgehend stützungsfreie Grundrissgestaltung zusätzliche Anforderungen an Erscheinungsbild, Formstabilität oder Flexibilität erfüllen müssen.

Die technisch getrockneten und nach Tragfähigkeit sortierten Bretter aus Nadelholz (üblicherweise Fichte) werden durch Keilzinkung zu beliebig langen Lamellen verbunden. Diese werden gehobelt, mit Klebstoff beaufschlagt, aufeinander geschichtet und verpresst, so dass ein homogenisierter und somit vergüteter Werkstoff entsteht. Herstellungsbedingt beträgt die Holzfeuchte von BS-Holz bei Lieferung maximal 15%.

Durch den lamellenweisen Aufbau von BS-Holz lassen sich auf einfache Weise Bauteile mit veränderlichem Querschnitt und/oder einfacher Krümmung, z.B. gebogene Binder für Tonnendächer, herstellen. Sie haben einen wesentlichen Kostenvorteil gegenüber Stahlbauprofilen. Man unterscheidet in BS-Holz mit homogenem und mit kombiniertem Schichtaufbau. Letzteres

kommt überwiegend bei „Ingenieurbauwerken“ mit speziellem Anforderungsprofil zum Einsatz.

BS-Holz wird in vier Festigkeitsklassen hergestellt:

- GL 24h, GL 28h, GL 32h, GL 36h als homogenes BS-Holz nach DIN 1052:2004
- GL 24c, GL 28c, GL 32c, GL 36c als kombiniertes BS-Holz nach DIN 1052:2004

Für alle Festigkeitsklassen wird BS-Holz in den Oberflächenqualitäten

- Industriequalität,
- Sichtqualität und
- Auslesequalität

hergestellt. Dabei entspricht BS-Holz in Sichtqualität den Anforderungen der VOB ATV DIN 18 334; Industrie- und Auslesequalität sind gesondert zu vereinbaren.

BS-Holz-Querschnitte werden als standardisierte Stangenware üblicherweise in Breiten bis 180 mm und Höhen bis 400 mm angeboten (siehe Tabelle 9.4). Weiterführende Hinweise zu BS-Holz stellt die Studiengemeinschaft Holzleimbau zur Verfügung. Siehe www.brettschichtholz.de bzw. [42].

Abb. 9.06
Brettschichtholz



Tabelle 9.4 Vorzugsquerschnitte am Beispiel von BS-Holz

Breite (mm)	Höhe (mm)									
	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400
60		•		•						
80	•	•		•	•					
100		•		•	•					
120		•		•	•	•	•	•		
140			•	•	•	•	•	•	•	
160				•	•	•	•	•	•	•
180					•			•	•	•

Abb. 9.07

Duo-/Trio-Balken

9.2.3 _ Balkenschichtholz

Balkenschichtholz (Duo- und Triobalken) ist ein zugelassenes Bauprodukt, das im Innenbereich oder außen unter Dach (Nutzungsklasse 1 und 2, siehe Kap. 4.2) eingesetzt wird. Es besteht aus zwei oder drei technisch getrockneten und flachseitig miteinander verklebten Bohlen oder Kanthölzern. Duo-/Trio-Balken sind üblicherweise gehobelt und gefast und erfüllen daher auch

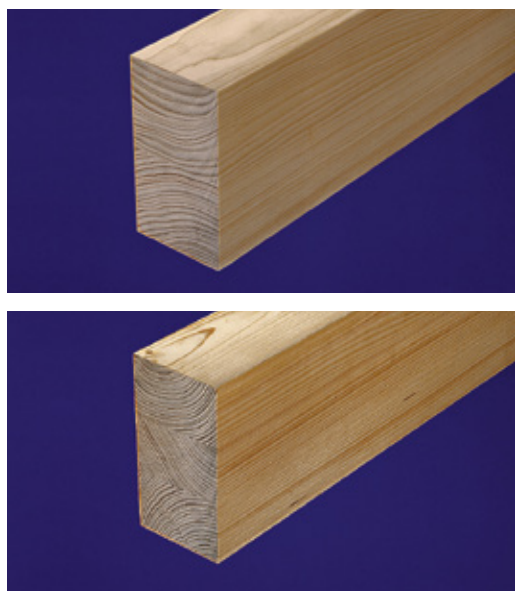


Tabelle 9.5 Vorzugsquerschnitte am Beispiel von Duo/Trio-Balken

Breite (mm)	Höhe (mm)						
	100	120	140	160	180	200	240
80				•	•	•	
100	•			•	•	•	•
120		•		•		•	•
140			•			•	•
160				•		•	•

hohe Anforderungen an die Oberflächenqualität. Sie können mit stehenden oder liegenden Lamellen eingebaut werden und eignen sich aufgrund ihrer guten Formstabilität für den sichtbaren Bereich.

Für die Bemessung der Duo-/Trio-Balken sind die in der Zulassung genannten Kennwerte zu verwenden. Dabei entsprechen Duo-/Triobalken üblicherweise der Festigkeitsklasse C24; auf Anfrage sind auch höherwertige Balken erhältlich (C 30). Gegenüber Konstruktionsvollholz dürfen geringfügig höhere E-Moduln angesetzt werden.

Bei Breiten bis 160 mm und Höhen bis 240 mm (Tabelle 9.5) ergänzen sie das Spektrum der Vollholzprodukte.

9.3 _ Beplankungen aus plattenförmigen Holzwerkstoffen

Plattenförmige Holzwerkstoffe werden im Holzhausbau hauptsächlich zur Herstellung von Dach-, Wand- und Deckenscheiben verwendet. Sie finden auch in Sonderbauteilen, beispielsweise bei Doppel-T-Trägern oder Kastenträgern, Anwendung.

Durch die Homogenisierung der Holzrohmasse wird der Werkstoff vergütet, und spezifische Eigenschaften können gezielt erreicht werden. Dabei beeinflusst die Anordnung der Holzbestandteile die Festigkeiten in einer bestimmten Richtung. Auch das Quellen und Schwinden in Plattenlängs- und -querrichtung ist in der Regel deutlich geringer als bei massivem Holz. Detaillierte Informationen zu Holzwerkstoffen sind in (hh 1/1/3) und (hh 4/4/1) enthalten.

Neue Bezeichnungen

Mit dem Eingang europäischer Normen in das nationale Regelwerk sind auch neue Begrifflichkeiten verbunden. So wurde der Begriff der „Technischen Klasse“ eingeführt, der eine normgerechte Zuordnung von Produktleistung und Verwendungszweck erleichtern soll. Beispiel:

Technische Klassen von OSB-Platten nach DIN EN 300 sind beispielsweise OSB/2, OSB/3 und OSB/4. Sie sind den entsprechenden Anwendungsbereichen zugeordnet. Eine Übersicht über die Anwendungsbereiche sowie eine Erläuterung der Nutzungsklassen ist in den Tabellen 9.6 und 9.7 sowie in (IDH spezial Holzwerkstoffe) gegeben.

> hh 1/1/3 [35]
 INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 holzbau handbuch
 Reihe 1, Teil 1, Folge 3
 „Bauen mit Holzwerkstoffen“
 [43]

> hh 4/4/1
 INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 holzbau handbuch
 Reihe 4, Teil 4, Folge 1
 „Konstruktive Holzwerkstoffe“
 [44]

Tabelle 9.6

Technische Klassen von Holzwerkstoffen nach DIN EN 13 986 und Zuordnung zu Anwendungsbereichen

Holzwerkstoff nach DIN EN 13 986	Technische Klasse	Anwendungsbereich		
		trocken (NKL 1)	feucht (NKL 2)	außen (NKL 3)
OSB-Platten	OSB/2 (tragend)	•		
	OSB/3 (tragend)	•	•	
	OSB/4 (hochbelastbar)	•	•	
MDF-Platten	MDF. LA	•		
	MDF. HLS	•	•	
Kunstharzgebundene Spanplatten	P4 (tragende Zwecke)	•		
	P5 (tragende Zwecke)	•		
	P6 (hochbelastbar)	•	•	
	P7 (hochbelastbar)	•	•	
Sperrholzplatten	EN 636-1	•		
	EN 636-2	•	•	
	EN 636-3	•	•	•
Massivholzplatten (3- und 5-S-Platten)	SWP/1	•		
	SWP/2	•	•	
	SWP/3	•	•	•
Zementgebundene Spanplatten	Klasse 1	•	•	• ¹⁾
	Klasse 2	•	•	• ¹⁾

> IDH spezial 10/2006
 INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
 spezial
 „Die europäische Normung
 von Holzwerkstoffen für das
 Bauwesen“ [45]

¹⁾ Die Anwendung in NKL 3 ist in DIN 1052 nicht aufgeführt. Die Verwendbarkeit muss anderweitig baurechtlich geregelt sein, z.B. abP.

Tabelle 9.7 Nutzungsklassen nach DIN 1052 und Zuordnung zu Anwendungsbereichen

Nutzungsklasse (NKL) Anwendungsbereich	Holzausgleichsfeuchte u_m		Anwendungsbeispiele
	Umgebungs-klima	im Gebrauchszustand	
NKL 1 Trockenbereich	T = 20° C φ = 65%	bis ca. 12% (5 bis 15%)	allseitig geschlossene und beheizte Bauwerke
NKL 2 Feuchtebereich	T = 20° C φ = 85%	bis ca. 20% (10 bis 20%)	überdachte, offene Bauwerke
NKL 3 Außenbereich	Klimabedingungen, die zu höheren Holzfeuchten als NKL 2 führen	mehr als 20% möglich (12 bis 24%)	allseitig geschlossene und beheizte Bauwerke

Ein Pendant zu den mit Holzschutzmitteln imprägnierten „100 G-Platten“ ist in der europäischen Normung nicht vorgesehen. „Imprägnierte“ Holzwerkstoffe bedürfen daher einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, sie werden für den Holzrahmenbau jedoch nicht benötigt.

Für die Bemessung sind die Rechenwerte der charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte der harmonisierten europäischen Produktnormen bzw. DIN 1052 Anhang F zu entnehmen.

Formaldehyd und Emissionsklasse

Formaldehyd zählt zu den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und ist der wohl bekannteste und am besten untersuchte Stoff in Innenräumen. Als Stoffwechselprodukt, das u.a. auch in vielen Pflanzen enthalten ist, ist Formaldehyd, wenn auch in geringen Konzentra-

tionen, in vielen Holzarten enthalten. Formaldehydfreie Holzbauteile oder Holzwerkstoffe kann es demnach nicht geben.

Das Emissionspotenzial von Holzwerkstoffen hängt stark vom Bindemitteltyp, der eingebrachten Menge und den klimatischen Bedingungen im Innenraum ab. Die ständige Verbesserung der Klebstoffrezepturen hat die Formaldehydabgabe aus den Holzwerkstoffen immer weiter vermindert. Mittlerweile gibt es auch zahlreiche formaldehydfreie Bindemittel für Holzwerkstoffe.

Der aktuell gültige Grenzwert für Formaldehyd-emissionen von 0,1 ppm ist in der [DIBt-Richtlinie 100] in der Fassung von 1994 festgelegt und wurde als verbindlich einzuhaltender Grenzwert für alle Holzwerkstoffe in die Chemikalienverbots-Verordnung übernommen. Platten, die diese Anforderung erfüllen, gehören zur Emissi-

onsklasse E1. Bei um die Hälfte niedrigeren Emissionswerten (weniger als 0,5 ppm) dürfen solche Platten das RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ (RAL-UZ 76) tragen. Dieser Wert wird auch von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als unbedenklich eingestuft.

Zur Bestätigung des geringen Formaldehydgehalts der Innenraumluft und der eingesetzten Materialien werden in fertiggestellten Häusern mindestens einmal jährlich Messungen nach der Richtlinie „Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen“ [RL Formaldehyd] durchgeführt. Die Mitglieder der Gütegemeinschaften haben sich verpflichtet, ausschließlich Platten einzusetzen, die einen Prüfkammerwert von 0,3 ppm unterschreiten.

Baustoffklassen

Die nachfolgend aufgeführten Holzwerkstoffe

- OSB-Platten,
- MDF-Platten,
- Spanplatten,
- Sperrholzplatten,
- Massivholzplatten

sind als normal entflammbar in die Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 bzw. D-s2, d0 nach DIN EN 13 501-1 klassifiziert.

9.3.1_ OSB-Platten

(OSB/2, OSB/3 und OSB/4)

OSB-Flachpressplatten, kurz OSB-Platten, sind Grobspanplatten mit vorzugsweise parallel zur Deckschicht liegenden Langspänen definierter Abmessung. Aufgrund der lagenweise unterschiedlich ausgerichteten Späne weisen sie in Längs- und Querrichtung unterschiedliche Eigenschaften auf.

Platten der Qualitäten OSB/2 (nur für den Trockenbereich), OSB/3 und OSB/4 (für den Trocken- und Feuchtbereich) sind in DIN EN 300 geregelt. Da die meisten Produkte bessere Festigkeitseigenschaften besitzen, haben diese eine entsprechende Zulassung (abZ).

Platten des Typs OSB/2, OSB/3 und OSB/4 werden hauptsächlich als tragende und aussteifende Beplankung für Dächer, Decken, Böden und Wände in Holzbauweise verwendet. Sie dürfen in den Bereichen der Nutzungsklassen 1 und 2 eingesetzt werden.

Die Anwendung von OSB-Platten im Außenbereich bzw. in Nutzungsklasse 3 ist nicht zulässig. Für bewitterte Bereiche (Fassadenbekleidung) sind OSB-Platten wegen der empfindlichen Kanten (auch mit Deckleisten) nicht geeignet.

Da die Lieferfeuchte relativ gering ist (ca. 9%), sollte die Klimatisierungszeit (richtige Lagerung auf der Baustelle) beachtet werden. Darüber hinaus werden OSB-Platten auch für Trockenestriche und im Innenausbau eingesetzt. Nach DIN EN 300 hergestellte Platten sind mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet, solche mit einer abZ mit dem Ü-Zeichen.

Abb. 9.08
OSB-Platten



9.3.2_ Hydrophobierte MDF-Platten (MDF.LA, MDF.HLS)

Mittelharte bzw. mitteldichte Holzfaserplatten werden im Trockenverfahren durch das Verpressen von verholzten Fasern unter Zugabe eines Klebstoffes hergestellt. Der Klebstoff, überwiegend Paraffin, stellt gleichzeitig die wasserabweisende (hydrophobierende) Eigenschaft der Platte sicher. Hydrophobierte MDF-Platten eignen sich aufgrund ihrer niedrigen Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ) insbesondere als

Abb. 9.09 (links)
MDF-Platte

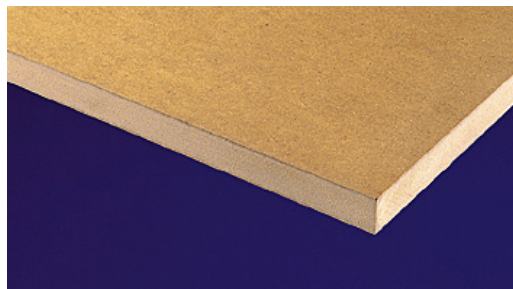


Abb. 9.10 (rechts)
Spanplatte



diffusionsoffene Beplankung von Dach- und Wandbauteilen auf der Außenseite und erfüllen die Funktion der zweiten wasserabführenden Schicht oder des regensicheren Unterdaches. Sie sind als mittragende Beplankung zur Aufnahme von Windlasten und zur Knickaussteifung von Holzrippen geeignet.

Der Anwendung ist beschränkt auf den „Trocken- und Feuchtbereich“. Nach den europäischen DIN-EN-Normen gelten die technischen Klassen MDF.LA für Nutzungsklasse 1 und MDF.HLS für Nutzungsklasse 1 und 2. Nach DIN EN 622-5 hergestellte Platten sind mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet, solche nach abZ mit dem Ü-Zeichen. Als brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nach DIN 4102-4 sind diese Holzwerkstoffplatten erst dann einzusetzen, wenn die Rohdichte mindestens 600 kg/m^3 beträgt.

9.3.3 _ Spanplatten (P4 bis P7)

Spanplatten werden fast ausschließlich als Flachpressplatten nach DIN EN 312 in Verbindung mit DIN V 20 000-1 sowie abZ hergestellt und finden seit langem, insbesondere in der industriellen Holzhausbauweise, als tragende und aussteifende Beplankung von Dach-, Decken- und Wandbauteilen Verwendung. Sie weisen einen dreischichtigen Aufbau auf, wobei die Deckschichten feiner und dichter ausgeprägt sind als die Mittellage.

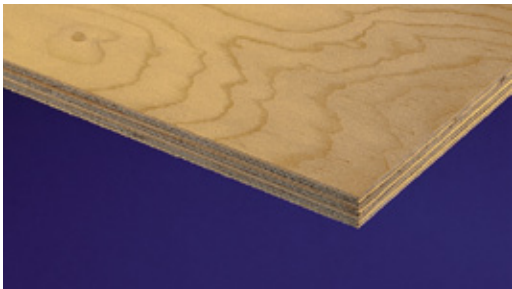
In Abhängigkeit von der Klebstoffart durften auf der Basis nationaler Normen hergestellte Spanplatten bisher dort eingesetzt werden, wo die Verwendung der Holzwerkstoffklassen 20 und 100 nach DIN 68 800-2 erlaubt war. Mit Holzschutzmitteln behandelte Spanplatten (früher: Holzwerkstoffklasse 100G) dürfen nur mit einem abZ verwendet werden und sind für den diffusionsoffenen Holzrahmenbau nicht erforderlich.

Auf der Basis von DIN EN 312 wird nun in die Plattentypen P4 bis P7 unterschieden. Dabei entspricht P4 in etwa dem Typ V20 und P5 dem Typ V100. Die Plattentypen P6 und P7 sind als hochbelastbar klassifiziert und dürfen im Trockenbereich (P6) bzw. im Feuchtbereich (P7) eingesetzt werden.

Flachpressplatten sind als normal entflammbar klassifiziert und weisen in der Regel die für den Brandschutz erforderliche Mindestrohichte von 600 kg/m^3 auf. Nach DIN EN 312 hergestellte Platten sind mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet, solche mit einer abZ mit dem Ü-Zeichen.

9.3.4 _ Sperrholzplatten

Sperrholz entsteht durch kreuzweises Anordnen und Verkleben von ca. 3 mm dicken Schäl furnieren aus Nadel- oder Laubholz, die symmetrisch zur Mittelachse angeordnet sind. Als Konstruktionsmaterial im Baubereich werden meist Bau-Furniersperrhölzer der technischen Klasse EN 636-1 (früher BFU 20) für den Trockenbereich, EN 636-2 (früher BFU 100) für den Feuchtbereich und – äußerst selten – EN 636-3 für den Außenbereich verwendet.



Als Klebstoff für wetterbeständige Verleimungen werden überwiegend Phenol- und Resorcinleimharze mit roter bis brauner Farbe eingesetzt; mit Harnstoff modifizierte Melaminleimharze sind von heller Farbe.

Bau-Furniersperrhölzer werden als tragende und aussteifende Beplankung bei Dach-, Decken- und Wandbauteilen oder zur Verstärkung von Durchbrüchen und Ausklinkungen bei Brett-schichtholzträgern eingesetzt. Als Fassadenwerkstoff sind Bau-Furniersperrhölzer nicht geeignet.

Nach DIN EN 636 hergestelltes Sperrholz ist mit dem CE-Zeichen dauerhaft zu kennzeichnen (Stempelaufdruck). Mit Additiven versehene Sperrhölzer zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften, z.B. Brandschutz, sind eine abZ und das Ü-Zeichen zur Kennzeichnung erforderlich.

9.3.5 _ Massivholz- oder Mehrschichtplatten (SWP/1, SWP/2 und SWP/3)

Massivholz- oder Mehrschichtplatten bestehen aus drei oder fünf orthogonal verleimten Brett-lagen aus Nadelholz. Die Anzahl der miteinander verklebten Schichten ist immer ungerade. Da sich über die Brettstärke der einzelnen Lagen die Verhältnisse der elastomechanischen Eigenschaften steuern lassen, können bei gleicher Gesamtdicke gezielt herbeigeführte unterschiedliche Eigenschaften in Plattenrichtung vorliegen.

Die Platten werden für vorelementierte Wand-, Dach- und Deckentafeln als aussteifende und gleichzeitig sichtbare Beplankung verwendet. Gegenüber den üblichen Beplankungen ergeben sich hochleistungsfähige Bauteilprodukte, wenn die Platten mit den Holzbalken verleimt werden und so beispielsweise als Rippendecke wirken. Je nach Zulassung können sie auch für die meisten dem Bau-Furniersperrholz zugewiesenen Anwendungsbereiche verwendet werden. Da bei diesen Platten auch spezielle Deckfurniere für gestalterische Ansprüche aufgeklebt werden können (Laubholz-furniere aus Buche, Ahorn etc.), handelt es sich um einen Werkstoff, mit dem ein „Rohbau“-Element bereits Fertigoberflächen enthalten kann. Er muss jedoch über die restliche Bauzeit gut geschützt werden.

In Abhängigkeit von der Klebstoffart dürfen Mehrschichtplatten in den Anwendungsbereichen „Trocken“, „Feucht“ und „Außen“ eingesetzt werden. Die zugehörigen technischen Klassen sind mit SWP/1, SWP/2 und SWP/3 angegeben. Mehrschichtplatten werden auch häufig als Fassadenplatte verwendet (siehe hh 1/10/4). Nach DIN EN 13 353 hergestellte Mehrschichtplatten sind mit dem CE-Zeichen oder als Bauprodukt mit einer abZ mit einem Ü-Zeichen gekennzeichnet.



Abb. 9.11 (links)
Sperrholzplatte

Abb. 9.12 (oben)
Massivholzplatte

> hh 1/10/4

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 1, Teil 10, Folge 4
„Außenbekleidungen mit
Holzwerkstoffplatten“ [13]

9.4 _ Anorganische Bauprodukte

Für den Holzhausbau sind anorganische Bauprodukte wie Gipskarton-Bauplatten und Gipsfaserplatten unverzichtbarer Bestandteil einer trockenen Bauweise. Sie sind nicht nur Putzersatz der Wand- und Deckenflächen, sondern leisten häufig auch wesentliche Beiträge zum Brand-, Schall- und Feuchteschutz. Sie können zu tragenden und/oder aussteifenden Zwecken herangezogen werden.

9.4.1 _ Gipskartonplatten (GK, GKB)

Gipskartonplatten sind Bauplatten, die aus einem Gipskern bestehen und mit einem dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt sind. Weil sie im Holzbau häufig verwendet werden, ist der Anwendungsbereich der nach DIN EN 520 mit DIN 18 180 hergestellten Gipsbauplatten in der Bemessungsnorm für den Holzbau DIN 1052:2004-08 mitgeregelt, obwohl es sich nicht um einen Holzwerkstoff handelt.

Gipskartonplatten dürfen unter Berücksichtigung

besonderer Regeln (abZ) als aussteifende Beplankung von Decken und Dächern in Holzbauweise verwendet werden. Gipskartonplatten sind mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet.

Je nach Verwendungszweck sind Gipskartonplatten in unterschiedlichen Anwendungstypen erhältlich. Dazu werden dem kartonummantelten Gipskern Zusätze beigemischt, mit denen sich bestimmte Eigenschaften erzielen lassen.



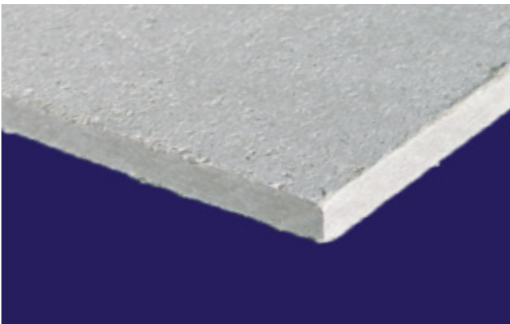
Abb. 9.13
Gipskartonplatte

Tabelle 9.9 Anwendungsbereiche und Kennzeichnung von Gipskartonplatten

Plattenart	Kurzzeichen	Stempelfarbe (Kartonrückseite)	Kartonfarbe
Gipskartonbauplatten	GKB	blau	Sichtseite: weiß/gelblich Rückseite: grau
Gipskartonfeuerschutzplatten	GKF	rot	
Gipskartonbauplatten, imprägniert	GKBI	blau	grünlich
Gipskartonfeuerschutzplatten, imprägniert	GKFI	rot	grünlich
Gipskarton-Putzträgerplatten	GKP	blau	grau

9.4.2 _ Gipsfaserplatten (GF)

Gipsfaserplatten bestehen aus Gips, der mit Zellulose- oder anderen Fasern als gleichmäßig verteilter „Bewehrung“ durchsetzt ist. Sie werden dadurch robuster und weisen größere Festigkeiten als GK-Platten auf. Die besonderen Baustoffeigenschaften der Gipsfaserplatten werden überwiegend zur Erfüllung erhöhter Brand- und Schallschutzanforderungen genutzt. Gipsfaserplatten dürfen als aussteifende Beplankung von Decken-, Dach- und Wandbauteilen in Holzbauweise verwendet werden. Technische



Grundlage sind die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der Hersteller. Gipsfaserplatten sind mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet.

9.4.3 _ Zementgebundene Platten

Im Holzrahmenbau werden zementgebundene Platten überwiegend in Form von Holzzement- und Kalziumsilikatplatten verwendet.

Holzzementplatten sind ein eigenständiger Werkstoff nach DIN EN 13 986 und werden aus Holzspänen, Portlandzement und ggfs. weiteren Zusatzstoffen hergestellt. Durch die anteilige Zusammensetzung können die Materialeigenschaften und damit die Anwendungsbereiche bestimmt werden. Holzzementplatten sind witterungs- und frostbeständig und erreichen die

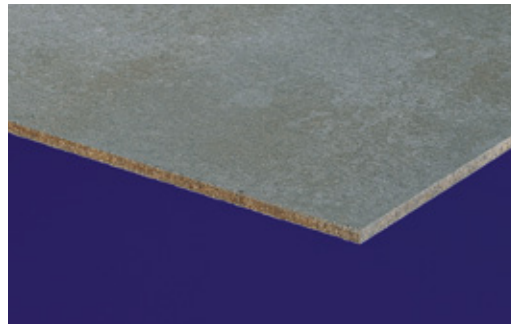


Abb. 9.14 (links)

Gipsfaserplatte

Abb. 9.15 (rechts)

Zementfaserplatte

Brandverhaltensklasse B-s1, d0 (schwer entflammbar); in veränderter Zusammensetzung auch die nicht brennbare Klasse A2-s1, d0. Die Platten dürfen als mittragende und aussteifende Beplankung von Wandtafeln verwendet werden.

Kalziumsilikatplatten werden aus porösen Kalksilikaten hergestellt, die mit Zellstoff vermischt und anschließend dampfgehärtet werden. Sie sind nicht brennbar, haben eine geringe Dichte und ermöglichen daher eine gute Wärmedämmung. Darüber hinaus können sie bis zu 90% des eigenen Raumgewichts an Feuchtigkeit puffern und schnell austrocknen, ohne dass Formänderungen auftreten. Kalziumsilikatplatten sind verrottungsfest und aufgrund des hohen pH-Wertes resistent gegen Schimmelbefall. Verwendung finden sie z.B. als Brandschutzbekleidung, Putzträgerplatte im Außenbereich oder Fassadenpaneel.

Abb. 9.16
Holzfaserdämmstoff

9.5 _ Dämmstoffe

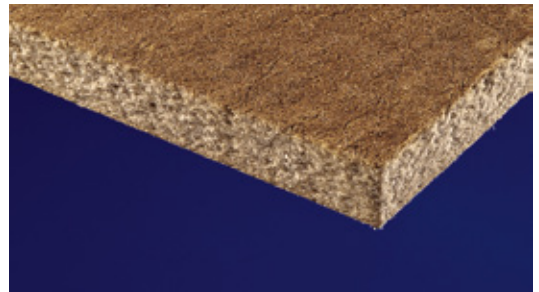
Dämmstoffe werden in die Gefache von Dach-, Decken- und Wandbauteilen eingelegt, die damit die Anforderungen an den Brand-, Schall- und vor allem den Wärmeschutz erfüllen. Im Holzrahmenbau spielen sie daher eine entscheidende Rolle für die erreichbaren Qualitäten.

Von größter Bedeutung ist die fugenfreie Verlegung der Dämmstoffe in den Gefachen der Bauteile sowie in allen Hohlräumen. Die erforderliche Fugenfreiheit wird durch die mit Übermaß zugeschnittene Bahnenware und durch die Rückstellkräfte des Materials erreicht.

Bei Hohlräumen mit Geometrien, die einen aufwändigen Zuschnitt der Bahnenware erfordern, sind einblasbare Dämmstoffe von Vorteil. „Starre“ Dämmstoffe wie Schaumglas, geschlossenzellige Schaumkunststoffe etc. sollten auf vollständig flächige Anwendungsbereiche (etwa Aufsparrendämmung) beschränkt bleiben.

9.5.1 _ Holzfaserdämmstoffe

Holzfaserdämmstoffe werden aus dem anfallenden Restholzmaterial bei der Verarbeitung von Nadelholz hergestellt und zu unterschiedlichen Dämmprodukten weiterverarbeitet.



Holzfaserdämmstoffe finden überwiegend als Dämmplatte für Auf- und Zwischensparrendämmung, als wasserabweisendes Unterdach (dann mit Latex, Paraffin oder Bitumen hydrophobiert), Trittschalldämmplatte oder als Putzträgerplatte eines Wärmedämm-Verbundsystems Verwendung (siehe hh 4/5/2).

Aufgrund ihrer höheren Masse und Wärmespeicherfähigkeit gegenüber Mineralfaserdämmstoffen eignen sich Holzfaserdämmstoffe in besonderem Maße für den sommerlichen Wärmeschutz (siehe Kapitel 5.2).

> hh 4/5/2

INFORMATIONSDIENST HOLZ

holzbau handbuch

Reihe 4, Teil 5, Folge 2

„Holzfaserdämmstoffe“ [46]

9.5.2 _ Zellulosefaserdämmstoffe

Zellulosefaserdämmstoffe zählen zu den organischen Dämmstoffen und werden überwiegend aus Altpapier hergestellt. Sie bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ).



Chemische Zusätze (meist Borsalze) ermöglichen die Einstufung in die Brennbarkeitsklasse B2 (normal entflammbar) oder B1 (schwer entflammbar) nach DIN 4102. Über Brandschutzprüfzeugnisse (abP) der Hersteller wird die Verwendbarkeit in Bauteilen mit brandschutztechnischen Anforderungen nachgewiesen. In Bauteilkatalogen der Hersteller finden sich viele Beispiele für brandschutztechnisch ausgereifte Konstruktionen.

Zellulosefaserdämmstoffe werden eingeblasen oder aufgesprüht und bieten so ebenfalls die Gewähr für eine fugenfreie, vollständige Verfüllung aller Hohlräume. Mit der Zellulosefaser sind gegenüber der Mineralfaser aufgrund der höheren Masse und besseren Wärmespeicherfähigkeit bei gleicher Dämmwirkung geringfügig bessere Werte für den Schallschutz und den sommerlichen Wärmeschutz zu verzeichnen.

Die Fähigkeit der Zellulosefasern, Feuchte zu speichern (Sorptionsfähigkeit), erhöht die feuchtechnische Robustheit von Holzrahmenbaukonstruktionen in besonderem Maße.

9.5.3 _ Mineralfaserdämmstoffe

Vorwiegend verwendet man im Holzbau Glasfaser- oder Steinfaserdämmstoffe. Die porösen Mineralfaserdämmstoffe sind weder hygroskopisch noch kapillarleitend, so dass sie im Unter-



schied zu den natürlichen Dämmstoffen kaum temporär Feuchtigkeit aufnehmen, was als ein Parameter für die Robustheit der Konstruktion gilt. Die Verarbeitung erfolgt üblicherweise in Bahnen- oder Plattenform.

Die Nichtbrennbarkeit (Baustoffklasse A) und die erreichbare hohe Schmelztemperatur ($\geq 1.000^{\circ}\text{C}$) sind besonders vorteilhaft, was den Brandschutz von Bauteilen betrifft. Mineralfaserprodukte werden nach DIN EN 13 162 hergestellt und tragen das CE-Zeichen, solche mit Baustoffklasse A1 zusätzlich das Ü-Zeichen.

Abb. 9.17

Zellulosefaserdämmstoff

Abb. 9.18

Mineralfaserdämmstoff

> hh 4/5/1

INFORMATIONSDIENST **HOLZ**
holzbau handbuch
Reihe 4, Teil 5, Folge 1
„Dämmstoffe aus
nachwachsenden Rohstoffen“
[47]

9.5.4 _ Sonstige organische Dämmstoffe

Neben den Zellulosefasern zählen Schafwolle, Flachs, Hanf und Baumwolle zu den natürlichen Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Detaillierte Angaben sind in (hh 4/5/1) gegeben.

Schafwolle wird zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen biologischen Befall und der brandschutztechnischen Eigenschaften mit Borverbindungen versetzt. Einige Hersteller verwenden Stützfasergewebe aus Polyester oder Trägervliese, um die Stabilität der Dämmplatten und -filze zu erhöhen. Darüber hinaus wird Schafwolle als stopffähiges Material und in Kombination mit Hanffasern als Einblasdämmstoff angeboten.

Flachs, Hanf und Baumwolle sind pflanzliche Faserdämmstoffe. Wie bei Zellulosefasern und Schafwolle werden auch hier Stoffe zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit zugesetzt und Stützfasern oder Stützgewebe eingearbeitet, um die Rückstellfähigkeit der Dämmstoffe zu erhöhen. Natürliche Dämmstoffe bedürfen einer abZ und sind mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet.

9.5.5 _ Sonstige künstliche Dämmstoffe

Darüber hinaus bietet der Markt für alle möglichen Einsatzbereiche spezielle Dämmstoffe an: geschäumte (EPS) oder extrudierte (XPS) Kunststoffe, oder durch Vakuumieren von speziellen Füllstoffen (pyrogene Kieselsäure) hergestellte Produkte mit extrem hohen Dämmwerten. Sie werden vornehmlich für Massivbauteile verwendet, sind aber auch im Holzbau verbreitet. Für hohe mechanische Beanspruchungen in feuchter Umgebung kann mit Schaumglas gearbeitet werden. Auch hier sind die Einsatzgebiete von den Zulassungen klar geregelt.

9.6 _ Folien / Pappen / Dichtstoffe

Die dauerhafte Luft- und Winddichtheit der Gebäudehülle wird mit Folien oder Pappen und den zugehörigen Klebe-/Dichtungsmaterialien im Holzhausbau vervollständigt. Darüber hinaus gehören zu einer umfassenden Luft- und Winddichtung auch Fugendichtungen für Türen, Fenster und Luken sowie Spezialelemente für bestimmte Anwendungsbereiche (Unterputzdosen, Downlight-Kapselungen, Kabel- und Rohrdurchführungen, Bodentreppen etc.).

Folien oder Pappen werden von den Herstellern häufig zusammen mit Klebebändern und Klebmassen aus der Kartusche im System angeboten. Die Verwendung von Produkten eines Systems bietet den Vorteil einer größtmöglichen Verträglichkeit und einer entsprechenden Gewährleistung. Die verwendeten Produkte müssen auf den jeweiligen Untergrund abgestimmt sein.

Sogenannte „feuchteadaptive“ Dampfbremsen und Luftdichtungsbahnen sorgen in Abhängigkeit von der Umgebungsfeuchte für eine „flexible“ Bremswirkung. Der „variable“ Diffusionswiderstand ermöglicht es, dass eingedrungene Feuchte aus der Konstruktion diffundiert.

Sowohl Folien als auch Baupappen sind spannungsfrei zu verlegen und zu verkleben. Bei Baupappen empfiehlt sich das Vorfalten, um die Bahn besser in eine Fuge schieben zu können. Durchdringungen sind auf ein Minimum zu reduzieren. Die Perforation der Luftdichtheitsschicht durch Klammern, Nägel oder Schrauben ist unproblematisch, solange geheftete Folien/Pappen nicht ausreißen.

Ausführliche Informationen zur Herstellung der Luft- und Winddichtheit sowie zur Ausführung von Bauteilanschlüssen sind in [22] dargestellt.

9.6.1 _ Kunststoff-Folien

Folien aus Kunststoffen werden als Luftdichtung, als Dampfbremse und als diffusionsoffene Materialien hergestellt. Meist handelt es sich dabei um Polyethylen-Folien (PE) mit konstantem s_d -Wert, die als Bahnenware oder in Form konfektionierter „Schürzen“ (z.B. für Dachflächenfenster) angeboten werden. Die Basis von „feuchteadaptiven“ Dampfbremsen mit variablem s_d -Wert ist Polyamid.

Zur Herstellung der Luftdichtheit müssen die Folien an allen Rand- und Eckabschlüssen, bei Durchdringungen und untereinander verklebt sein. Dazu werden meist einseitige Klebebänder, aber auch spezielle Kleber aus der Kartusche verwendet.

9.6.2 _ Dampfbremspapiere und -pappen

Baupappen sind gewebearmierte Pappen oder Papiere, die als Luftdichtungs- und Dampfbremsbahn verwendet werden. Einige Produkte sind zusätzlich mit einer dünnen PE-Schicht versehen und wirken daher als „feuchteadaptive“ Luftdichtungsbahn mit einem s_d -Wert von etwa 0,5 bis 5,0 Meter. Sie funktionieren wie die auf Polyamidbasis hergestellten Folien (siehe 9.7.1).

Zur Verklebung der Baupappen untereinander oder im Bereich von linienförmigen Anschlüssen sowie Durchdringungen sind geeignete einseitige Klebebänder oder Klebmassen aus der Kartusche zu verwenden.

9.6.3 _ Klebebänder, Dichtprofile usw.

Um eine insgesamt luftdichtende und dampfbremsende Ebene herzustellen, sind Hilfsmittel erforderlich, die an Stößen von Platten- oder Bahnenmaterialien, im Bereich von Überlappungen oder bei Anschlüssen von diesen an Wände, Kamine, Dachflächenfenster etc. eingesetzt werden. Für diese Zwecke stehen

- einseitige Klebebänder,
- zweiseitige Klebebänder,
- Dicht- und Klebmassen aus der Kartusche,
- vorkomprimierte Dichtungsbänder,
- Fugenfüller mit Papier-Fugendeckstreifen oder
- konfektionierte Profile

zur Verfügung. Beispiele für die Sicherung von Überlappungen bei Bahnen und von Stößen bei Plattenmaterialien sind in Abb. 9.19 und Abb. 9.20 dargestellt.

Abb. 9.19
 Prinzipskizze für die Ausbildung von Überlappungen mit einseitigem und doppelseitigem Klebeband (siehe auch Abb. 5.06)

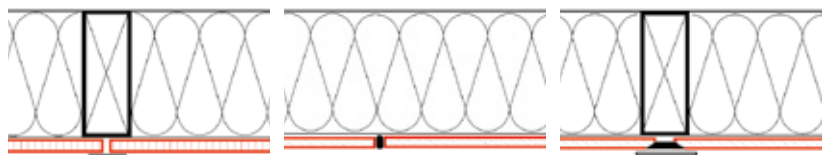
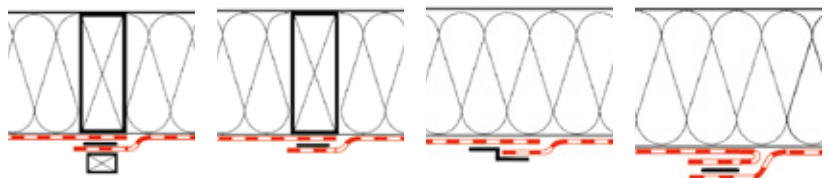


Abb. 9.20
 Prinzipskizze für die Ausbildung von Stößen mit einseitigem Klebeband, Klebmasse und Fugenfüller (siehe auch Abb. 5.07)

Klebebänder

Ein- und zweiseitige Klebebänder werden überwiegend auf Acrylatbasis hergestellt und sind für die luftdichte Verlegung von Dampfbrems- und Luftdichtungsbahnen, insbesondere im Bereich sich überlappenden Dampfbrems- und Luftdichtungsbahnen, oder das Überkleben von Plattenfugen, beispielsweise OSB-Platten, geeignet.

Abb. 9.21

Klebebänder zur
Luftdichtung am Stoß



Während einseitige Bänder geeignet sind, „Falten“ im Bereich von Überlappungen zu überkleben und gleichzeitig zu dichten, funktionieren zwischen die Überlappung angeordnete zweiseitige Klebebänder häufig nicht. Für beide Arten von Klebebändern ist darauf zu achten, dass die verlegten Folien und Pappen glatt, aber nicht gespannt sind, um ein Ablösen der Klebebänder infolge von Zugbeanspruchung zu verhindern.

Klebmassen

Klebmassen aus der Kartusche nimmt man vorrangig bei Randanschlüssen von Folien und Pappen an Wände, Kamine, Rohre, Holz- und Holzwerkstoffe oder untereinander (Überlappungsbereich). Auf die Verwendung von Anpresslatten kann bei den heutzutage hergestellten Produkten nach den Angaben der Hersteller verzichtet werden. Da in diesem Fall noch keine vollständigen, belastbaren Aussagen zum Langzeitverhalten vorliegen, wird die Verwendung der Anpresslatte jedoch empfohlen. Die Verarbeitungshinweise des Herstellers sind zu beachten.

9.6.4 _ Vorkomprimierte Dichtungsbänder

Vorkomprimierte Dichtungsbänder („Kompribänder“) sind einseitig klebende Schaumstoffbänder aus offenzelligem Polyurethan (PU), die komprimiert geliefert werden und einzubauen sind. Nach dem Einbau kann sich das Kompriband bis zur gegenüberliegenden Flanke ausdehnen.

Diese Bänder werden überwiegend dort verwendet, wo das Eindringen von Wasser, Schlagregen und Wind in eine Bauwerksfuge, etwa zwischen Fenster-Blendrahmen und Baukörper, verhindert werden soll. Darüber hinaus werden sie bei Anschlussfugen von Wärmedämm-Verbundsystemen eingesetzt. Kompribänder sind in die Beanspruchungsgruppen BG 1 (offener Einbau/direkte Bewitterung) und BG 2 (verdeckter Einbau/ohne Fugenbewitterung) eingeteilt. Bänder der Gruppe 2 müssen durch Bekleidung geschützt werden.

9.6.5 _ Spezielle Dichtprofile

Spezielle Dichtprofile gibt es für den Bereich der Luftdichtung, insbesondere an Holzelementstößen oder unter Schwellhölzern. Sie bestehen aus EPDM-Zellgummi und werden üblicherweise als Rollenware geliefert. Die unterschiedlichen Hohl- oder Flachprofile sind nachgiebig und können Unebenheiten nur in geringem Umfang ausgleichen. Der Einsatzbereich umfasst auch die Eindichtung von Dachbodenluken, Kaminen, Fenstern und Fenstertüren.



Abb. 9.22
EPDM-Schlauchdichtung

9.6.6 _ Manschetten/Hohlraumdosens

Wenn Kabel oder Rohre aller Art und Größe durch dampfbremsende oder luftdichtende Schichten wie Plattenwerkstoffe, Folien und Pappen durchgeführt werden müssen, ist die Verwendung konfektionierter und selbstklebender Manschetten zu empfehlen, die als fertige Produkte für verschiedene Abmessungen erhältlich sind (Abb. 9.23). Besonders vorteilhaft ist das nachträgliche Verschieben der Kabel und Rohre durch die integrierten (flexiblen) Kunststofffüllen. Der Einbau spezieller luftdichtender Dosen für Schalter, Steckdosen oder Downlights (Abb. 9.24) in luftdichtende Schichten in Verbindung mit dichten Leerrohren und Kabeldurchführungen ist bei einem Verzicht auf eine Installationsebene zwingend erforderlich.



Abb. 9.23
Selbstklebende Manschetten



Abb. 9.24
Hohlraumdosens

9.7 _ Baurechtliche Aspekte

Bauprodukte, die wesentliche Anforderungen an bauliche Anlagen erfüllen (Standicherheit, Brand-, Schall- und Wärmeschutz etc.), müssen im baurechtlichen Sinn „verwendbar“ sein und eine entsprechende Kennzeichnung tragen. Im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder werden dazu die Bauregellisten vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) regelmäßig aktualisiert und veröffentlicht. Die Bauregellisten A, B und C wiederum bestehen aus mehreren Teilen, in denen unterschiedliche Bereiche geregelt sind und in Kurzform beschrieben werden.

Bauregelliste A: gilt für Bauprodukte und Bauarten, die nach nationalen technischen Regelwerken, meist DIN-Normen, hergestellt werden. Bauprodukte, die von einer technischen Regel wesentlich abweichen, werden als unregelmäßige Bauprodukte bezeichnet. Für diese gibt die Bauregelliste A Hinweise, ob eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) vorliegen muss. Geregelt und unregelmäßige Bauprodukte tragen als Kennzeichnung das Übereinstimmungs-Zeichen (Ü-Zeichen).

Abb. 9.25
Ü-Zeichen



Bauregelliste B: enthält Bauprodukte, die nach Vorschriften der EU in Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen. Zu diesen Vorschriften zählen harmonisierte europäische Normen (im Amtsblatt der EU veröffentlicht) oder europäische technische Zulassungen (ETA). Diese können ergänzende nationale Bestimmungen enthalten, wenn beispielsweise wesentliche Aspekte nicht behandelt werden. Diese Produkte tragen das CE-Zeichen und im Falle zusätzlicher nationaler Bestimmungen ergänzend das Ü-Zeichen.

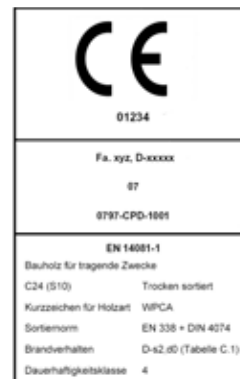


Abb. 9.26
CE-Zeichen

Bauregelliste C: Diese Liste gilt nur für solche Bauprodukte und Verwendungen, an die keine Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz gestellt und nach bauaufsichtlichen Vorschriften nur Normalentflammbarkeit vorausgesetzt wird. Konsequenterweise bestehen für derartige Produkte weder technische Baubestimmungen noch allgemein anerkannte Regeln der Technik; für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen spielen sie nur eine untergeordnete Rolle. Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise entfallen ebenso wie die Kennzeichnung (Ü-Zeichen).

Nationale und europäische Regelungen zu Holzwerkstoffen

Im Zuge der europäischen Normung werden die nationalen Produktnormen sukzessive zurückgezogen und durch harmonisierte europäische Normen ersetzt. Neben einer Vielzahl an neuen Normen, die es anzuwenden gilt, sind damit auch neue Begrifflichkeiten verbunden.

Es sind jedoch Produkte auf dem Markt, die von den Produktnormen abweichen, aber dennoch als geregeltes Produkt eingesetzt werden dürfen. Dazu ist dann von den Herstellern ein Verwendbarkeitsnachweis zu erbringen. Dies geschieht durch eine Zulassung (abZ), ein Prüfzeugnis (abP) oder eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE). Die Hersteller haben häufig Produkte im Angebot, die die gleiche Bezeichnung haben wie das Normprodukt, aber dennoch eine Zulassung, da die technischen Eigenschaften üblicherweise besser sind als die nach Norm anzusetzenden Werte.

Mit DIN EN 13 986 gibt es eine sogenannte „Deckelnorm“, die für verschiedene Holzwerkstoffe deren Verwendung sowie wesentlichen Eigenschaften regelt. Weiterhin werden Prüfverfahren zur Bestimmung dieser Eigenschaften angegeben und auf die entsprechenden Produktnormen Bezug genommen. Abschließend wird die Bewertung der Konformität und die Kennzeichnung (CE) beschrieben. DIN EN 13 986 ist eine harmonisierte europäische Norm und seit 2004 Bestandteil der Bauregelliste B, Teil 1. Zusätzlich ist die Anwendungsnorm DIN V 20 000-1:2005-12 zu beachten.

Ein wesentlicher Aspekt ist der Begriff der „Technischen Klasse“, der eine normgerechte

Zuordnung von Produktleistung und Verwendungszweck erleichtern soll. Eine Übersicht über die Anwendungsbereiche sowie eine Erläuterung der Nutzungsklassen gibt Tabelle 9.7.

Ein Pendant zu den mit Holzschutzmitteln imprägnierten „100G-Platten“ ist in der europäischen Normung nicht vorgesehen. „Imprägnierte“ Holzwerkstoffe bedürfen daher einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, werden für den Holzrahmenbau jedoch nicht benötigt.

Für die Bemessung sind die Rechenwerte der charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte der harmonisierten europäischen Produktnormen bzw. DIN 1052:2004 Anhang F zu entnehmen.

10_ Beispielhafte Bauten

Architekt:

Prof. Ernst Neufert
(1900–1986)

Abb. 10.01

Neufert-Haus im Jahr 2008



Abb. 10.02

Richtfest 1929

Abb. 10.03

Kurz nach der Fertigstellung



10.1 _ Neufert-Haus, Gelmeroda

Das Neufert-Haus in Gelmeroda bei Weimar entstand im Jahre 1929. Der Architekt Ernst Neufert hatte in Dessau das Büro Gropius geleitet, kehrte dann nach Weimar zurück und plante dort sein Wohnhaus mit integriertem Architekturatelier. Das 10 x 10 x 10 m große Haus wurde als Holzversuchshaus nach amerikanischem und

nordischem Vorbild geplant. Moderne Architektur, hohe Funktionalität, wirtschaftliche und ökologische Ausführung und Unterhaltung waren die Grundlagen des Entwurfs.

Das Erdgeschoss hat neben einer Küche mit separatem Eingang einen geräumigen Arbeitsraum, der dem Wohnraum angegliedert ist. Alle Räume führen direkt zum zentral gelegenen Treppenhaus. Im Obergeschoss befinden sich die Schlafzimmer der Familie sowie das Bad. Zwei der vier Zimmer führen auf einen großen gartenseitigen Balkon.

Auf dem Mauerwerk, welches den Keller, eine Garage und ein Mädchenzimmer beherbergt, wurde das vorgefertigte Traggerüst im Balloon-Frame-System errichtet. Das Konstruktionsraster betrug 50 cm ausgehend vom 1-m-Raster (Zehnersystem), in welchem das Haus konzipiert wurde. Das Haus ist selbst im Schnitt, von der Dachspitze bis zum Kellerboden, 10 m hoch. Die

daher ursprünglich gewählten Holzquerprofile von 5/10, 5/20 und 5/25 cm wurden jedoch, wie sich später herausstellte, unnötigerweise auf die Holzquerschnitte 6/12, 6/24 und 12/12 cm geändert. Die Außenhaut besteht von außen nach innen aus der waagerechten Holzverschalung, darunter einer Lage diagonal auf der Konstruktion angebrachter statisch wirkender Bretter. Der Wärmeschutz bestand aus einer Luftschicht und locker eingebrachtem Torf („Torfoleum“), die Innenwandverkleidung besteht aus Gipskartonplatten („Leifa-Platten“).

Um teure Handarbeit vor Ort zu minimieren, hat Ernst Neufert den „Bausatz“ für sein zweistöckiges „Musterhaus“ von einer Schreinerei im nahe gelegenen Bad Blankenhain vorfertigen lassen. Die Werkplanung war so genau vorgegeben und so akkurat ausgeführt, dass das Traggerüst in 2 ½ Tagen stand und der gesamte Bau innerhalb von 6 Wochen fertig war.

Aus heutiger Sicht ist das Neufert-Haus ein rein „ökologisches“ Haus, doch als es entstand, kannte man nicht einmal das Wort. Neufert baute im Sinne des Bauhauses einfach, sparsam, funktionell und mit natürlichen Mitteln. Es gab und gibt am Neufert-Haus keinerlei chemischen Bautenschutz, es wurden nur Naturbaustoffe verwendet. Selbst Farbanstriche gab es nicht, da die Baustoffe ihre eigene Farbe zur Geltung bringen sollten. Der bis heute überzeugende konstruktive Holzschutz wurde im Wesentlichen durch den umlaufenden Dachüberstand von 1,5 m bewirkt. In einer ersten Konzeption war das Haus noch als Kubus mit bauhaustypischem Flachdach vorgesehen. Nach reiflicher Überlegung, jedoch sozusagen im letzten Moment, hat sich Ernst Neufert seines großen Holzbauvorbildes Frank Lloyd Wright erinnert und seinem Kubus einen schützenden „Hut“ verpasst. Damit hat das „Holzversuchshaus“ seine fast 80-jährige Bewährungsprobe bis heute bestanden.

10.2 _ Würfelhäuser, Karlsruhe

Individuellen Wohnraum in verdichteter Bauweise zu schaffen war das Ziel eines Modellbauprojekts in Karlsruhe. Auf einem ehemaligen Gelände der US-Armee hat die Volkswohnung GmbH in enger Zusammenarbeit mit der Stadt 13 gleichförmige, jedoch variabel ausbaubare Würfelhäuser mit Abmessungen von 8,25 x 8,25 x 8,25 m realisiert. Durch schachbrettartig versetzte Anordnung der Baukörper entstanden bei Grundstücksgrößen von 180 bis 320 m² großzügige Eigenheime mit Gärten als Alternative zu den sonst üblichen schmalen Reihenhausstreifen. Als Ausgleich für das kleine Grundstück besitzen die 2½-geschossigen Häuser eine Dachterrasse über das halbe obere Geschoss.

Die Errichtung von mehreren äußerlich gleichen Häusern stellt einen wichtigen Beitrag zur Kostenreduzierung dar. Der Holzbau hat sich dabei als gut vorplanbare und kalkulierbare Bauweise bewährt. Die einheitlichen Abmessungen der Niedrigenergiehäuser ermöglichten eine serielle

und damit kostengünstige Herstellung mit hohem Vorfertigungsgrad. Nach einer Bauzeit von nur zehn Monaten wurden die Objekte fertiggestellt und an die Käufer übergeben.

Das Tragwerk bilden Außenwandelemente in Holzrahmenbauweise sowie Brettstapeldecken, die als aussteifende Scheiben wirken. Da nur die Außenwände und eine Mittelwand tragend ausgebildet sind, ließen sich die jeweiligen Grundrisse nach individuellen Vorstellungen gestalten.

Die Häuser selbst sind gestalterisch ambitioniert. Elemente wie über Eck laufende Fensterbänder, Flachdach und Dachterrasse greifen Stilmittel der klassischen Moderne auf. Die hinterlüftete Außenwandbekleidung aus Fichte-Dreischichtplatten wurde werkseitig mit einem deckenden Anstrichsystem beschichtet. Den markanten kubischen Baukörpern angemessen, setzt das „Schwedenrot“ im Wohngebiet einen kraftvollen Akzent.

Bauherr:

Volkswohnung GmbH,
Karlsruhe

Architekten:

evaplan – Architektur und
Stadtplanung, Karlsruhe;
Gilbert + Holzapfel,
Karlsruhe

Tragwerksplaner:

Prof. Seim + Partner,
Weingarten/Kassel

Holzbau:

Ochs Holzbau

Baujahr:

2003

Abb. 10.04

Niedrigenergiehäuser
mit attraktiven Dachterrassen



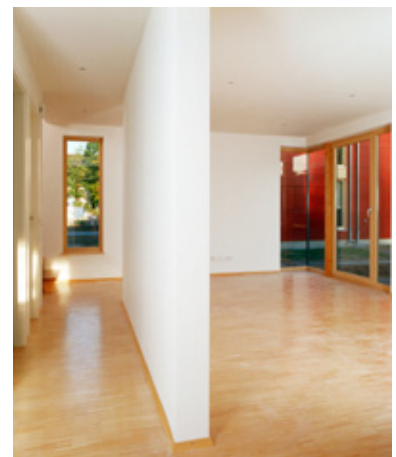
Abb. 10.05

Individuelle Häuser
trotz verdichteter Bauweise



Abb. 10.06

Die Bauweise erlaubt
flexible Grundrisse



Bauherr:

Stadt Rotenburg/W

Architekten:

Jörg-Henner Gresbrand,

Stadt Rotenburg/W

Tragwerksplaner:

Peter Vokrinek,

Rotenburg-Waffensen

Holzbau:

Brockhaus GmbH, Dinklage

Baujahr:

2005–2007

10.3 _ Schulumbau, Rotenburg/W

Die Theodor-Heuss-Hauptschule ist in den Jahren von 2005 bis 2007 komplett zu einer Ganztagschule umgebaut und erweitert worden. Die Maßnahme wurde aus Bundesmitteln gefördert (Investitionsprogramm Zukunft, Bildung und Betreuung IZBB).

Das Erdgeschoss blieb teilweise erhalten und wurde um ein Geschoss aufgestockt. Den in die Jahre gekommenen Altbau von 1963 hat man erweitert. In ihm sind jetzt zusätzlich untergebracht: eine Mensa nebst Küchenzeile, Bücherei, Computerräume, Internetcafé, Medienraum, Förderunterrichtsräume, Bewegungs-/Ruheraum, Büroräume, Aula, Personalbereich und Funktionsräume. Mit einem abwechslungsreichen Spiel aus Materialien und dem Wechsel von Formen erhielt der weitverzweigte Schulkomplex nun einen neuen, selbstbewussten Mittelpunkt mit

den entsprechenden Zentralfunktionen. Die umlaufende Erschließungsgalerie der Aula bietet zusätzlichen Zuschauerraum. Die erdgeschossige Mensa hat eine bogenförmige Glasfassade erhalten, das Dach fungiert hier als Terrasse und möglicher Fluchtweg.

Die Erweiterungen und Aufbauten wurden – nicht zuletzt aus statischen Gründen – in Holzrahmenbauweise durchgeführt. Das Dach ist als Gründach ausgebildet und wird „gekrönt“ durch eine Glaspyramide. Alle Fassaden wurden als Lückenschalung aus Lärchenholzleisten ausgeführt.

Abb. 10.07

Mensa mit bogenförmiger Glasfassade

**Abb. 10.08**

Lärchenholzfassade

**Abb. 10.09**

Markante Glaspyramide auf dem Gründach

10.4 _ Kindertagesstätte, Bremen

Glatt und rau, treppauf, treppab und eben, mit Rampenstufen, Stiegen, Leitern, Rutschen, angeschlossen an die Türme, die die Erde mit dem Himmel verbinden: Die Kindertagesstätte Technologiepark e.V. enthält eine wunderbare Lebenswelt für Kinder mit abenteuerlichen Orten zum Verstecken, zum Toben, zum Kuscheln, zum Basteln, Spielen, Lesen, Schlafen – allein, zu zweit und in der Gruppe – auch für Pädagogen und Eltern.

Die unverwechselbare Kindertagesstätte ist ein Mischbau in Holzrahmen- und Massivbauweise. Das Dach ist eine doppelsinnig gekrümmte, begrünte Holzdachkonstruktion, welche von fünf Türmen getragen wird. Unter diesem Dach liegen, zum nordwestlich gelegenen Fleet hin orientiert, sechs Gruppenräume, welche jeweils mit Ruhe- raum, Turm und Waschbereichen ausgestattet sind und eine Reihe von Service-Boxen (Küche,

Büro, Personalräume, Lager) an der Süd- und Ostseite des Gebäudes enthalten. Der Erschließungsgang zwischen Gruppenräumen und Service-Boxen weitet sich zu Garderobennischen an den Gruppeneingängen und im Zentrum der Kindertagesstätte zu einer zentralen Halle mit offenem Bewegungsraum und Bühne. Von dort aus gelangt man über eine Treppe auf die Galerieebene, welche von den Gruppen aus über die Türme erschlossen ist.

Jeder Turm hat ein eigenes Thema und ist mit Materialien und Installationen ausgestattet, die das Experimentieren fördern. Die Galerie ermöglicht den Zugang zu den Türmen, ohne dass die Gruppen am Fuß der Türme gestört würden. Somit stehen allen Gruppen alle Türme zur Verfügung. Innerhalb der Türme ist über Leitern und kleine Treppen eine weitere Ebene, eine Turmkammer mit Blick über das Dach, zu erreichen.

Bauherr:

Kindertagesstätte
 Technologiepark e.V.

Architekten:

plus bauplanung GmbH –
 Hübner-Forster-Hübner,
 Neckartenzlingen

Tragwerksplaner:

Dr.-Ing. Adrian Pocanski,
 Stuttgart

Holzbau:

Holzbau W. Michaelis,
 Zeven

Baujahr:

2005–2006

Abb. 10.10

Die fünf Türme sind ideale Spielorte



Abb. 10.11

Holzschalung auf Holzständerwänden

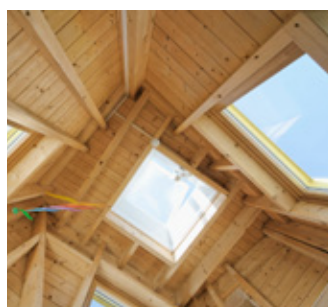


Abb. 10.12 (links)

Blick in den Flur

Abb. 10.13 und Abb. 10.14

Holzrahmenkonstruktion
 mit ausdrucksvoller
 Formensprache

Bauherr:

Julius Cronenberg oHG

Architekten:Banz + Riecks Architekten,
Bochum**Tragwerksplaner:**Walter Ingenieur-
gesellschaft, Aachen**Holzbau:**Adams Holzbau,
Niederzissen**Baujahr:**

2001

10.5 _ Fertigungshalle, Arnsberg

Die Entwicklung des komplexen Fertigungs-
layouts zwischen Architekten und Unterneh-
mensplaner war der Ausgangspunkt für das
Konzept des Gebäudes. Das Unternehmen
produziert Fahnenmasten. Daher bestimmten
die Transport- und Fertigungskomplexität von
bis zu 12 m langen Masten den Grundriss.
Die sich in den Straßenraum neigende schräge
Wand markiert nach außen den Baukörper, der
sich in die Tiefe des Werksgeländes erstreckt.
Eine hochreflektierende Lichtschaukel im Inneren
wirkt als dritte Tageslichtfassade.

Durch Anliefer Vorbauten können die Lkw inner-
halb des Gebäudes be- und entladen werden.
Die schnell laufenden Sektionaltore sind hoch-
wärmegeklämt und werden nur zur An- und
Abfahrt der Lkw kurzzeitig geöffnet. Im Bereich
der Warenein- und -auslieferung hat sich die
Arbeitsplatzsituation erheblich verbessert – die

Mitarbeiter können witterungsunabhängig und
zugfrei arbeiten. Die Anliefer Vorbauten sind über
die Gesamtlänge von 20 m großflächig verglast,
die Abmessungen betragen 2,50 m x 5,00 m. Die
Bodenplatte, die unteren Bereiche der aufge-
henden Wände sowie die geneigte Wand sind in
Ortbeton ausgeführt.

Die Wände wurden als Holzrahmenbau im Raster
1,25 m konzipiert. Die Wanddicke von 24 cm ist
voll wärmegeklämt, die innenseitige Beplan-
kung erfolgte mit robusten 22 mm starken
OSB-Platten. Das Dach ist als frei gespannte
Holzkonstruktion ausgeführt. Die Stabilisierung
des Gebäudes erfolgt in Dachebene über die
Furnierschichtholzplatten und in Wandebene
über die Holzrahmenwände. Die Spannweite
der Dachscheibe beträgt in Hallenquerrichtung
63,75 m. Die Lasten werden in die Holzrahmen-
bauwände und ein flachliegendes Stahlfachwerk
abgeleitet.

Abb. 10.15

Fassade mit Oberlichtband

**Abb. 10.16**

Anliefer Vorbau zum Be- und Entladen unter Dach

**Abb. 10.17**

Produktion und Lieferlogistik bestimmten das
Konzept des Niedrigenergiegebäudes

10.6 _ Sport- und Veranstaltungshalle, Unterschleißheim

Die Sport- und Veranstaltungshalle in Unterschleißheim ist ein Beispiel dafür, dass energieeffizientes Bauen auch ohne aufwändige haustechnische Systeme möglich ist und dies keine Einschränkung des Gestaltungsspielraums bedeutet. Die im Passivhausstandard geplante Halle hat damit Vorbildfunktion. Ihre städtebauliche Einfügung ist ebenso überzeugend wie die modulare Konstruktion.

Die Planung und Realisierung stellte hinsichtlich der Details hohe Ansprüche an alle Planungsbeeteiligten. Eine gute Zusammenarbeit zwischen Planern und Ausführenden war entscheidend bei der Durchführung des Projektes. Die Zielsetzung „Passivhaus“ beim Neubau der Mehrzweckhalle konnte trotz ungünstiger Standortbedingungen vor allem aufgrund der energiesparenden Holzbauweise erreicht werden, so dass eine konventi-

onelle Heizung im Hallenbereich nicht erforderlich war. Die Energieeinsparung für Raumwärme beträgt bei diesem Hallenneubau nur etwa 75% der damaligen Anforderungen. Somit haben der Energieverbrauch für Heizung und die damit verbundenen Betriebskosten nur noch eine nachrangige Bedeutung für den Eigentümer.

Mit dieser ersten Mehrzweckhalle in Passivhausstandard beginnt auch für diesen Bereich eine neue Ära der Energieeffizienz. Der Neubau wurde vom Passivhaus-Institut begleitet und erfüllte damit als erste Turnhalle die Anforderungen zur Erlangung des „Passivhaus-Zertifikats“.

Bauherr:
 Landkreis München
Architekten:
 PSA Architekten, München
Tragwerksplanung:
 Ingenieurbüro Auerbach,
 Unterschleißheim
Holzbau:
 Hennemann, Tautenhain
Baujahr:
 2003

Abb. 10.18
 Halle im Passivhausstandard



Abb. 10.19
 Optimale Tageslichtnutzung durch
 Verglasung der Ost- und Westfassade



Abb. 10.20 und Abb. 10.21
 Foyer und abgesenktes Spielfeld sind
 für verschiedene Zwecke nutzbar

Bauherr:

Dr. Patricia Werhahn

Architekten:

Gesine Lings, Fintel

Tragwerksplanung:

Mathias Jesske, Grasberg

Holzbau:Wiechers Holzbau GmbH,
Kirchlinteln**Baujahr:**

2001

10.7 _ Tierklinik, Sottrum

Auf insgesamt 360 m² Nutzfläche entstand ein Gebäudekomplex mit tiermedizinischer Praxis sowie Büro- und Wohnflächen. Die Praxis ist nach dem neuesten Stand der Veterinärmedizin ausgestattet. Der Entwurf der Gesamtanlage basiert auf einer klaren Grundrissfiguration: Vor einen langgestreckten rechteckigen Hauptkörper mit zwei Geschossen wurde ein eingeschossiger Gebäudeteil gesetzt.

Großen Wert legte man auf die Tageslichtplanung. So gibt es keine dunklen, innenliegenden Flure, die Behandlungs- und OP-Räume erhalten durch ein breites Fensterlichtband mit darüberliegenden Gitterrosten des langgestreckten Balkons ausreichend helles und blendfreies Licht. Im lichtdurchfluteten eingeschossigen Foyer-Trakt befinden sich Wartezonen, Petshop und Anmeldung. Dieser pultgedeckte Gebäudeteil führt auf den 2-geschossigen, ebenfalls pultgedeckten Haupt-

gebäuderiegel mit Behandlungsräumen, Operationsbereichen, Labor- und Röntgenräumen sowie weiteren Neben- und Funktionsräumen.

Das als Holzrahmenbaukonstruktion ausgeführte Gebäude wurde mit einer Pfosten-Riegel-Fassade kombiniert. In der Fassadenabwicklung wechselt die optische Leichtigkeit und Transparenz der verglasten Pfosten-Riegel-Konstruktion mit geschlossenen Bauteilen. Die feste Verglasung ist alternierend mit satinierten und klaren Gläsern ausgeführt. Sie ergänzt durch Sandwich-Elemente aus feinpoliertem Lärchenholz die geschlossene Lochfassade mit ihren Lärchenholzfenstern. Die Fassade selbst ist mit einer rauhen, anthrazitgrau gestrichenen Verschalung versehen

Durch den hohen Grad an Vorfertigung konnte eine kurze Bauzeit von knapp fünf Monaten für alle Gewerke realisiert werden. [48]

Abb. 10.22

Niedrigenergiehaus mit Praxis und darüberliegender Wohntage

**Abb. 10.23**

Der Bau wurde in fünf Monaten errichtet

**Abb. 10.24**

Rot setzt Akzente im Eingang

10.8 _ Kindergarten als modulare Raumzellen, Fürth

Das Auf und Ab der demografischen Entwicklung lässt langfristige Konzepte im Schul- und Kindergartenbau schnell Makulatur werden. So war in Fürth gefordert, dass ein bestehender Kindergarten für einen begrenzten Zeitraum um eine zusätzliche Gruppe erweitert und an einer anderen Stelle zu einem späteren Zeitpunkt ein Kindergarten mit drei Gruppen neu entstehen sollte. Ziel war es deshalb, ein flexibles Gebäudemodul zu entwickeln, das bauphysikalisch und konstruktiv hochwertig, aber nicht teurer als ein vergleichbares Gebäude in konventioneller Bauweise sein sollte.

Die Architekten entwickelten ein Gebäude aus komplett vorgefertigten modularen Zellen in Holzrahmenbauweise, die sich leicht versetzen und erweitern lassen. Dadurch bestand die Möglichkeit, schnell, flexibel und wirtschaftlich neuen Raum auf Zeit zu schaffen. Acht Raumzellen mit Grundriss-

abmessungen von 7,50 x 2,50 m wurden bis zu den fertigen Oberflächen einschließlich der technischen Ausrüstung vorgefertigt. Die Raumzellen sind vor Ort über Montageöffnungen zusammengefügt und die Fugen mit einem Fugenband abgedichtet worden. Nach der Montage musste das Gebäude nur noch an die Versorgung angeschlossen und mit einer Dachabdichtung versehen werden.

Durch den hohen Vorfertigungsgrad konnte die Bauzeit vor Ort auf zwei Monate begrenzt werden. Die acht fertigen Einzelzellen passten auf vier Tieflader und konnten ohne Sondergenehmigung transportiert werden. Vom Aufstellen des Gebäudes bis zur schlüsselfertigen Übergabe vergingen lediglich zwei Wochen. Wird der Ergänzungsbau am ersten Standort nicht mehr benötigt, lässt er sich innerhalb kurzer Zeit für rund 15 Prozent der Entstehungskosten von rund 270.000 Euro an den zweiten Einsatzort versetzen.

Bauherr:
 Stadt Fürth
Architekten:
 Sander + Teubner
 Architekten, Nürnberg
Tragwerksplanung:
 Ingenieurbüro Schmidt,
 Nürnberg
Holzbau:
 Lux, Georgensgmünd
Baujahr:
 2003

Abb. 10.25

Acht transportable Einzelzellen sind ein Kindergarten



Abb. 10.26

Fassade aus Holzcolorplatten



Abb. 10.27 (links)

Holztafelbau mit hoher Vorfertigung
 aus Holzelementen

Abb. 10.28 (rechts)

Fest montierter Sonnenschutz

Bauherr:

Siemens Wohnungsgesellschaft, München

Projektleitung,**Projektsteuerung:**

Axel Walter/Siemens AG, München

Tragwerksplanung:

Bräuning + Partner, Bamberg

H/L/S/E-Planung:

Duschl Ingenieure, Rosenheim

Holzbau:

O. Lux, Roth

Baujahr:

2005–2006

10.9 _ Aufstockung, Erlangen

Mit der Sanierung und Erweiterung mehrerer Wohnkomplexe der Siemens Wohnungsgesellschaft sollte familiengerechter und behaglicher Wohnraum geschaffen werden, ohne zusätzliche Fläche in Anspruch zu nehmen. Bestehende Siedlungsstrukturen wollte man beibehalten. Insgesamt wurden 27 Wohngebäude im bewohnten Zustand modernisiert. Durch die Aufstockung eines vierten Geschosses in Holzrahmenbauweise entstanden 73 neue, barrierefreie Wohnungen mit einer Nettogrundfläche von insgesamt 7.900 m² zuzüglich 4.400 m² Dachterrasse.

Die besondere Herausforderung dieser Aufgabe bestand darin, dass die Gebäude während der Baumaßnahmen bewohnt bleiben können, denn es gab keine Möglichkeit, die Bewohner zeitweise umzusiedeln. Darüber hinaus war eine Bauzeit von einem Jahr für alle 27 Objekte vorgegeben. Wegen des hohen Vorfertigungsgrades und

der leichten Bauweise hatte man sich frühzeitig für den Holzrahmenbau entschieden. Weitere Kriterien waren: geringer Flächenverbrauch, gute Wärmedämmung und geringe Instandhaltungskosten.

Mit der hohen werkseitigen Vorfertigung kam der wesentliche Vorteil des Holzrahmenbaus zum Tragen: Die für die Bewohner lärmintensive Zeit konnte auf nur zwei Arbeitswochen beschränkt werden. Außerdem war der Zeitraum, in dem das Bestandsdach zum Teil nur mit einer Notabdichtung versehen war, sehr kurz; die gesamte Dachabdichtung konnte bereits nach der ersten Montagewoche wieder hergestellt werden. Trotz der geringen Bauzeit hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Maßnahmen an einem Gebäude als Testobjekt mit einer gewissen Vorlaufzeit durchzuführen. Dadurch konnten Schwachpunkte im Bauablauf frühzeitig entdeckt und für die Folgeobjekte ausgeschlossen werden.

Abb. 10.29

27 Mehrfamilienhäuser erhalten ein zusätzliches Geschoss

**Abb. 10.30**

Neue Wohnungen mit Dachterrasse

**Abb. 10.31**

Hoher Vorfertigungsgrad im Holzrahmenbau



10.10 _ Geschosswohnungsbau, Frankfurt

Die Frankfurter Aufbau AG (FAAG) errichtete im Frankfurter Stadtteil Bockenheim einen Komplex mit 150 Miet- und Eigentumswohnungen in Passivhausbauweise mit Läden und Gewerberäumen. Das Projekt Sophienhof ist das zum Erstellungszeitpunkt größte Passivhausprojekt in Europa. Der bis zu sechsgeschossige Rohbau in Stahlbetonbauweise wurde in kürzester Bauzeit mit vorgefertigten Fassadentafeln in Holzbauweise geschlossen. Mit dieser „Mischbauweise“ wurden die anspruchsvollen Anforderungen des Passivhausstandards erfüllt, und durch den hohen Vorfertigungsgrad konnten Bauzeit und Kosten gegenüber einer kompletten Massivbauweise deutlich reduziert werden. Ein wichtiges Argument für die in Holzrahmenbauweise vorgehängten Fassadenelemente waren der im Vergleich zu anderen Bauweisen geringe Flächenbedarf, wodurch eine deutlich größere vermarktbar Fläche zu Verfügung stand.

Neben den altengerecht geplanten Miet- und Eigentumswohnungen mit Wohnflächen zwischen 70 m² und 143 m² und Tiefgarage sind rund 1.000 m² Gewerbefläche entstanden, so dass für den Stadtteil Bockenheim und seine neuen Bewohner die Grundversorgung gesichert ist. Die Menschen im Sophienhof haben mit einem über 3.000 m² großen Innenhof eine eigene grüne Oase mitten in der City. Hier entstand eine kleine Parklandschaft mit Ruhezeiten, Gärten mit Spielflächen für Kinder.

Das Objekt zeigt beispielhaft, wie intelligent mit Energie umgegangen werden kann, um unabhängiger von Öl, Kohle oder Gas zu werden. Nicht zuletzt sprechen die Zahlen für sich: Durch die Wohnanlage werden jährlich 240.000 Tonnen klimaschädliches CO₂ eingespart.

Bauherr:

Frankfurter Aufbau AG,
Frankfurt/Main

Planung:

FAAG Technik, Frankfurt
(Architektur: Werner Füssler)

Tragwerksplanung:

FAAG Technik, Frankfurt,
Ingenieurbüro Engelbach +
Partner, Frankfurt

Ausführung:

Bilfinger Berger AG

Baujahr:

2005–2006

Abb. 10.32 (unten links)

Wohnen im Park mitten in Frankfurt

Abb. 10.34 (unten mitte)

Gebäudekomplex mit Passivhausstandard
und hohem Komfort



Abb. 10.33 (links)

Großprojekt Sophienhof

Abb. 10.35 (unten rechts)

Oase für jede Altersgruppe



11_ Ausschreibung

11.1 _ Allgemeine Hinweise

Bei der Zusammenarbeit von Holzbauunternehmen, Planern und Bauherren sind neben Vertrauen in die Fachkompetenz eindeutige und faire Vertragsbedingungen notwendig. Die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen [VOB] regelt in den Teilen A, B und C die Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

Neben eindeutigen Vertragsbedingungen ist eine detaillierte Ausschreibung der zu erbringenden Leistung von besonderer Bedeutung. Je besser die Leistung von Anfang an definiert ist, umso präziser kann der Angebotspreis des Holzbauunternehmens sein. Meinungsverschiedenheiten über Ausführungsart und -umfang werden dadurch ebenso vermieden wie Nachträge oder Verzögerungen im Bauablauf. Dazu müssen auch die notwendigen Entscheidungen der Bauherrschaft frühzeitig eingefordert werden.

Auch im Holzrahmenbau hat es sich bewährt, eine detaillierte Ausschreibung mit einem **Leistungsverzeichnis (LV)** vorzunehmen. In einem LV werden Konstruktion, Bauteilschichten und Massen konkret beschrieben, so dass die Angebote vergleichbar und gegebenenfalls Einsparpotenziale ersichtlich werden. Zum Ausschreibungspaket sollten folgende Unterlagen gehören:

- Vertragsbedingungen, Bauzeiten,
- Vorbemerkungen mit Hinweisen auf Qualitätsstandard (beispielsweise Luftwechselrate),
- detailliertes Leistungsverzeichnis,
- Plansatz im Maßstab 1:100 mit Grundrissen, Ansichten, Schnitten und Regeldetails.

Die Alternative zu einem detaillierten Leistungsverzeichnis ist eine **funktionale Leistungsbeschreibung**. Das Ziel ist in diesem Fall, einen pauschalierten Angebotspreis zu erhalten und den ausführenden Betrieben gewisse Freiheiten in der Ausführungsart zu belassen. Damit die Angebote vergleichbar sind, sollte der Anbietende für seine Kalkulation neben einer detaillierten Beschreibung der Konstruktion und der Bauteilaufbauten auch Ausführungspläne (Maßstab 1:50), die statische Berechnung und den Nachweis nach Energieeinsparverordnung erhalten. Diese Unterlagen werden später

Vertragsbestandteil. Weil in der pauschalierten Angebotssumme die Kostenanteile nicht mehr nachvollziehbar sind, ist es bei einer Leistungsbeschreibung schwieriger, die einzelnen Angebote miteinander zu vergleichen und bei nachträglichen Änderungen angemessene Preiskorrekturen vorzunehmen.

11.2 _ Hinweise zur Ausschreibung

Grundlage für eine erfolgreiche Ausschreibung ist die vollständige Planung. In den Vorbemerkungen eines Leistungsverzeichnisses müssen neben dem Bezug auf aktuelle Vorschriften und Normen Vereinbarungen zur Abrechnung und erforderlichenfalls auch zur Elementierung der Holzbauteile getroffen werden. Für den Anbieter ist es wichtig zu wissen, nach welchen Flächenbegrenzungen abgerechnet wird und welche Arbeiten in den Elementpreis einzukalkulieren sind. Es wird empfohlen, die in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen der VOB/C (DIN 18 334 Zimmer- und Holzbauarbeiten) enthaltenen Abrechnungsmodalitäten zu vereinbaren.

Es hat sich bewährt, die flächigen Holzrahmenbauteile (Wände, Decken, Dächer etc.) im Flächenmaß mit ihrem Schichtaufbau auszu-schreiben. Der Anbieter kann aus diesen Angaben einfach errechnen, wie viel Bauschnittholz

und wie viel Aufwand für das Abbinden der Holzbauteile einzukalkulieren ist. Nivellierschwellen und statisch relevante Bauteile wie Stützen, Unterzüge, Verankerungen und Dachüberstände (Traufe, Giebel) werden separat aufgeführt. Ebenso werden Außenfassaden gesondert aufgeführt, wobei zusätzlich festzulegen ist, ob der Quadratmeterpreis die Ausführung von Leibungen und sonstigen An- und Abschlüssen enthält oder ob diese separat erfasst werden.

Wenn der Holzbaubetrieb die Bauleistung nicht als Generalunternehmer erbringen soll, ist eine Abgrenzung der Leistungen von den vorausgehenden Gewerken (beispielsweise vom Rohbau des Kellers) und den anschließenden Gewerken wie Fenster, Ausbau und Haustechnik wichtiger Bestandteil der Ausschreibung. So müssen in der Holzbauausschreibung alle Anschlussarbeiten an den Gebäudebestand bzw. an Fremdgewerke, etwa an die vorhandene Bodenplatte, separat erfasst werden. Das Ausbilden der äußeren winddichten und inneren luftdichten Ebene ist in diesen Fällen keine Nebenleistung. Es muss separat vergütet werden.

11.3 _ Normen und Richtlinien

Dem Leistungsverzeichnis sind die aktuellen Vorschriften und Richtlinien zugrunde zu legen. Wird die VOB Teil C mit den darin enthaltenen Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) vereinbart, werden die meisten relevanten Normen (z.B. DIN 18 202 Maßtoleranzen) Vertragsbestandteil, und eine gesonderte Auflistung ist entbehrlich. Zu den wichtigsten holzbaurelevanten **Normen für die Ausschreibung** zählen:

- ATV DIN 18 334: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Zimmer- und Holzbauarbeiten,
- DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau,
- DIN 4074-1: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz,
- DIN 68 800-2: Holzschutz im Hochbau – Baulicher Holzschutz,
- DIN 68 800-3: Holzschutz im Hochbau – Chemischer Holzschutz,
- DIN 68 365: Bauholz für Zimmerarbeiten – Gütebedingungen,
- DIN EN 13 986: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung.

¹ KVH® = eingetragenes Warenzeichen der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. www.kvh.de

² MH®-Massivholz = eingetragenes Warenzeichen der Herstellergemeinschaft MH-MassivHolz e.V. www.mh-massivholz.de

Weitere wichtige Grundlagen sind die Fachregeln des Zimmerer- und Dachdeckerhandwerks, die wesentliche Ausführungsbedingungen enthalten und den Stand der Technik zum Zeitpunkt der Herausgabe wiedergeben. Bisher liegen folgende Fachregeln vor:

- [FR 01]: Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen,
- [FR 02]: Balkone und Terrassen.

11.4 _ Hinweise zu Bauschnittholz

Für das Bauschnittholz von Häusern in Holzbauart gelten gemäß DIN 18 334 besondere Anforderungen an Qualität und Maßhaltigkeit. Schnittholzprodukte, die diese Anforderungen erfüllen, werden unter dem Begriff „**Konstruktionsvollholz**“ zusammengefasst. Wenn beispielsweise die Produkte KVH®¹ oder MH®-Massivholz² ausgeschrieben werden, sind damit auch ohne aufwändige Textbeschreibungen die geforderten Merkmale benannt. Es wird empfohlen, hierbei Vorzugsquerschnitte (siehe Kapitel 9.3) zu berücksichtigen und die Anzahl unterschiedlicher Querschnitte zu begrenzen. Angegeben werden muss jedenfalls die in der Statik geforderte Festigkeitsklasse für das Bauholz und ob das Holz für den sichtbaren (etwa KVH-Si oder MH-Plus) oder für den nicht sichtbaren Bereich (etwa KVH-NSi oder MH-Fix) eingesetzt werden soll.

Für **Brettschichtholz** gelten die in DIN 1052 aufgeführten Festigkeitsklassen, die ebenfalls der Statik zu entnehmen sind. Darüber hinaus ist bei der Ausschreibung die gewünschte Oberflächenqualität anzugeben. Das von der Studiengemeinschaft Holzleimbau herausgegebene „BS-Holz-Merkblatt“ [49] unterscheidet zwischen Industrie-, Sicht- und Auslesequalität. Wird keine Vereinbarung getroffen gilt – im Gegensatz zu den Vollholzprodukten – Sichtqualität. Auch hier gibt es Vorzugsquerschnitte für gerade Brettschichtholzprodukte in der Holzart Fichte/Kiefer/Tanne (siehe Kapitel 9.3).

11.5 _ Nachweis zur Qualitätssicherung

Sollen geschlossene Elemente auf die Baustelle geliefert werden, muss der Betrieb diese sichtbar mit dem Ü-Zeichen (Übereinstimmungszertifikat) kennzeichnen. Dieses Zeichen dokumentiert die nach Bauregelliste A/1 geforderte Eigen- und Fremdüberwachung des Betriebes gemäß der sogenannten Holztafelbaurichtlinie [HoTaRi] (siehe Kapitel 3). Diesen Nachweis zur Qualitätssicherung erbringen alle Holzbauunternehmen, die das freiwillige Gütezeichen Holzhausbau (RAL-GZ 422-1/2) tragen. Darüber hinausgehende Qualitätskriterien, die beispielsweise die Auswahl der Materialien betreffen, kann man gesondert vereinbaren. Durch die Mitgliedschaft in Güte- oder Qualitätsgemeinschaft können solche Zusatzvereinbarungen entbehrlich werden, weil diese oftmals über die Satzung des Verbandes geregelt sind.

Musterausschreibungstext unter www.informationsdienst-holz.de

Auf den Internetseiten des **INFORMATIONSDIENST HOLZ** steht ein exemplarischer Ausschreibungstext für die Konstruktion eines Ausbauhauses in diffusionsoffener Holzrahmenbauweise zur Verfügung. Anhand dieses Textes wird das Ausschreibungsprinzip einer diffusionsoffenen Bauweise mit gedämmter, wind- und wasserdichter Gebäudehülle dargestellt.

Ausschreibungstexte für spezielle Bauteilkonstruktionen sind u.a. über die verschiedenen Baustoffanbieter zu beziehen, z.B.

- Dämmstoffhersteller,
- Hersteller von Holzwerkstoffplatten,
- Anbieter von Dampfbremsen und Zubehörprodukten zur Herstellung der Luftdichtung,
- Anbieter von Holzbausystemen.

Darüber hinaus enthalten die Schriften der Reihe **holzbau handbuch des INFORMATIONSDIENST HOLZ** jeweils an geeigneter Stelle Ausschreibungshinweise.

12_ Literatur

Kapitel 1

- [1] Bund Deutscher Zimmermeister (Hrsg.): „Holzrahmenbau, Bewährtes Hausbau-System“; Bonn/Karlsruhe, 1. Auflage 1985, 4. Auflage, 2007
- [2] Dehne, M.; Krolak, M.; Kruse, D.; Pape, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial, „Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2005
- [3] Hullmann, H.; Rautenstrauch, K. u.a.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 5, „Holzkonstruktionen in Mischbauweise“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2006
- [4] Wachsmann, K.: „Holzhausbau – Technik und Gestaltung“; Neuausgabe mit verschiedenen Beiträgen, Birkhäuser Verlag, 1995
- [5] Tichelmann, K.; Pfau, J.: „Entwicklungswandel Wohnungsbau: Neue Konzepte in Trocken- und Leichtbauweise“; Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden, 2000
- [6] Winter, S.; Kehl, D.; Schmidt, D.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 0, Teil 5, Folge 1, „Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2008
- [7] Winter, S.; Kehl, D.: „Untersuchung zur Objektivierung der Bewertung des Verkehrswertes von Gebäuden in Holzbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen“; Abschlussbericht, Leipzig, 2002
- [8] Krampen, M.: „Graue Energie, Prozessmodell und Ökopprofil der Gebäudegestaltung“; veröffentlicht bei agsn – architectural greensolar network, 2007

- [9] INFORMATIONSDIENST HOLZ: „Industrie- und Gewerbebauten mit Holz“; Fachtagung Holzbau 2007, Holzabsatzfonds, Bonn, 2007
- [10] Egle, J.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 7, Folge 2, „Dauerhafte Holzbauten bei chemisch-aggressiver Beanspruchung“; DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2002

Kapitel 2

- [11] Cheret, P.; Grohe, G.; Müller, A.; Schwaner, K.; Winter, S.; Zeitler, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 4, „Holzbausysteme“; Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf/Holzabsatzfonds, Bonn, 2000
- [12] Egle, J.; Otto, F.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 10, Folge 5, „Fassadenelemente für den Gebäudebestand“; Holzabsatzfonds, Bonn/DGfH Innovations- und Service GmbH, 2005
- [13] Müller, A.; Sessing, J.; Schwaner, K.; Wiegand, T.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 10, Folge 4, „Außenbekleidungen mit Holzwerkstoffplatten“; Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf/Holzabsatzfonds, Bonn, 2001
- [14] Meyer-Ottens, C.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 4, Folge 2, „Feuerhemmende Holzbauteile (F30-B)“; DGfH Innovations- und Service GmbH, München/Holzabsatzfonds, Bonn, 1994

Kapitel 4

- [15] Blaß, H.J.; Ehlbeck, J.; Kreuzinger, H.; Steck, G.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 2, Teil 1, Folge 10, „Einführung in die Bemessung nach DIN 1052:2004-08“; Holzabsatzfonds, Bonn/DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2004
- [16] Blaß, H.J.; Ehlbeck, J.; Kreuzinger, H.; Steck, G.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, „Erläuterungen zu DIN 1052:2004-08“; DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2005
- [17] Kreuzinger, H.; Mohr, B.: „Schwingungsprobleme nach Eurocode 5 bei Wohnungsdecken“; Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 1995
- [18] Werner, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 17, Folge 1, „Brettstapelbauweise“; Holzabsatzfonds, Bonn/DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2004
- [19] Holtz, F.; Hessinger, J. u.a.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 4, „Schallschutz – Wände und Dächer“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2004
- [20] „Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln“; 32. Aufl., Wiesbaden 2007
- [21] „Schneider – Bautabellen für Ingenieure“; 18. Aufl., Köln 2008

Kapitel 5

- [22] Otto, F.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 8, „Funktionsschichten und Anschlüsse im Holzhausbau“; Holzabsatzfonds, Bonn/DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2004
- [23] Hauser, G.; Stiegel, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 2, Folge 7, „Wärmebrücken“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2008
- [24] Kaufmann, B.; Fesit, W. u.a.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 3, Folge 10, „Das Passivhaus – Energie-Effizientes Bauen“; Holzabsatzfonds, Bonn/DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2002
- [25] Hauser, G.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, „Wärmebrücken-katalog, Holzbaudetails“; CD-ROM, DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2004
- [26] Kuhweide, P.; Wagner, G.; Wiegand, T.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 2, Folge 3, „Konstruktive Vollholzprodukte“; Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, 2000
- [27] Borsch-Laaks, R.: „Belüftet oder lieber doch nicht?“; in: „die neue quadriga“, Ausgabe 5/2004, Wolnzach
- [28] Künzel, H.M.: „Dampfdiffusionsberechnung nach Glaser – quo vadis?“; IBP-Mitteilung 355, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart/Holzkirchen, 26 (1999)

- [29] Lewitzki, W.; Schulze, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 5, Folge 1, „Holzschutz – Bauliche Empfehlungen“; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der DGfH e.V. München, 1997
- [30] Schmidt, D.; Winter, S.: INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial, „Flachdächer in Holzbauweise“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2008
- [31] Tichelmann, K.; Jakob, P.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 2, „Merkblatt Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2007
- [32] INFORMATIONSDIENST HOLZ, „Die Schalldämmung von Holzbalken- und Brettstapeldecken, Deckenaufbauten mit Hörbeispielen“; Multimedia-CD, DGfH Innovations- und Service GmbH, München 2001
- [33] Holtz, F.; Hessinger, J. u.a.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 4, „Schallschutz – Wände und Dächer“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2004
- [34] Holtz, F.; Hessinger, J. u.a.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 3, „Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken“; Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, 1999
- [35] „TrittSCHALLPROgnose EXCEL-basiertes EDV-Programm“; DGfH Innovations- und Service GmbH, München, 2006
- Literatur zum Brandschutz**
- [36] Winter, S.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 4, Folge 1, „Grundlagen des Brandschutzes“; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 1997
- [37] Winter, S.; Löwe, P.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 4, Folge 3, „Brandschutz im Holzbau – Gebaute Beispiele“; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 2001
- [38] Winter, S.; Schopbach, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 4, Folge 4, „Brandschutz im Hallenbau“, Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 2004.
- [39] Kordina, K.; Meyer-Ottens, C.: „Holz Brandschutz Handbuch“; 3. Aufl. 2., Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 2008

Kapitel 6

- [40] Krause, H.; Kirmayr, T.; Schmidt, C.; Schwarz, B.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 2, Folge 3, „Innovative Haustechnik im Holzbau“, Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, 2002

Kapitel 9

- [41] Marutzky, R.; Schwab, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial, „Sperrholz – Produkte und Einsatzgebiete, ökonomische und ökologische Bedeutung“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2008

- [42] Müller, A.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 7, Teil 2, Folge 1, „Ausschreibung von BS-Holz-Konstruktionen“; Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, 1999

- [43] Cheret, P.; Heim, F.; Radović, B.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1, Folge 3, „Bauen mit Holzwerkstoffen“; Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, 1997

- [44] Cheret, P.; Heim, F.; Radović, B.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 4, Folge 1, „Konstruktive Holzwerkstoffe“; Holzabsatzfonds Bonn, 2001

- [45] Kohlwey, R.; Schmidt, D.: INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial, „Die europäische Normung von Holzwerkstoffen für das Bauwesen“; Holzabsatzfonds Bonn, 2006

- [46] Förster, F.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 5, Folge 2, „Holzfaserdämmstoffe“; Holzabsatzfonds, Bonn, 2007

- [47] Schulze, H.: INFORMATIONSDIENST HOLZ, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 5, Folge 1, „Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“; Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München, 1999

Kapitel 10

- [48] Textpassage aus:
<http://www.lingens-architekten.de/pro5.htm>

Kapitel 11

- [49] „BS-Holz-Merkblatt“; Ausgabe 04/2005, Herausgeber: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal

13_ Regelwerke

Kapitel 1

[Bauregelliste] regelmäßig veröffentlicht in den Mitteilungen des deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt-Mitteilungen) als Sonderheft, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

[HoTaRi] Richtlinie für die Überwachung von Wand-, Decken- und Dachtafeln für Holzhäuser in Tafelbauart nach DIN 1052 Teil 1 bis 3 – Fassung Juni 1992; in: Mitteilungen Institut für Bautechnik 1993, Nr. 1

Kapitel 2

[VOB] Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), herausgegeben vom DIN – Deutsches Institut für Normung e.V. im Auftrag des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen, Ausgabe 2006, Beuth Verlag, Berlin

Kapitel 4

[Handwerkliche Holztreppe] Regelwerk Holztreppebau, Hrsg.: Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ), Berlin; Bundesverband des holz- und kunststoffverarbeitenden Handwerks (BHKH), Wiesbaden; Arbeitsgemeinschaft der Fachverbände des Tischler-/Schreinerhandwerks, München 1998

Kapitel 5

[EnEV] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 24. Juli 2007, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil I Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 26. Juli 2007

[ZVDH 2004] Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand, Ausgabe Sep. 2004; Zentralverband des deutschen Dachdeckerhandwerks e.V.

[HS-Mittel] Verzeichnis der Holzschutzmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. Auflistung der Holzschutzmittel mit RAL-Gütezeichen. Auflistung der Bläueschutzmittel nach VdL-Richtlinie; Herausgeber: Deutsches Institut für Bautechnik -DIBt-, Berlin, 56. Aufl. 2008

[ZVSHK 2005] Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln), Ausgabe 5/2005; Zentralverband Sanitär Heizung Klima, St. Augustin

[VDI 4100] VDI 4100: 2007-08 – Schallschutz von Wohnungen, Kriterien für Planung und Beurteilung, Herausgeber: Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Beuth-Verlag, Berlin, 08/2007

Kapitel 9

[DIBt-Richtlinie 100] Richtlinie über die Klassifizierung und Überwachung von Holzwerkstoffplatten bezüglich der Formaldehydabgabe (DIBt-Richtlinie 100) Fassung Juni 1994, in: Mitteilungen DIBt 6/1994, Herausgeber: Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin 6/1994

[RL Formaldehyd] Richtlinie: Durchführung von Formaldehydmessungen in Häusern aus Holz und Holzwerkstoffen, Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, München 1993

Kapitel 11

[VOB] siehe Kapitel 2

[FR 01 Außenwandbekleidungen] Fachregeln des Zimmererhandwerks 01 „Außenwandbekleidungen“, Herausgeber: Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) im ZDB, Berlin, 04/2007

[FR 02 Balkone und Terrassen] Fachregeln des Zimmererhandwerks 02 „Balkone und Terrassen“, Herausgeber: Bund Deutscher Zimmermeister (BDZ) im ZDB, Berlin, 2007

14 _ Normen

Kapitel 2

DIN 18 334:2006-10, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Zimmer- und Holzbauarbeiten

Kapitel 4

DIN 1052:1988-04, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau (diese Norm gilt nur bis zum 30.6.2009)

DIN 1052:2008-12, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau

DIN 1055-3:2006-03, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 3: Eigen- und Nutzlasten für Hochbauten

DIN 1055-4:2005-03, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten

DIN 1055-5:2005-07, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 5: Schnee- und Eislasten

DIN 1055-1:2002-06, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1: Wichten und Flächenlasten von Baustoffen, Bauteilen und Lagerstoffen

DIN 1055-100:2001-03, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung – Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

DIN EN 10 230-1:2000-01, Nägel aus Stahldraht – Teil 1: Lose Nägel für allgemeine Verwendungszwecke; Deutsche Fassung EN 10230-1:1999

Kapitel 5

DIN 1053-1:1996-11, Mauerwerk – Teil 1: Berechnung und Ausführung

DIN 1074:2006-09, Holzbrücken

DIN 4102-1:1998-05, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-2:1977-09, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-4:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

DIN 4102-22:2004-11, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 22: Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten

DIN 4108-2:2003-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4108-3:2001-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108-7:2001-08, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele

DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele

DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise

- DIN 4109 Beiblatt 1:1989-11, berichtigt 1993-08, Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren
- DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich
- DIN 18 195-1:2000-08, Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten
- DIN 18 195-5:2000-08, Bauwerksabdichtungen – Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser
- DIN 68 800-2:1996-05, Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
- DIN 18 202:2005-10, Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
- DIN 68 800-3:1990-04, Holzschutz; Vorbeugender chemischer Holzschutz
- DIN EN 350-2:1994-10, 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 EN 1995-1-2:2006-10, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1–2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2006
- DIN EN 13 162:2009-02, Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13 162:2008
- DIN EN 13 501-1:2007-05, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13 501-1:2007
- DIN EN 13 501-2:2008-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung EN 13 501-2:2007
- DIN 13 501-3:2006-03, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 3: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Bauteilen von haustechnischen Anlagen: Feuerwiderstandsfähige Leitungen und Brandschutzklappen; Deutsche Fassung EN 13 501-3:2005
- DIN EN 15 026:2007-07, Wärme- und feuchte-technisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation; Deutsche Fassung EN 15 026:2007
- DIN EN 13 986:2005-03, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 13 986:2004
- VDI-Richtlinie 100:2007-08, Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung

Kapitel 7

DIN EN ISO 6946:2008-04, Bauteile –
 Wärmedurchlasswiderstand und
 Wärmedurchgangskoeffizient –
 Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007);
 Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007

Kapitel 9

DIN 4074-1:2003-06, Sortierung von Holz nach
 der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz

DIN 18 180:2007-01, Gipsplatten – Arten und
 Anforderungen

DIN EN 300:2006-09, Platten aus langen, flachen,
 ausgerichteten Spänen (OSB) – Definitionen,
 Klassifizierung und Anforderungen; Deutsche
 Fassung EN 300:2006

DIN EN 622-5:2006-09, Faserplatten – Anforde-
 rungen – Teil 5: Anforderungen an Platten nach
 dem Trockenverfahren (MDF); Deutsche Fassung
 EN 622-5:2006

DIN EN 312:2003:11, Spanplatten – Anforde-
 rungen; Deutsche Fassung EN 312:2003

DIN EN 336:2003-09, Bauholz für tragende
 Zwecke – Maße, zulässige Abweichungen;
 Deutsche Fassung EN 336:2003

DIN EN 520:2005-03, Gipsplatten –
 Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren;
 Deutsche Fassung EN 520:2004

DIN V 20 001:2005-12, Anwendung von Bau-
 produkten in Bauwerken – Teil 1: Holzwerkstoffe

DIN EN 13 353:2003-09, Massivholzplatten
 (SWP) – Anforderungen; Deutsche Fassung
 EN 13353:2003

Bildnachweis (Seite _ Foto von)

- 6 _ HAF, Bonn, Ludger Dederich, Bonn
- 8 _ Pryde Brown, Princeton
- 9 _ Heinze Marktforschung 2008
- 10 _ HAF, Bonn; Konrad Wachsmann [4]
- 11 _ Ludger Dederich, Bonn; Konrad Wachsmann [4]
- 14 _ Linie 4, Villingen-Schwenningen; HAF, Bonn
- 15 _ Linie 4, Villingen-Schwenningen; Christoph Hubweber, Schauenburg
- 17 _ Christoph Hubweber, Schauenburg
- 20 _ Olaf Reiter, Reiter und Rentzsch, Dresden; HAF, Bonn
- 21 _ HAF, Bonn
- 22 _ HAF, Bonn; Siemens Wohnungsgesellschaft, München
- 26 _ Lignotrend, Weilheim
- 29 _ HAF, Bonn
- 30 _ Gap-solar, Perg, LEG Thüringen, Erfurt; HAF, Bonn
- 34 _ Martin Mohrmann, Eutin
- 36 _ Schwörerhaus, Hohenstein
- 37 _ Christoph Hubweber, Schauenburg; HAF, Bonn
- 38 _ Christoph Hubweber, Schauenburg; Robert Laur, Köln
- 39 _ Prof. B. Schwarz, Rosenheim; S. Swiderek; meta-box, Dipperz
- 41 _ Christoph Hubweber, Schauenburg
- 54 _ Lignotrend, Weilheim
- 55 _ Finnforest, Aichach; Lignatur, Waldstatt; Lignotrend, Weilheim
- 61 _ fischerwerke, Waldachtal
- 74 _ Ludger Dederich, Bonn
- 78 _ Eisedicht, Barntrup; Knauf, Iphofen; Kaiser, Schalksmühle
- 114 _ Thomas Ott, Mühlthal
- 116 _ Wagner Zeitter, Wiesbaden
- 118, 119 _ Christoph Hubweber, Schauenburg
- 120 _ Arnim Seidel, Düsseldorf; Wagner Zeitter, Wiesbaden
- 179–184 _ HAF, Bonn
- 185 _ Steico, Feldkirchen; Isofloc, Lohfelden
- 188 _ Wagner Zeitter, Wiesbaden
- 189 _ Christoph Hubweber, Schauenburg; Knauf, Iphofen
- 190 _ Arnim Seidel, Düsseldorf
- 192 _ Hans Engels, München; Neufert-Stiftung, Weimar-Gelmeroda
- 193, 194 _ HAF, Bonn
- 195 _ plus + bauplanung/Cornelia Suhan, Neckartenzlingen
- 196–199 _ HAF, Bonn
- 200 _ Siemens Wohnungsgesellschaft, München
- 201 _ Jochen Müller, Bielefeld

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