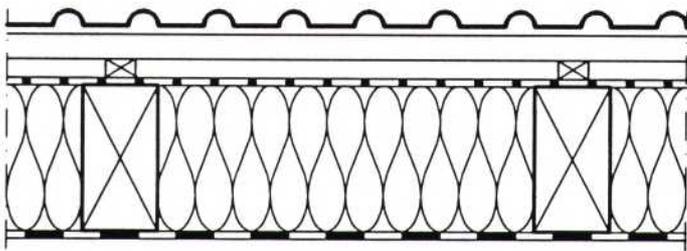
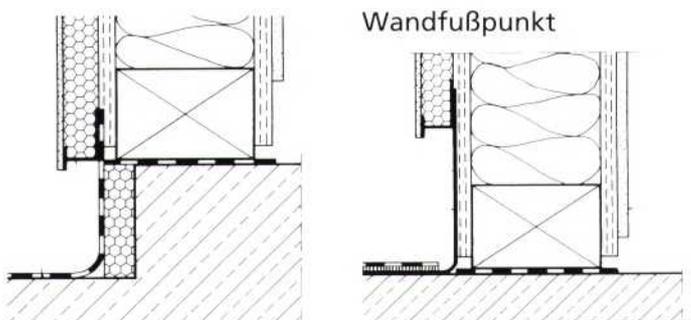
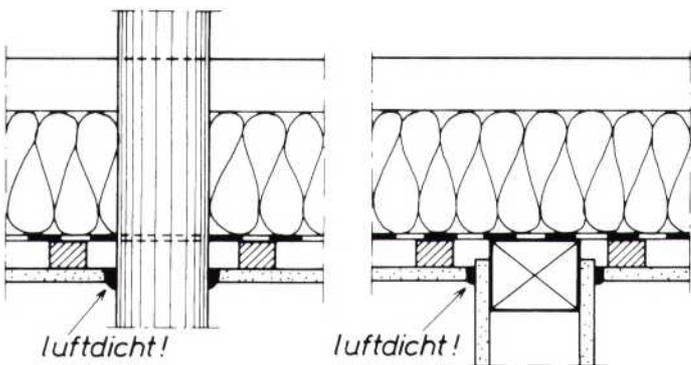
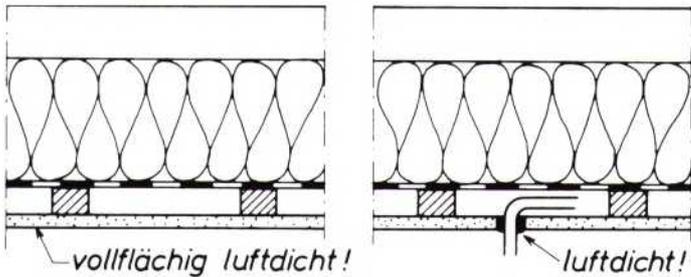


Baulicher Holzschutz

Dachquerschnitt



Raumseitige Bauteiloberfläche



Impressum

Der Informationsdienst Holz ist eine gemeinsame Schriftenreihe von

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

Herausgeber:

DGfH Innovations- und Service GmbH
Postfach 200619, D - 80006 München
mail @ dgfh.de
www.dgfh.de
(0 89) 51 61 70-0
(0 89) 53 16 57 fax

in Zusammenarbeit mit dem
HOLZABSATZ-FONDS,
Absatzförderungsfonds der deutschen
Forst- und Holzwirtschaft, Bonn

Bearbeitung:

[Univ.-Prof. DiplAng. H. Schulze](#)

Fotonachweis:

Titelfotos, Fotos S. 4: Thomas Lüttge

Technische Anfragen an:

Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.
Postfach 30 01 41
D-40401 Düsseldorf
argeholz@argeholz.de
www.argeholz.de
(02 11) 47 81 80
(02 11) 45 23 14 fax

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

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.

Erschienen: September 1997
Inhaltlich unveränd. Nachdruck: Juli 2001
ISSN-Nr. 0466-2114

holzbau handbuch
Reihe 3: Bauphysik
Teil 5: Holzschutz
Folge 2: Baulicher Holzschutz

Inhalt				
1	Zweck und Geltungsbereich der Schrift	4	7.4 Rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes	14
1.1	Zweck	4	7.5 Verbesserung tauwassergefährdeter Holzbauteile	14
1.2	Geltungsbereich	4	8 Dampfsperren in Holzbauteilen	14
1.3	Aktueller Stand der Vorschriften	4	8.1 Allgemeines	14
2	Begriffe	5	8.2 Erforderlicher s_d -Wert der Dampfsperre	15
3	Feuchte- und holzschutztechnische Eigenschaften des Holzes und der Holzwerkstoffe	7	8.3 Verdunstung von ungewollter Feuchte	15
3.1	Holzfeuchte	7	8.4 Beeinflusst die Dampfsperre das Raumklima?	16
3.2	Schwinden und Quellen	7	9 Luftdichtheit von Außenbauteilen	17
3.3	Mechanische Eigenschaften	8	9.1 Allgemeines zur Wasserdampfkonvektion	17
3.4	Pilzbefall	8	9.2 Typische Feuchteschäden und Ursachen	17
3.5	Insektenbefall	8	9.3 Luftdichte Ausbildung an der Raumseite	17
4	Vorbeugender Holzschutz nach DIN 68 800	9	10 'Besondere bauliche Maßnahmen' nach DIN 68 800-2 als Voraussetzung für Holzbauteile ohne chemischen Holzschutz (GK 0)	19
4.1	Übersicht	9	10.1 Allgemeines	19
4.2	Chemischer Holzschutz nach DIN 68 800-3	9	10.2 Kriterien der 'besonderen baulichen Maßnahmen'	19
4.3	Baulicher Holzschutz nach DIN 68 800-2	9	10.3 Vermeidung von unkontrollierbarem Insektenbefall als eine Bedingung der 'besonderen baulichen Maßnahmen'	19
4.4	Besonderer baulicher Holzschutz nach DIN 68 800-2	10	10.4 Vermeidung von Schäden infolge Pilzbefall als eine weitere Bedingung der 'besonderen baulichen Maßnahmen', Allgemeines	20
5	Gefährdungsklassen nach DIN 68800-3	10	10.5 Bauliche Voraussetzungen für die Vermeidung von Pilzbefall	20
5.1	Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 4	10	11 Außenwände GK 0	21
5.2	Kriterien für die Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 2	10	11.1 Allgemeine Anforderungen	21
5.3	Klassifizierung von Bauteilen nach DIN 68 800-3	11	11.2 Erforderlicher Wetterschutz	24
5.4	Ersatz des chemischen Holzschutzes durch Verwendung dauerhafter Hölzer	11	12 Geeignete Dächer GK 0	26
5.5	Von der Norm abweichende Klassifizierungen	11	12.1 Allgemeine Anforderungen	26
6	Tauwasserschutz für die Bauteiloberfläche	11	12.2 Dachquerschnitte GK 0 nach DIN 68 800-2	27
6.1	Allgemeines	11	12.3 Zusätzliche Hinweise	27
6.2	Erforderlicher Wärmeschutz zur Vermeidung von Tauwasser an ebenen Bauteiloberflächen	12	12.4 Abweichende Konstruktionen, Allgemeines	29
6.3	Tauwasserschutz für Bauteiloberflächen im Bereich von Wärmebrücken	12	12.5 Sonderfall: Dächer mit sichtbaren Sparren	31
6.4	Konstruktive Hinweise	12	12.6 Abweichungen und Einstufung nach DIN 68 800-3	31
7	Tauwasserschutz für den Bauteilquerschnitt	13	13 Flachdächer GK 0	31
7.1	Allgemeines	13	13.1 Mit sichtbaren Deckenbalken	31
7.2	Anforderungen an Holzbauteile	13	13.2 Mit raumseitiger Bekleidung	31
7.3	Holzbauteile ohne Nachweis des Tauwasserschutzes	13	13.3 Abweichungen von der GK 0 und Zuordnung nach DIN 68 800-3	32
			14 Decken GK 0 unter nicht ausgebauten Dachgeschoßen	33
			14.1 Allgemeines	33
			14.2 Bedingungen nach DIN 68 800-2	33
			14.3 Decken GK 0 nach DIN 68 800-2	33
			14.4 Sonderfälle	34
			15 Holzkonstruktionen GK 0 in nicht ausgebauten Dachräumen	36
			16 Holzbauteile GK 0 in Naßbereichen	35
			16.1 Allgemeines	35
			16.2 Fußböden in Naßbereichen	35
			16.3 Wände in Naßbereichen	35
			16.4 Decken unter Naßbereichen	36
			17 Holzwerkstoffe und ihre Anwendungsbereiche	36
			17.1 Allgemeines	36
			17.2 Anwendungsbereiche nach DIN 68 800-2	36
			17.3 Unzulässige Anwendungen für Holzwerkstoffe	38
			Zitierte Vorschriften	39
			Literatur	39

1 Zweck und Geltungsbereich der Schrift

1.1 Zweck

In dieser Schrift sollen der aktuelle Stand der Normung des vorbeugenden Holzschutzes nach DIN 68 800 - und dabei insbesondere des vorbeugenden baulichen Holzschutzes nach Teil 2 der Norm - sowie die heutigen Möglichkeiten aufgezeigt werden, den vorbeugenden chemischen **Holzschutz weitgehend oder sogar vollständig durch 'besondere bauliche Maßnahmen'** zu ersetzen (s. auch Kurzfassung [2]).

1.2 Geltungsbereich

Diese Ausführungen wie auch die DIN 68 800-2 - Holzschutz; Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (Ausgabe Mai 1996) - die inzwischen als Technische Baubestimmung in den Bundesländern eingeführt ist, gelten

- a) für den gesamten Hochbau sowie
- b) für alle modernen Holzbauarten (Tafel-, Ständer-, sog. 'Rahmen-' und Skelettbauart), ausgenommen die klassische, ausgemauerte Fachwerkwand, sowie
- c) unabhängig davon, ob die Bauteile im Werk vorgefertigt oder an der Baustelle errichtet werden.

Die Aussagen gelten vorrangig für Neubauten. Sie sind jedoch auch auf Modernisierungsmaßnahmen bei bestehenden Wohngebäuden oder vergleichbaren Gebäuden übertragbar, wie sie z.B. im Rahmen der Verbesserung des Wärmeschutzes oder der nachträglichen Gewinnung zusätzlichen Wohnraums durch den Ausbau bisher nicht genutzter Dachgeschosse durchgeführt werden. Ferner werden auch konstruktive Randgebiete, z.B. der Blockhausbau, gestreift.

Folgende Bereiche werden nicht oder nur am Rand behandelt:

- a) Die Sanierung von an Holzkonstruktionen durch tierische oder pflanzliche Schädlinge aufgetretenen Schäden, da es dort um eine andere Aufgabenstellung geht.
- b) Konstruktionen, die auf Grund ihrer Ausbildung und der zu erwartenden Beanspruchung der Gefährdungsklasse GK 3 oder GK 4 nach DIN 68 800-3 zugeordnet werden müssen, d.h. Bauteile, die den Niederschlägen ungeschützt ausgesetzt sind (GK 3), z.B. konventionelle Fachwerkbauten, oder bei denen ein Erdkontakt oder eine andere extreme Feuchtebeanspruchung

vorliegt (GK 4).

Solche besonderen Situationen sollten durch bauliche Maßnahmen nach Möglichkeit derart entschärft werden, daß die Konstruktionen in eine niedrigere Gefährdungsklasse eingestuft werden können. Denkanstöße hierzu werden in Abschn. 4.3.2 gegeben.

1.3 Aktueller Stand der Vorschriften

Eine solche Informationsschrift sollte in ihren Aussagen für einen längeren Zeitraum weitestgehend aktuell bleiben.

Zum Zeitpunkt der Abfassung dieser Schrift (Sommer 1997) bestand jedoch folgende Schwierigkeit: Auf der einen Seite waren die nationalen Vorschriften bezgl. der hier behandelten Themen - Wärme- und Feuchteschutz nach DIN 4108 sowie Holzschutz nach DIN 68 800 - eindeutig und lückenlos; auf der anderen Seite war die Entwicklung der entsprechenden europäischen Regelungen inzwischen zwar wesentlich vorangeschritten, aber noch nicht so weit gediehen, daß dadurch die nationalen Regelungen hätten ersetzt werden können. Deshalb wurden hier - auch um den Leser nicht zu verwirren - ausschließlich die nationalen Vorschriften zugrunde gelegt. Sobald diese durch europäische technische Regeln ersetzt worden sind, können im Rahmen eines verbesserten Nachdrucks entsprechende Änderungen vorgenommen werden.



2 Begriffe

Nachstehend werden solche Begriffe aus den Bereichen 'Holzschutz' und 'Feuchte-schutz' - und zwar bezgl. der allgemeinen Definition oder der hier vorgenommenen Interpretation -erläutert, die in dieser Schrift behandelt werden und für das Verständnis der Aussagen von Bedeutung sind.

Baulicher Holzschutz

Vorbeugende konstruktive oder bauphysikalische Maßnahmen zur Vermeidung einer unzutraglichen Veränderung des Feuchtegehaltes von Holz und Holzwerkstoffen. Dadurch kann auch die Einstufung in eine niedrigere Gefährdungsklasse ermöglicht werden.

Besondere bauliche Maßnahmen Voraussetzung für die Zuordnung eines Holzbauteils zur Gefährdungsklasse GK 0 (kein chemischer Holzschutz erforderlich). Dabei sind sicherzustellen: a) Keine längerfristig auftretende unzulässige Holzfeuchte $u > 20 \%$, auch nicht infolge ungewollt einwirkender Feuchte, b) kein Zutritt von holzzerstörenden Insekten zu verdeckt angeordnetem Holz.

Chemischer Holzschutz

Behandlung mit chemischen Holzschutzmitteln. Erforderlich für Holz, das trotz baulicher Maßnahmen einer Schädigung durch holzzerstörende Pilze oder Insekten ausgesetzt sein kann.

Dauerhafte Holzart

Holzarten, die auf Grund ihrer natürlichen Dauerhaftigkeit gegenüber den Beanspruchungen einer Gefährdungsklasse (GK 1 bis GK 4) ohne chemische Mittel ausreichend beständig sind.

Gefährdungsklasse

Mit der Gefährdungsklasse eines Holzbauteils wird die mögliche Gefahr für das Holz durch holzzerstörende Organismen in Abhängigkeit von seiner jeweiligen Einbausituation ausgedrückt. Man unterscheidet die Klassen GK 0 (nicht gefährdet) bis GK 4 (extrem gefährdet).

Holzwerkstoff klasse

Drückt die Feuchtebeständigkeit eines Holzwerkstoffes (z.B. Spanplatte, Bau-Furniersperrholz) aus. Man unterscheidet die Klassen 20 (z.B. für Innenverwendung), 100 (z. B. für Außenverwendung mit Wetterschutz), 1000 (Platten mit zusätzlichem Pilzschutz, z.B. für Anwendungen mit evtl. größerer Feuchtebelastung).

Insektenbefall

Die bauaufsichtlichen Bestimmungen beziehen sich nur auf Trockenholzinsekten

(z.B. Hausbock, Anobien), nicht auf Frischholzinsekten (z.B. Holzwespe), die das Holz lediglich im unverbauten Zustand befallen und die Tragfähigkeit nicht beeinträchtigen.

Insektenundurchlässige Schicht Bauteilschicht (z.B. Bekleidung, s. Bild 1 0.2), die den Durchtritt von Insektenweibchen und damit ihre Eiablage im Holz verhindert. Luftdichtheit ist hierfür nicht erforderlich.

Pilzbefall

Holz kann durch holzzerstörende und durch nicht holzzerstörende Pilze (Schimmelpilze, Bläue) befallen werden. Die bauaufsichtlichen Anforderungen und die Ausführungen in dieser Schrift beziehen sich ausnahmslos auf die Vermeidung von sicherheitsrelevanten Schäden durch holzzerstörende Pilze.

Planmäßige Feuchte

Z.B. Einbaufeuchte des Holzes (nach Möglichkeit entsprechend der während der späteren Nutzung zu erwartenden Gleichgewichtsfeuchte) sowie zulässige Tauwasser-masse nach DIN 4108-3 (infolge Wasserdampfdiffusion).

Ungewollte Feuchte

Höhere Einbaufeuchte des Holzes oder anderer Materialien als während der späteren Nutzung zu erwarten, in der Bauphase einwirkende Niederschläge oder hohe Baufeuchte, Feuchte aus Leckagen in der Dachhaut (Niederschläge) oder bei raumseitig nicht luftdichter Schicht Wasserdampf konvektion).

Austrocknungskapazität

Mögliche rechnerische Verdunstungsmasse von überschüssiger (ungewollter) Feuchte aus dem Bauteilquerschnitt.

Installationsebene

Bei Außenbauteilen raumseitige Vorhangschale mit Hohlraum-Ebene zur Aufnahme von Installationen (Elektro-, Wasser-), zum Bauteil hin mit fugenloser, luftdichter Schicht aus Plattenwerkstoffen (Bild 2.1). In Ausnahmefällen kann die luftdichte Schicht auch aus Folien oder dergl. gebildet werden, wenn mechanische Beschädigungen dieser Schicht durch das Einbringen der Installation oder durch spätere Schwindverformungen der Holzteile mit Sicherheit vermieden werden.

Trockener Raum

Nach DIN 68 800 alle Aufenthaltsräume in Wohngebäuden, einschl. Küchen und privater Bäder, sowie Räume mit vergleichbarer Nutzung und vergleichbaren klimatischen Bedingungen in anderen

Gebäuden, z.B. Verwaltungsbauten.

Naßbereich

Bereiche, auch in trockenen Räumen, mit höherer Feuchtebeanspruchung (Spritz-, Schwallwasser) der Bauteiloberflächen, z.B. Duschwände, Badfußböden.

Feuchtraum/Naßraum

Räume mit langfristig hoher relativer Luftfeuchte bzw. mit stärkerer Wassereinwirkung auf die Bauteiloberflächen (z.B. öffentliche Bäder, Ställe).

Diffusionsoffene Schicht

Nach DIN 68 800-2 Bauteilschicht mit diffusionsäquivalenter Luftschichtdicke (s_d -Wert) $s_d <_{=} 0,2$ m.

Extrem diffusionsoffene Schicht

Bauteilschicht mit diffusionsäquivalenter Luftschichtdicke $s_d <_{=} 0,02$ m.

Wasserdampfdiffusion

Wasserdampftransport durch ein Außenbauteil mit geschlossenen Schichten infolge des Wasserdampfdruckunterschiedes zwischen beiden Seiten des Bauteils (Bild 2.2).

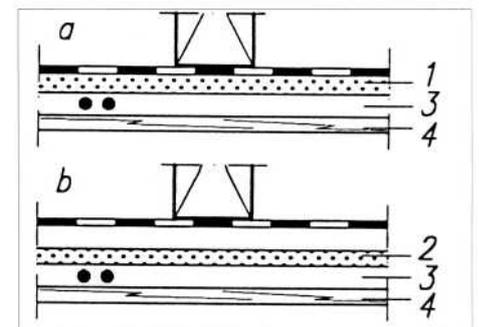


Bild 2.1

Beispiele für Installationsebene raumseitig vor Außenbauteilen (Dämmschicht im Sparrenfach nicht eingezeichnet)

- a luftdichte Schicht (1) direkt auf Konstruktionsholz aufgebracht,
- b luftdichte Schicht (2) unter Querlattung
- 1 raumseitige, direkt aufgetragene, luftdichte Wandbekleidung oder -beplankung,
- 2 Dach/Deckenbekleidung, luftdicht, auf Zwischenlattung,
- 3 Installationsebene, ohne/mit Dämmstoffeinlage,
- 4 Bekleidung, beliebig (auch luftdurchlässig, z.B. Brettschalung)

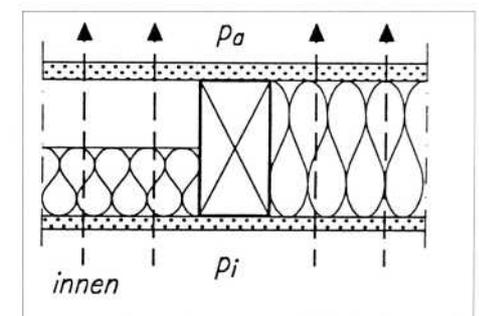


Bild 2.2

Wasserdampfdiffusion durch ein Außenbauteil (Prinzip)

Wasserdampfkonvektion

Wasserdampftransport in oder durch ein Bauteil infolge Konvektion der angrenzenden Luft (in aller Regel der Raumluft) infolge eines Luftdruckunterschiedes zwischen beiden Seiten des Bauteils, nur möglich bei nicht luftdichter Ausbildung der raumseitigen Bauteiloberfläche (Bild 2.3).

sd -Wert

Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d einer Bauteilschicht (in m): Produkt $s_d = p \times s$ (m) aus vorhandener Schichtdicke s (m) und Diffusionswiderstand p (dimensionslos) des Materials, letztere kann DIN 4108-4 entnommen werden. Der s_d -Wert einer Bauteilschicht drückt deren Diffusionswiderstand als Dicke einer gedachten ruhenden Luftschicht mit demselben Widerstand aus. Je größer der s_d -Wert einer Schicht, desto dampfdichter ist sie.

Dampfsperre

Schicht in Außenbauteilen (in der Regel Folie oder Bahn), die ausschließlich die Wasserdampfdiffusion durch das Bauteil, s. Bild 2.2, verhindern oder reduzieren soll (Bild 2.4) (im allgemeinen Sprachgebrauch auch als 'Dampfbremse' bezeichnet). Eine Klassifizierung hinsichtlich ihres s_d -Wertes existiert bisher nicht.

'Praktisch dampfdicht': Nach DIN 4108-4 Schicht mit $s_d > 1500$ m.

Luftdichte Schicht

Schicht in Außenbauteilen vor allem zur Vermeidung von Tauwasser infolge Konvektion der Raumluft in das Bauteil, s. Bild 2.3 (ggf. von gefährlicher Größenordnung für Holzbauteile!) (Bild 2.5). Ferner zur Verhinderung von Wärmeverlusten und zur Sicherstellung der Behaglichkeit (Verhinderung von Zuglufterscheinungen).

Winddichte Schicht

Luftdicht ausgebildete Schicht (z.B. Plattenwerkstoff, Folie, Bahn) an der Außenseite eines Außenbauteils zur Verhinderung einer Durchströmung der Wärmedämmung mit Außenluft, z.B. infolge Windeinfluß, mit möglicher Verringerung des Wärmeschutzes (Bild 2.6). Bei geneigten Dächern in Holzbauart bisher in der Regel nicht vorhanden und allgemein bei Holzbauteilen - im Gegensatz zur luftdichten Schicht an der Raumseite - auch nicht erforderlich.

Belüfteter Hohlraum

Hohlraum innerhalb eines Außenbauteils, der durch Verbindung mit der Außenluft über Zu- und Abluftöffnungen vorgegebener Mindestgröße im Sinne von DIN 4108-3 ausreichend belüftet ist.

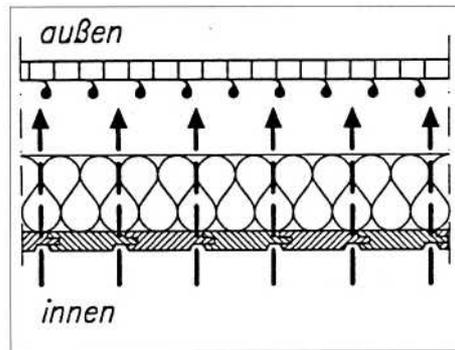


Bild 2.3 Konvektion (mit Wasserdampftransport) durch Bauteil bei raumseitig nicht luftdichter Ausbildung (z.B. Profilbrettschalung) (Prinzip)

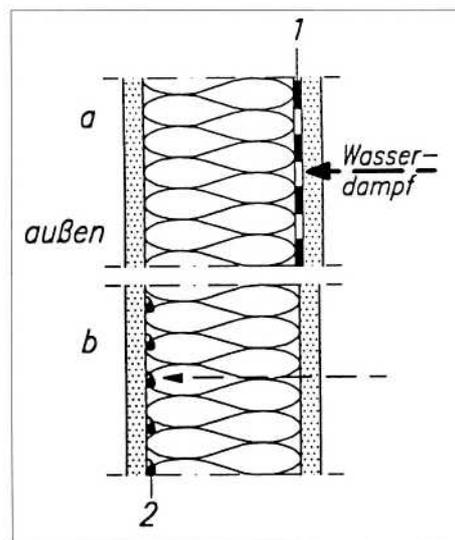


Bild 2.4 Dampfsperre ('Dampfbremse') (1) in Außenbauteilen (im raumseitigen Bereich angeordnet) zur Verhinderung von Tauwasser oder einer unzulässig großen Tauwassermasse im Bauteilquerschnitt infolge Wasserdampfdiffusion (Prinzipskizze)
a) Dampfsperre wirksam, b) ohne Dampfsperre, evtl. Folge: unzulässige Tauwassermasse (2) im Bauteilquerschnitt

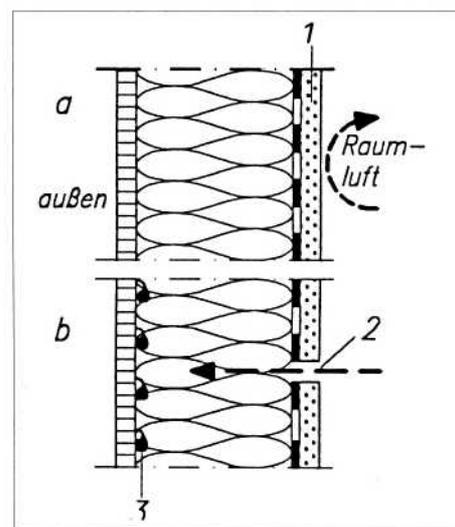


Bild 2.5 Luftdichte Schicht (1) in Außenbauteilen zur Verhinderung der gefährlichen Wasserdampfkonvektion, am wirkungsvollsten im raumseitigen Bauteilbereich angeordnet; darüber hinaus erforderlich zur Vermeidung von zusätzlichen Wärmeverlusten sowie von 'Zugluft' (Prinzipskizze)
a) luftdichte Schicht wirksam, b) Leckage (2) in ansonsten luftdichter Schicht, extreme Tauwasserbildung (3) im Bauteilquerschnitt möglich

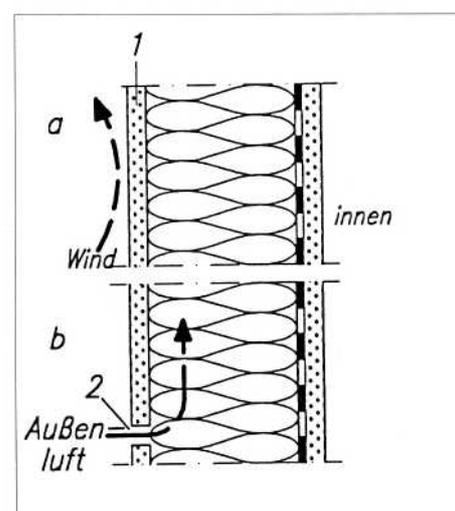


Bild 2.6 Winddichte Schicht (1) an der Außenseite von Außenbauteilen (Prinzipskizze)
a) vorhanden, b) nicht vorhanden, z.B. infolge Leckage (2)

3 Feuchte- und holzschutztechnische Eigenschaften des Holzes und der Holzwerkstoffe

3.1 Holzfeuchte

3.1.1 Definitionen

Nach DIN 4074-1 unterscheidet man zwischen

- trockenem Holz ($u < 20\%$),
- halbtrockenem Holz ($u < 30\%$, bei Querschnitten über 200 cm^2 $u < 35\%$)
- und frischem Holz ($u > 30\%$ bzw. 35%).

3.1.2 Fasersättigungsbereich

Der Fasersättigungsbereich des Holzes stellt die Grenze zwischen dem Vorhandensein von gebundenem Wasser einerseits und freiem Wasser andererseits dar. Oberhalb des Fasersättigungsbereiches ist die Holzfeuchte zusätzlich als freies Wasser in den Zellhohlräumen vorhanden, das z.B. auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes praktisch keinen Einfluß mehr hat.

In erster Annäherung kann man den Fasersättigungsbereich für die in Deutschland allgemein verwendeten Nadelhölzer mit etwa $u = 30\%$ annehmen.

3.1.3 Gleichgewichtsfeuchte

3.1.3.1 Holz

Wird Vollholz einem Klima frei ausgesetzt, ohne direkte Einwirkung von Wasser (z.B. kein Tauwasser, keine Niederschläge), dann stellt sich unterhalb des Fasersättigungsbereiches (je nach Holzart und -abmessungen unterschiedlich schnell) Gleichgewicht ein zwischen Temperatur und relativer Feuchte der umgebenden Luft einerseits und der Holzfeuchte andererseits ("hygroskopisches Gleichgewicht"). Kurzzeitige Änderungen der relativen Feuchte (Dauer Minuten oder wenige Stunden), z.B. in privaten Bädern, haben keinen merklichen Einfluß auf die Holzfeuchte; wohl aber Langzeiteinwirkungen (Dauer Wochen, z.B. Aufenthaltsräume im Sommer, beheizt im Winter).

3.1.3.2 Holzwerkstoffe

Bei Bau-Furniersperrholz kann man in erster Annäherung die gleiche Hygroskopizität wie für das Holz annehmen, aus dem sie hergestellt sind. Bei Spanplatten können sich dagegen, vor allem je nach Verleimungsart, erhebliche Unterschiede in der Gleichgewichtsfeuchte ergeben.

3.1.4 Holzfeuchte im Einbauzustand

In den weitaus meisten Anwendungsfällen - z.B. klimatisierte Räume ausgenommen - schwankt jahreszeitlich bedingt die relative Feuchte der umgebenden Luft und damit die Holzfeuchte der dieser Atmosphäre direkt (ungeschützt) oder indirekt ausgesetzten Teile.

Um Feuchteschwankungen des Holzes und der Holzwerkstoffe und damit Formänderungen und daraus resultierende Nachteile so klein wie möglich zu halten, sind diese Werkstoffe nach DIN 68 800-2 bereits mit möglichst dem Feuchtegehalt einzubauen, der während der späteren Nutzung als Mittelwert zu erwarten ist. Die Vorbehandlung des Holzes und der Holzwerkstoffe, ihr Transport, evtl. Zwischenlagerung an der Baustelle sowie die Einbaubedingungen sind also insgesamt darauf abzustimmen.

Zwar ist es nahezu unmöglich - und auch nicht notwendig -, beim Einbau den späteren Mittelwert der Feuchte genau zu treffen, zumal man ihn ohnehin nicht kennt, jedoch liegt man von der späteren Wirklichkeit nicht allzu weit entfernt, wenn man sich an bewährte Angaben hält. DIN 1052-1, Abschn. 4.2.1, gibt für einige grob klassifizierte Anwendungsbereiche "Richtwerte" der Holzfeuchte an, die auf sehr einfache Weise eine im allgemeinen zuverlässige Abgrenzung des zu erwartenden Holzfeuchtebereiches ermöglichen (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1
Richtwerte der massebezogenen Holzfeuchte u nach DIN 1052-1

Anwendungsbereich	u (%)
allseitig geschlossene Bauwerke mit Heizung	6 - 12
allseitig geschlossene Bauwerke ohne Heizung	9 - 15
überdeckte, offene Bauwerke	12 - 18
der Witterung allseitig ausgesetzte Konstruktionen	12 - 24

Ist der Feuchtegehalt des Holzes bei der Errichtung nicht geleimter Bauteile höher als der "Richtwert", dann darf dieses Holz nach DIN 1052-1 nur für solche Bauwerke verwendet werden, 'bei denen es nach-trocknen kann und deren Bauteile gegenüber den hierbei auftretenden Schwindverformungen nicht empfindlich sind'.

Die Holzfeuchte kann mit im allgemeinen befriedigender Genauigkeit für die praktischen Belange mit elektrischen Feuchtemeßgeräten ermittelt werden (unter Verwendung von Einschlag- oder Einschraub-Elektroden). Bei phenolharzverleimten

Spanplatten, die heute allerdings bei weitem nicht mehr so häufig eingesetzt werden, wie in früheren Jahren, sind jedoch große Abweichungen zwischen angezeigter und tatsächlich vorhandener Plattenfeuchte möglich, so daß hier zumeist nur die Darrprüfung verlässliche Ergebnisse liefert.

3.2 Schwinden und Quellen

3.2.1 Holz

Das Schwinden und Quellen, also die Volumenänderung des Holzes infolge wechselnder Holzfeuchte (umgangssprachlich auch als 'Arbeiten' bezeichnet), beeinflusst die technische Verwendung des Holzes nachhaltig. Ihre Kenntnis und vor allem ihre Berücksichtigung beim Konstruieren mit Holz sind besonders wichtig, um die Formänderungen des Holzes und der Holzbauteile sowie Zwängungskräfte infolge behinderten Schwindens und Quellens und unangenehme Rißbildungen möglichst klein zu halten. Das gleiche trifft auch für die Holzwerkstoffe zu.

Diese Volumenänderung findet nur unterhalb des Fasersättigungsbereiches statt, oberhalb ist Holz praktisch dimensionsstabil. Besonders unangenehm ist die Anisotropie des Holzes: Es schwindet oder quillt am stärksten in Richtung der Jahrringe (tangential), etwa halb so stark in Richtung der Markstrahlen (radial) und nur wenig in Faserrichtung (longitudinal).

Für das rechnerische Abschätzen von Formänderungen in der Praxis kann man näherungsweise davon ausgehen, daß das Schwinden und Quellen (unterhalb des Fasersättigungsbereiches) proportional zur Änderung der Holzfeuchte ist. Gebräuchlich sind deshalb die spezifischen Schwind- und Quellmaße, die auf eine Änderung der Holzfeuchte von 1 % bezogen sind. Solche Werte können im Bedarfsfall der einschlägigen Holzfachliteratur entnommen werden.

DIN 1052-1 nennt als spezifisches Schwindmaß für europäische Nadelhölzer einheitlich $0,24\%$ ("quer zur Faserrichtung") als Mittelwert aus tangential und radial, da der tatsächliche Jahrringverlauf im späteren Holzquerschnitt nicht vorhersehbar ist (vgl. Tabelle 3.2).

Tabelle 3.2
Richtwerte nach DIN 1052-1 für spezifische Schwind- und Quellmaße von europäischem Nadelholz, bezogen auf eine Änderung der Holzfeuchte von 1 Masse-%

Richtung zur Faser	Richtwert
längs	0,01%
quer	0,24%

Beispiel:

Trocknet ein Kantholz mit dem Querschnitt 120/120 mm² nach dem Einbau von 25% auf 10% herunter, dann werden - ganz grob gesehen - seine Seitenlängen rechnerisch im Mittel um ca. $(25-10) \times 0,24/100 \times 120 = 4,3$ mm kürzer, der zurückgetrocknete Querschnitt ist danach nur noch ca. 116/116 mm².

Die tatsächlichen Feuchteschwankungen des Holzes und der Holzwerkstoffe während der Nutzung sind in der Regel wesentlich kleiner, als oben angenommen; sie betragen bei Bauteilen, die nicht der Witterung ausgesetzt sind, etwa 3% bis 5%. Bei allen genannten Werten handelt es sich um die freien Schwind- und Quellmaße. Bei behindertem Schwinden oder Quellen (wenn also das Holz z.B. Teil einer Verbundkonstruktion ist) darf mit den halben spezifischen Werten gerechnet werden.

Rißbildung tritt auf, wenn die Schwindverformungen behindert werden und die Schwindspannungen die Querkzugfestigkeit des Holzes überschreiten. Das kann z.B. der Fall sein, wenn bei größeren Holzquerschnitten ein starkes Feuchtegefälle von innen nach außen dadurch entsteht, daß zunächst nur im äußeren Bereich des Querschnittes eine Feuchteabgabe stattfindet.

3.2.2 Holzwerkstoffe

In Tabelle 3.3 sind für einige Holzwerkstoffe die spezifischen Schwind- und Quellmaße in Plattenebene (unbehindert) angegeben, überwiegend aus DIN 1052-1. Auch diese Angaben stellen nur grobe Anhaltswerte dar, da die tatsächlichen, hygriisch bedingten Längenänderungen von einer Vielzahl von Faktoren abhängen und von den angegebenen Mittelwerten mehr oder weniger stark abweichen können.

Tabelle 3.3
Spezifische Schwind- und Quellmaße von Holzwerkstoffen in Plattenebene in % (grobe Anhaltswerte, überwiegend nach DIN 1052-1)

Änderung	Plattenart ¹⁾		
	BFU	FP	HFH/HFM
des Feuchtegehalts um 1 M.-%	0,020	0,035	0,040
der relativen Luftfeuchte um 30%	0,10	0,18	0,15

1) BFU Bau-Furniersperrholz
FP Spanplatten
HFH Harte Holzfaserplatten
HFM Mittelharte Holzfaserplatten

Da die Änderung der Holzfeuchte bei den einzelnen Holzwerkstoffarten und -typen sehr unterschiedlich sein kann, sind die Schwind- und Quellmaße auch für eine Änderung der relativen Luftfeuchte um 30% angegeben, deren Handhabung in der Praxis oft einfacher ist.

Bei Spanplatten kann man für die feuchtebedingten Längenänderungen in beiden Richtungen der Plattenebene in den meisten Anwendungsfällen von maximal etwa 2 mm/m ausgehen.

Tatsächlich können aber eine gleichmäßige Holzfeuchteänderung über die Plattendicke und die damit verbundene reine Längenänderung (**Bild 3.1a**) nicht schlagartig auftreten. Vielmehr wird die Feuchteänderung (durch direkte Befeuchtung oder durch Feuchteausgleich mit dem Umgebungsklima) an einer Plattenoberfläche beginnen, so daß sich über die Plattendicke ein ungleichmäßiger Feuchtegehalt und damit eine ungleichmäßige Längenänderung einstellen, die zusätzlich zu einer Aufwölbung der Platte quer zu ihrer Ebene führen (Bild 3.1b). Dieses Verhalten ist vor allem bei Spanplatten (FP) - im Gegensatz zum über der Faserlängsrichtung im allgemeinen 'harmlosen' Vollholz (VH) - deshalb so ausgeprägt, weil neben den großen Plattenabmessungen das Quellmaß in Plattenebene

$$\alpha_{u \parallel} \text{ (FP)} \approx 3,5 \cdot \alpha_{u \parallel} \text{ (VH)}$$

ist.

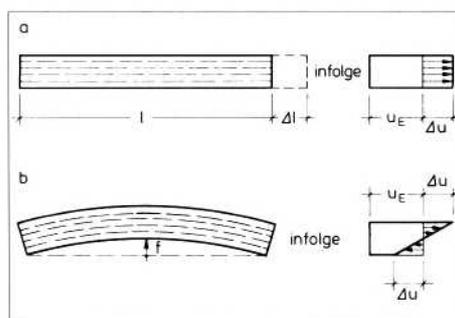


Bild 3.1
Unbehindertes Schwinden/Quellen von Spanplatten infolge Feuchteänderung Δu; reine Längenänderung Δl infolge Δu = const., b Aufwölbung f infolge Δu m const.; u_E Einbaufeuchte; aus [1]

Somit wird erklärlich, daß - auch ohne direkte Feuchtebeanspruchung - die Aufwölbung und damit die Gefahr von Bauschäden um so größer ist,

- a) je größer der Unterstützungsabstand der Platten und
- b) je geringer die Plattendicke ist.

Die Dickenquellung der Holzwerkstoffe ist zwar relativ größer als die Längen- und Breitenquellung, hat aber im Holzbau im Regelfall praktisch keine Bedeutung.

3.3 Mechanische Eigenschaften

Auf den nachhaltigen Einfluß der Holzfeuchte auf die mechanischen Eigenschaften des Holzes und der Holzwerkstoffe wird hier nicht näher eingegangen, da die entsprechenden Abminderungen der Tragfähigkeit in den einschlägigen Bemessungsvorschriften, z.B. DIN 1052, geregelt sind.

Ein Spezialfall, bei dem auf Grund eines Mißverständnisses in der Praxis des öfteren Lehrgeld gezahlt werden mußte, ist der Spanplattentyp V1000 (DIN 68 763). Die Bezeichnung sagt nicht mehr und nicht weniger, als daß die Verleimung gegen hohe Luftfeuchte beständig und die Platten gegen holzerstörende Pilze chemisch geschützt sind. Durch falsche Auslegung wurde diesem Plattentyp in der Praxis zuweilen die Eigenschaft 'wetterfest' oder 'wasserfest' unterstellt. Das hatte zur Folge, daß bei fehlendem baulichen Holzschutz (z.B. kein Wetterschutz) die Platten mechanisch beeinträchtigt wurden und ihre Funktion nicht mehr erfüllen konnten.

3.4 Pilzbefall

Von anderen Voraussetzungen (z.B. Temperatur, Luftbewegung) abgesehen, sind Wachstumsbedingungen für holzerstörende Pilze dann gegeben, wenn die Holzfeuchte langfristig größer als 20% ist, siehe jedoch Erläuterungen hierzu in Abschn. 10.4.

Deshalb ist im allgemeinen ein chemischer, fungizider (pilztötender) Holzschutz dort erforderlich, wo eine Holzfeuchte u > 20% **über einen längeren Zeitraum nicht ausgeschlossen** werden kann, sofern nicht Holzarten mit ausreichend hoher natürlicher Dauerhaftigkeit verwendet werden, so daß auf chemische Maßnahmen verzichtet werden kann. Einzelheiten hierzu siehe Abschn. 5.4.

3.5 Insektenbefall

Die Gefährdung des Holzes durch holzerstörende Insekten kann bereits bei einer Holzfeuchte unterhalb 10% einsetzen.

4 Vorbeugender Holzschutz nach DIN 68 800

4.1 Übersicht

Der vorbeugende bauliche Holzschutz ist in DIN 68 800-2, der vorbeugende chemische Holzschutz in DIN 68 800-3 geregelt. Allgemein gelten die dort enthaltenen Anforderungen nur für tragende, d.h. auch für aussteifende Teile aus Holz und Holzwerkstoffen.

Für nichttragende Teile haben die jeweiligen Festlegungen empfehlenden Charakter.

In DIN 68 800-3 wird bei den Hinweisen (Empfehlungen) für nichttragende Teile hinsichtlich der Kriterien für den chemischen Schutz speziell zwischen zwei Fällen unterschieden:

1. Nicht maßhaltiges Holz, z.B. Bekleidungen oder dergl., und
2. maßhaltiges Holz, z.B. Fenster und Außentüren.

In beiden Fällen kann ein chemischer Schutz - obwohl er in der Norm hierfür nicht gefordert wird - z.B. in Anbetracht der Werterhaltung eines Objektes durchaus zweckmäßig sein. Einzelheiten hierzu können im Beuth-Kommentar zu DIN 68 800 nachgelesen werden [4].

Grundsätzlich besteht bei tragenden und nichttragenden Teilen die Möglichkeit, über vorbeugende bauliche oder chemische Maßnahmen oder über ihre Kombination unter wirtschaftlichen Aspekten unter Berücksichtigung aller dabei eingehenden Faktoren zu entscheiden.

4.2 Chemischer Holzschutz nach DIN 68 800-3

Der vorbeugende chemische Holzschutz soll das Holz vor der unzulässigen Einwirkung von tierischen (holzerstörenden Insekten) und pflanzlichen Schädlingen (holzerstörenden Pilzen) schützen. Dieser Schutz kann bei Verwendung entsprechend dauerhafter Hölzer auch ohne chemische Mittel sichergestellt werden (vgl. Abschn. 5.4).

Holzverfärbende Pilze (z.B. Bläuepilze) oder Schimmelpilze einerseits oder Frischholzinsekten andererseits sind nicht Gegenstand des Holzschutzes nach DIN 68 800-2 und -3, da durch diese Befallsarten keine unzulässige Beeinträchtigung der wesentlichen Bauteilfunktionen auftritt. Allerdings können Schimmelpilze ernste gesundheitliche Folgen haben!

Anmerkung: Eine Informationsschrift über gesundheitliche Aspekte ist in Vorbereitung. Diese Thematik ist jedoch nicht

allein *holzbauspezifisch, sondern betrifft allgemein den gesamten Hochbau.*

4.3 Baulicher Holzschutz nach DIN 68 800-2

Der vorbeugende bauliche Holzschutz hat im wesentlichen zwei Aufgaben, nämlich a) ganz allgemein den Feuchteschutz der Konstruktion sicherzustellen und b) in besonderen Fällen die Voraussetzungen für die Einstufung des Bauteils in eine niedrigere Gefährdungsklasse zu schaffen und damit einen geringeren Aufwand hinsichtlich des chemischen Schutzes zu ermöglichen.

4.3.1 Allgemeiner Feuchteschutz der Konstruktion

Bauliche Maßnahmen zum Feuchteschutz des Holzes sind - zumindest bei Außenbauteilen oder vergleichbaren Anwendungen - in jedem Fall erforderlich, d.h. auch unabhängig davon, welche Gefährdungsklasse vorliegt, d.h. welche chemischen Maßnahmen vorgesehen sind.

Beispielhaft sollen nur drei wesentliche Mängel aus der Feuchteeinwirkung genannt werden, die durch chemische Maßnahmen nicht reduziert, geschweige denn verhindert werden können:

1. Größere Schwind- und Quellverformungen des Holzes, woraus sich eine starke Beeinträchtigung der Gebrauchstauglichkeit der gesamten Konstruktion, z.B. durch Beeinträchtigung der Dichtigkeit der Außenhülle, ergeben kann.
2. Unzulässige Feuchtezunahme eingebauter Dämmstoffe oder benachbarter, feuchteempfindlicher Werkstoffe mit Nachteilen für den Wärmeschutz durch zu feucht eingebautes Holz oder durch andere außerplanmäßige Feuchteinwirkungen.
3. Schimmelpilzbefall, auch innerhalb des Bauteilquerschnitts, mit evtl. gesundheitlichen Auswirkungen auf die Bewohner.

4.3.2 Reduzierung der Gefährdungsklassen

Ferner kann durch bauliche Maßnahmen die Feuchtebeanspruchung des Holzes und damit seine Gefährdung durch Pilzwachstum verringert und somit unter Umständen die Einstufung in eine niedrigere Gefährdungsklasse ermöglicht werden. Beispiele:

1. Außenwand (Bild 4.1): Ohne zusätzlichen Wetterschutz des Holzes GK 3, mit Wetterschutz GK 2.

2. Stütze im Freien (Bild 4.2): Mit Erdkontakt GK 4, bei Aufständigung auf einem Betonsockel GK 3, mit zusätzlichem Wetterschutz: GK 2.

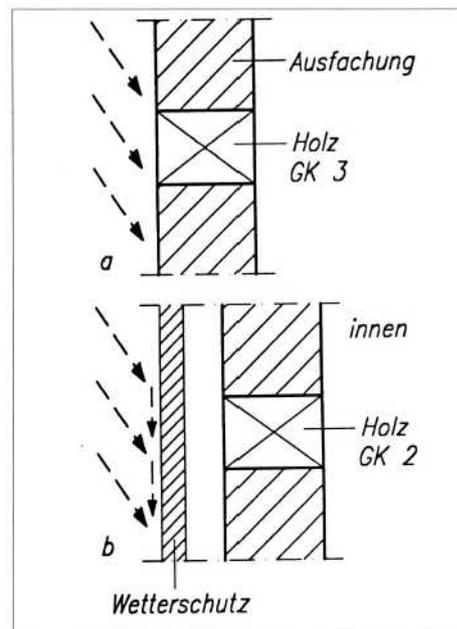


Bild 4.1 Beispiel einer Außenwand (Prinzip) für Reduzierung der Gefährdungsklasse GK durch bauliche Maßnahmen,

- a Holzquerschnitt ist den Niederschlägen direkt ausgesetzt, d.h. hier ist die GK 3 zugrunde zu legen; Voraussetzung ist jedoch, daß sich kein stehendes Wasser im Holz bilden kann (in Schwindrissen, an Anschlußstellen oder dergl.), anderenfalls wäre die GK 4 maßgebend
- b Holzquerschnitt ist durch Wetterschutz (Vorhangschale oder dergl.) vor Niederschlägen geschützt, die Bedingungen für die GK 2 sind eingehalten

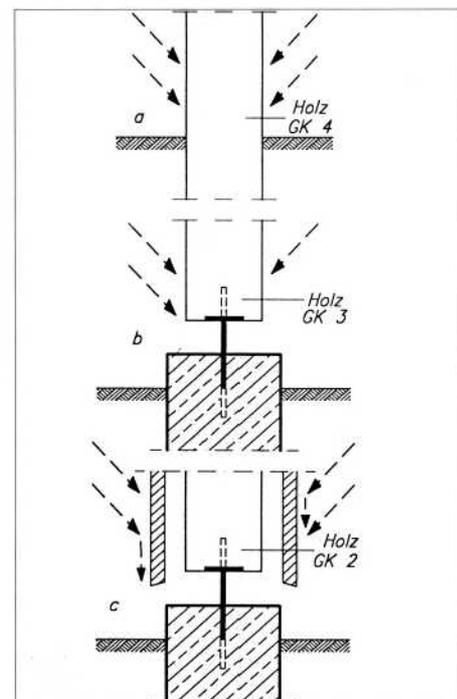


Bild 4.2 Beispiel einer Stütze im Freien (Prinzip) für Reduzierung der Gefährdungsklasse GK durch bauliche Maßnahmen;

- a Holz mit Erdkontakt: GK 4
- b Holz den Niederschlägen ausgesetzt, ohne Erdkontakt: GK 3
- c Holz durch bauliche Maßnahmen vor Niederschlägen geschützt: GK 2

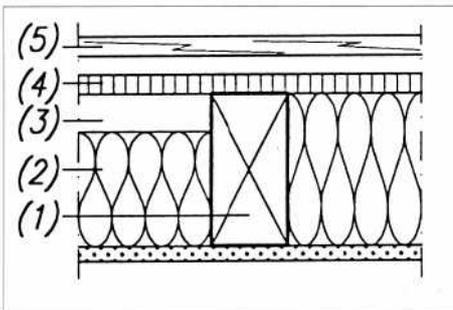


Bild 4.3:

Beispiel einer Außenwand mit Wetterschutz (Prinzip) für Reduzierung der Gefährdungsklasse GK 2 nach DIN 68 800-3 (vgl. Bild 4.1 b) auf die GK 0 (kein chemischer Schutz erforderlich) durch besondere bauliche Maßnahmen nach DIN 68 800-2, besondere bauliche Voraussetzungen:

- (1) Tragendes Holz, Einbaufeuchte $u < 20\%$
- (2) Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1 oder Material mit über eine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesener Eignung für diese Anwendung
- (3) Insektenunzugänglicher Hohlraum
- (4) Insektenundurchlässige Abdeckung des tragenden Holzes
- (5) Vorgegebener Wetterschutz nach DIN 68 800-2, auch im Anschlußbereich an Fenster und Außentüren dichte Ausbildung

4.4 Besondere bauliche Maßnahmen nach DIN 68 800-2

Die besonderen baulichen Maßnahmen ermöglichen die Einstufung von Bauteilen in die GKO, die nach DIN 68 800-3 noch eines chemischen Holzschutzes bedürfen, d.h. auch bei Außenbauteilen.

Dieser Schutz erfordert besondere konstruktive Maßnahmen, zuweilen zusätzlich auch organisatorische während des Bauablaufs. Die zugehörigen Anforderungen sind in DIN 68 800-2 festgelegt. Prinzipbeispiel s. Bild 4.3.

Können die speziellen Anforderungen nach DIN 68 800-2 an den besonderen baulichen Holzschutz für die GK 0 nicht eingehalten werden, so gilt DIN 68 800-3 und die dort enthaltene Zuordnung zu den Gefährdungsklassen.

5 Gefährdungsklassen nach DIN 68 800-3

5.1 Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 4

In DIN 68 800-3 werden die Holzbauteile entsprechend der Art ihrer Gefährdung in die Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 4 eingestuft (s. Tabelle 5.1) und die zugehörigen erforderlichen Prüfprädikate sowie die anzuwendenden Verfahren festgelegt, wenn chemische Mittel eingesetzt werden sollen, s. jedoch Abschn. 5.4. Die erforderliche Einbringmenge des Holzschutzmittels ist dem jeweiligen Zulassungsbescheid (früher: Prüfbescheid) zu entnehmen.

5.2 Kriterien für die Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 2

In Tabelle 5.2 sind die Kriterien für die hier vor allem interessierenden Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 2 zusammengestellt.

Schäden durch Insektenbefall können nach DIN 68 800-3 ausgeschlossen wer-

den, wenn in Räumen mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen ein Insektenbefall entweder

- a) nicht stattfinden kann oder
- b) kontrollierbar bleibt.

Zu a): Insektenbefall verhindert

Ein Insektenbefall kann nicht stattfinden, wenn keine Eiablage erfolgen kann, wenn also die Holzteile allseitig insektenundurchlässig abgedeckt sind und wenn eingeschlossene Hohlräume mit der Außenluft nicht in Verbindung stehen (s. Bild 5.1).

Im Gegensatz zu unbelüfteten Bauteilen ist somit bei belüfteten Bauteilen grundsätzlich ein unkontrollierbarer Insektenbefall möglich.

Zu b): Insektenbefall kontrollierbar

Bei sichtbaren Holzbauteilen, z.B. sichtbare Sparren mit Aufsparrendämmung (s. Bild 5.2), kann definitionsgemäß nur ein kontrollierbarer Insektenbefall auftreten, der rechtzeitig bemerkt und erforderlichenfalls bekämpft werden kann - auch ohne Einsatz chemischer Mittel -, so daß sicherheitsrelevante Schäden nicht auftreten.

Tabelle 5.1
Gefährdungsklassen nach DIN 68 800-3

Gefährdungsklasse	Gefährdung durch ¹⁾				Erforderliche Prüfprädikate ²⁾
	I	P	AW	MF	
GK 0	-	-	-	-	-
GK 1	x	-	-	-	Iv
GK 2	x	x	-	-	Iv, P
GK 3	x	x	x	-	Iv, P, W
GK 4	x	x	x	x	Iv, P, W, E

1) Gefährdung durch:

I Insekten (Trockenholzinsekten), P Pilze (holzerstörende), AW Auswaschbeanspruchung (für das Holzschutzmittel), MF Moderfäule (Erdkontakt, stehendes Wasser oder dgl.)

2) Erforderliche Prüfprädikate (Kurzzeichen):

Iv vorbeugend wirksam gegen Insekten, P vorbeugend wirksam gegen Pilze, W Holzschutz witterungsbeständig; E beständig gegen extreme Beanspruchung

Gefährdungsklasse	Holzfeuchte u_1	Unkontrollierbarer Insektenbefall möglich
GK 0	$\leq 20\%$	nein
GK 1	$\leq 20\%$	ja
GK 2	$> 20\%$	ja/nein

Tabelle 5.2
Bedingungen nach DIN 68 800-3 für die Gefährdungsklassen GK 0 bis GK 2

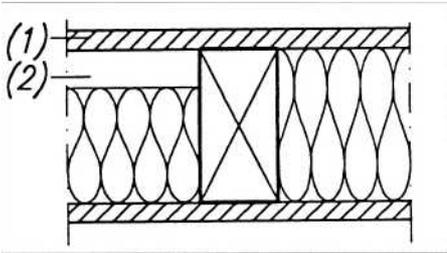


Bild 5.1 Voraussetzungen für die Vermeidung eines unkontrollierbaren Insektenbefalls
(1) Insektenundurchlässige Abdeckung des Holzes,
(2) Hohlraum im Gefach steht mit der Außenluft nicht in Verbindung (keine Lüftungsöffnungen, d.h. nicht belüftetes Bauteil)

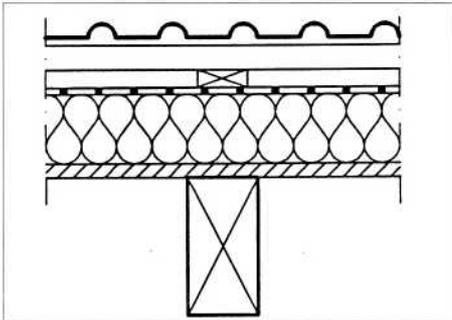


Bild 5.2 Voraussetzung für das evtl. Auftreten eines lediglich kontrollierbaren Insektenbefalls am Beispiel einer Dachschräge mit Aufsparrendämmung: An der Unterseite dreiseitig offener, einsehbarer Sparren

5.4 Ersatz des chemischen Holzschutzes durch Verwendung dauerhafter Hölzer

Auch bei den Gefährdungsklassen GK 1 bis GK 4 ist die Anwendung chemischer Mittel nicht zwingend erforderlich, wenn stattdessen Hölzer eingesetzt werden, die für die jeweilige Gefährdungsklasse ausreichend natürlich dauerhaft sind.

Auf der Grundlage der DIN 68 364, Ausgabe November 1979, und der zwischenzeitlich erschienenen DIN EN 350-2, Ausgabe Oktober 1994, sowie DIN EN 460, Ausgabe Oktober 1994, ergeben sich folgende Möglichkeiten für einen Verzicht auf chemische Holzschutzmaßnahmen:

- GK 1 - Kiefer (pinus sylvestris): Splintholzanteil unter 10%
- GK 2 - Kiefer, Lärche, Douglasie: splintfrei
- GK 3 - Redcedar (Western)' Eiche: splintfrei
- GK 4 - Teak 2), Afzelia 2), Robinie'): splintfrei

Nicht anwendbar für tragende Zwecke nach DIN 1052.

2) Für Tropenhölzer ist die Dauerhaftigkeit von Plantagenholz im allgemeinen geringer als oben angeführt.

5.5 Von der Norm abweichende Klassifizierungen

Nach DIN 68 800-2, Abschn. 8.1, besteht die Möglichkeit, die Klassifizierung GK 0 auch mit Konstruktionen zu erreichen, die in der Norm nicht enthalten sind, wenn hierfür ein entsprechender Verwendbarkeitsnachweis, z.B. im Rahmen einer bauaufsichtlichen Zulassung, geführt wird.

5.3 Klassifizierung von Bauteilen nach DIN 68 800-3

Für die praktische Anwendung ergeben sich für Holzbauteile aus den Angaben in den Tabellen 5.1 und 5.2 nach DIN 68 800-3 ohne weiteren Nachweis die Klassifizierungen nach Tabelle 5.3.

Tabelle 5.3
Klassifizierungen für Holzbauteile nach DIN 68 800-3 entsprechend den Gefährdungsklassen

Gefährdungsklasse	Bauteile	Kriterien
GK 0	Innenbauteile ¹⁾	Unkontrollierbarer Insektenbefall nicht möglich (Bild 5.1), kontrollierbarer zulässig (Bild 5.2)
GK 1	Innenbauteile ¹⁾	Unkontrollierbarer Insektenbefall möglich
GK 2	Außenbauteile	Mit Wetterschutz (Beispiele für Wände siehe Bild 4.1b)
	Innenbauteile	a) In Feuchträumen mit $\Phi_{\text{ständig}} > 70\%$ (z.B. spezielle Gewerberäume) b) In Naßbereichen (z.B. Duschen), Holz vor direkter Feuchteeinwirkung (z.B. Schwallwasser) geschützt
GK 3	Außenbauteile	Ohne Wetterschutz (Bild 4.1a)
	Innenbauteile	In Naßbereichen oder Naßräumen, ungeschützt
GK 4	Außenbauteile	Mit ständigem Erdkontakt (Bild 4.2a) oder ständig stark befeuchtet

1) In Wohnräumen, einschl. Küchen und Bädern, sowie in klimatisch vergleichbaren Räumen.

6 Tauwasserschutz für die Bauteiloberfläche

6.1 Allgemeines

Bauschäden infolge Tauwasserbildung an der raumseitigen Oberfläche von Außenbauteilen sind nach der 1. Energiekrise Mitte der 70er Jahre - insbesondere in Wohngebäuden auf Grund veränderter Nutzungsgewohnheiten der Bewohner - verstärkt aufgetreten, und zwar unabhängig von der Bauart. Ein weiterer Grund war das seinerzeit niedrigere Wärmeschutzniveau.

Für Holzbauteile muß Tauwasser an der Oberfläche aus folgenden Gründen vermieden werden:

- a) wenn Tauwasser dort ausfällt, handelt es sich oft um erhebliche Mengen;
- b) die üblichen Bekleidungen besitzen kein großes Feuchte-speicher-vermögen;
- c) plattenförmige Bekleidungen oder Beplankungen, die in trockenen Räumen verwendet werden, sind im allgemeinen nicht für eine größere Feuchtebeanspruchung geeignet;
- d) an solchen Stellen besteht - jedoch nicht nur für die Holzbauart, sondern allgemein - die Gefahr des Schimmelpilzbefalls mit möglichen gesundheitlichen Folgen für die Bewohner.

Ausgenommen hiervon sind jene Bauteile, bei denen Tauwasser nur kurzfristig ausfallen kann und die Oberflächen entsprechend geschützt sind, z.B. Bäder und Küchen mit zeitlich begrenzter, erhöhter Feuchteproduktion einerseits und wasserabweisenden Oberflächen (z.B. Beschichtungen, Fliesen) andererseits.

Nach DIN 4108-3 braucht der Tauwasserschutz für die raumseitige Oberfläche von Bauteilen in nicht klimatisierten Aufenthaltsräumen (z.B. Wohn- und Büroräumen, einschließlich häuslicher Küchen und Bäder) bei üblicher (!) Nutzung nicht nachgewiesen zu werden, wenn der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 von den Bauteilen eingehalten wird.

Über die Taupunkttemperatur \bar{u}_s (s. Abschn. 6.2) geht der große Einfluß der relativen Feuchte (p_i der Raumluft auf den erforderlichen Wärmeschutz des Bauteils ein. Hier hatten sich in den Jahren nach der 1. Energiekrise allgemein in Wohngebäuden die klimatischen Bedingungen für Außenbauteile verschärft. Während z.B. in Holzhäusern vorher oft eine zu 'trockene' Raumluft im Winter beklagt wurde ($p_i < 30\%$), ging die Tendenz anschließend genau in die entgegengesetzte

setzte Richtung. Feuchteschäden an Holzbauteilen waren trotz ihres guten Wärmeschutzes nicht mehr unmöglich, da in Einzelfällen relative Feuchten von 80% bis über 90% in bewohnten Räumen (!), vor allem in Schlafräumen, gemessen wurden. Wesentliche Ursachen dafür waren

- fehlende 'Zwangslüftung' über die Fenster, da die Fugendurchlässigkeit bei der seither angestrebten Fensterqualität weitgehend reduziert ist, sowie
- zu geringe oder unsachgemäße Belüftung und Beheizung der Räume durch die Bewohner.

6.2 Erforderlicher Wärmeschutz zur Vermeidung von Tauwasser an ebenen Bauteiloberflächen

Tauwasser fällt solange nicht aus, wie die Temperatur ϑ_{O_i} an der raumseitigen Bauteiloberfläche nicht unter die Taupunkttemperatur ϑ_s der Luft absinkt.

Taupunkttemperatur ϑ_s

Die uns umgebende Luft enthält Wasserdampf. Sie kann aber in Abhängigkeit von der Temperatur jeweils nur eine feststehende Höchstmenge an Wasserdampf aufnehmen (Sättigungsgehalt), die um so größer ist, je höher die Temperatur ist. Jedes weitere Dampfangebot über die Sättigung hinaus fällt dann als Tauwasser aus (z.B. Nebel).

Kühlt ein vorhandenes Wasserdampf-Luft-Gemisch der Temperatur ϑ und der relativen Feuchte ϕ bis auf die Taupunkttemperatur ϑ_s ab, dann ist der Sättigungsgehalt der Luft erreicht oder - anders ausgedrückt - dann hat der vorhandene Wasserdampfdruck p (für vorh ϑ / vorh ϕ) den Sättigungsdruck p_s (für ϑ_s / $\phi = 100\%$) erreicht. Bei einer weiteren Abkühlung fällt der überschüssige, von der Luft nicht mehr aufnehmbare Wasserdampf als Tauwasser aus.

Die Taupunkttemperaturen für die im Hochbau praktisch vorkommenden Bereiche der Temperatur ϑ und relativen Feuchte ϕ der Luft können z.B. DIN 4108-5, Tabelle 1, entnommen oder mit Hilfe der Tabelle 2 (Wasserdampf-sättigungsdrücke p_s) über die Beziehung vorh $\phi \cdot p_s$ (vorh ϑ) = p_s (ϑ_s) ermittelt werden.

Bedingung für Tauwasserfreiheit ist also

$$\vartheta_{O_i} \geq \vartheta_s \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \dots (6.1)$$

Die Bedingung nach Gl (6.1) zur Vermeidung von Tauwasser an der Oberfläche wird eingehalten, wenn der

Wärmeschutz des Bauteils mindestens folgende Größe aufweist (Gl (6.2)):

$$k \leq \alpha_i (\vartheta_{L_i} - \vartheta_s) / (\vartheta_{L_i} - \vartheta_{L_a}) \text{ in W/(m}^2\text{K)} \quad \dots (6.2)$$

Darin sind:

- k Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils in W/(m²K)
- α_i Wärmeübergangskoeffizient an der Raumseite in W/(m²K); für die Abschätzung der Tauwassergefahr an der Bauteiloberfläche im Regelfall $\alpha_i = 6$, bei behinderter Konvektion $\alpha_i = 5$ oder noch kleiner
- ϑ_{L_i} Temperatur der Raumluft in Bauteilnähe in °C; abhängig von der Raumart; für Aufenthaltsräume in Wohngebäuden $\vartheta_{L_i} = 20$ °C bis 22 °C
- ϑ_{L_a} Temperatur der Außenluft in °C; in der Regel ist $\vartheta_{L_a} = -15$ °C bei der Berechnung zu verwenden
- ϑ_s Taupunkttemperatur der Raumluft in °C

Der Einfluß des Bauteils auf die Einhaltung der Tauwasserfreiheit an ebenen Bauteiloberflächen besteht also lediglich in einer ausreichenden Größe des Wärmeschutzes.

6.3 Tauwasserschutz für Bauteiloberflächen im Bereich von Wärmebrücken

In Bild 6.1 ist das Beispiel für eine stoffbedingte und eine geometriebedingte Wärmebrücke (Prinzip) dargestellt.

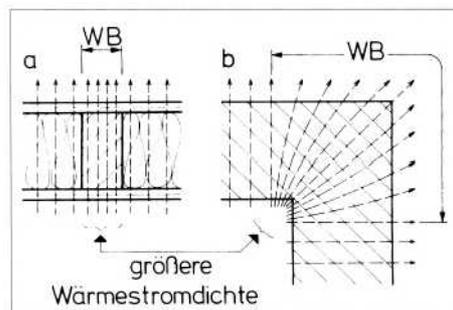


Bild 6.1 Schematische Beispiele für Wärmebrücken WB (Bereiche mit erhöhter Wärmestromdichte), aus [1] a stoffbedingte Wärmebrücke (z.B. Rippenbereich eines Holzbauteils), b geometrisch bedingte Wärmebrücke am Beispiel eines homogenen Bauteils (Mauerwerk)

Gl. (6.2) gilt für ebene Bauteile und vereinfachend (mit Ergebnissen im allgemeinen auf der sicheren Seite) für stoffbedingte Wärmebrücken (Bild 6.1 a).

Sie gilt dagegen nicht für geometrisch bedingte Wärmebrücken (Bild 6.1 b). Überhaupt sind die geometrisch bedingten Wärmebrücken (von Ausnahmen, z.B. einspringende Gebäudeecken, abgese-

hen) allgemein die kritischsten Bereiche bezüglich der Tauwassergefahr für die raumseitige Bauteiloberfläche. In diesen Bereichen kann der wärmeschutztechnische Aufwand - auch bei Holzbauteilen mit ihrem bereits von Hause aus guten Wärmeschutz - nicht groß genug sein. Obwohl dort in der Regel - über den Bauteilquerschnitt betrachtet - der gleiche Wärmeschutz vorliegt wie im Rippenbereich (stoffbedingte Wärmebrücke), ist die Oberflächentemperatur ϑ_{oi} z.T. erheblich niedriger, die Gefahr einer Unterschreitung der Taupunkttemperatur dort also wesentlich größer.

Allgemein gesehen hat sich aber dieses Problem heute mit den inzwischen ständig gestiegenen Anforderungen an den Wärmeschutz auf Grund der Wärmeschutzverordnung gegenüber den 70er Jahren weitgehend entschärft.

Inzwischen existieren für alle Bauarten des Hochbaus umfangreiche Darstellungen und Zusammenfassungen der Ergebnisse von genauen Wärmebrückenberechnungen in Form von Wärmebrücken-Katalogen oder dergl.. Für den Holzbau ist vor allem f31 zu nennen, aus dem für viele typische Konstruktionen und Situationen nicht nur die hier besonders interessierenden kritischen (tiefsten) Oberflächentemperaturen, sondern unter anderem auch die Wärmeverluste infolge der Wärmebrücken hervorgehen.

6.4 Konstruktive Hinweise

Die Tauwassergefahr an der Bauteiloberfläche kann - abgesehen von der Nutzung der Aufenthaltsräume - durch einen ausreichend bemessenen Wärmeschutz des Bauteils vermieden werden. Dagegen ist z.B. die Anordnung der Baustoffe im Bauteilquerschnitt - im Gegensatz zur Tauwassergefahr für den Bauteilquerschnitt - weitestgehend ohne Bedeutung. Nachstehend werden noch einige ergänzende Hinweise zu speziellen Ausführungen gegeben.

Bei Außenbauteilen mit im Gefach mittig angeordneter Dämmschicht, d.h. mit beiderseits angrenzendem Hohlraum (Bild 6.2), ist sicherzustellen, daß der Anschluß der Dämmschicht an die Rippen dauerhaft dermaßen dicht ausgebildet ist (z.B. mit Überbreite eingestauchter mineralischer Faserdämmstoff), daß - unabhängig von der zusätzlichen Tauwassergefahr für die außenliegende Abdeckung - Kaltluft nicht in den innenliegenden Hohlraum gelangen kann, da sonst auch die raumseitige Bekleidung oder Beplankung gefährdet ist.

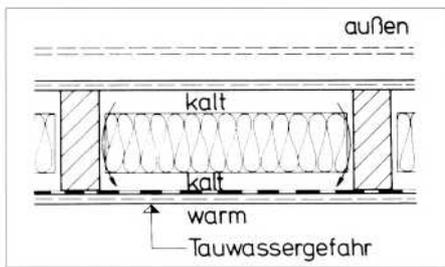


Bild 6.2
Tauwassergefahr auch für die raumseitige Bauteiloberfläche bei mittiger, unsachgemäß verarbeiteter Dämmschicht; aus [1]

Tauwasserschäden an der raumseitigen Bauteiloberfläche sind - wie die Praxis immer wieder zeigt - ebenfalls möglich, wenn die Dämmschicht schlampig verlegt wird und zwischen einzelnen Dämmplatten oder -matten ein Spalt in cm-Größe verbleibt (Bild 6.3).

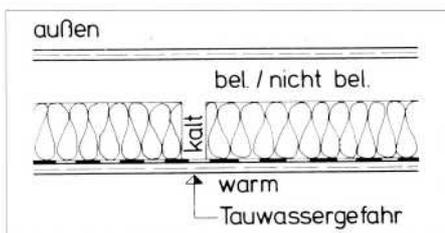


Bild 6.3
Tauwassergefahr bei größeren Fehlstellen in der Dämmschicht; aus [1]

Über Feuchteschäden im Holzbau allgemein kann z.B. in [71 und [201 nachgelesen werden.

7 Tauwasserschutz für den Bauteilquerschnitt

7.1 Allgemeines

Holzbauteile sind so zu konstruieren, daß auch im Querschnitt eine unzulässige Tauwassermasse vermieden wird, vor allem auch deshalb, weil man sie, da sie im Innern auftritt, oft erst dann wahrnimmt, wenn ein Schaden bereits eingetreten ist.

Wasserdampf kann auf zweierlei Weise in den Bauteilquerschnitt eindringen und somit dort an kälteren Schichten Tauwasser bewirken, s. Abschn. 2.2:

- Infolge *D i f f u s i o n* des Wasserdampfes durch geschlossene Bauteilschichten (Bild 2.2)
- durch *K o n v e k t i o n* der Raumluft über Undichtigkeiten in das Bauteil (Bild 2.3).

Nachfolgend wird nur der Einfluß der Diffusion beschrieben, während die Konvektion in Abschn. 9 behandelt wird.

Tauwasserbildung im Querschnitt von mehrschichtigen Außenbauteilen infolge Dampfdiffusion wird im wesentlichen von der Art und der Lage der einzelnen Baustoffschichten beeinflusst.

7.2 Anforderungen an Holzbauteile

Nach DIN 4108-3 sind bezgl. des Tauwasserschutzes folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Winter

Die rechnerisch vorhandene Tauwassermasse ($\text{vorh } w_{WT}$) darf nicht größer sein als die zulässige ($z_{U'} w_{WT}$):

$$\text{vorh } w_{WT} (\text{Winter}) < z_{U'} w_{WT}$$

2. Sommer

Die rechnerisch vorhandene Verdunstungsmasse ($\text{vorh } W_v$) muß mindestens so groß sein wie die rechnerisch vorhandene Tauwassermasse im Winter:

$$\text{vorh } W_v (\text{Sommer}) > \text{vorh } w_{WT} (\text{Winter})$$

Zulässige Tauwassermasse $z_{U'} w_{WT}$

Nach DIN 4108-3 müssen von Holzbauteilen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- Für das Gesamtbauteil
 $z_{U'} w_{WT} = 1,0 \text{ kg/m}^2$
- Bei Tauwasser an der Berührungsfläche zwischen zwei kapillar nicht wasseraufnahmefähigen Schichten (z.B. an der Grenzschicht Folie - Luft, Folie/Luft - Mineralfaser)
 $z_{U'} w_{WT} = 0,5 \text{ kg/m}^2$

3. Bei Tauwasser in Holzteilen

$z_{U'} w_{WT} < 0,05 \text{ MH}$, in Holzwerkstoffen
 $z_{U'} w_{WT} < 0,03 \text{ MHws}$, wobei
MH/MHws die flächenbezogene
Masse des Holzes/ Holzwerkstoffes in
 kg/m^2 bedeutet.

Nach DIN 68 800-2 darf im Fall 2. für eine Konstruktion

$$z_{U'} w_{WT} = 1,0 \text{ kg/m}^2$$

zugrunde gelegt werden, jedoch nur, wenn zugleich

$\text{vorh } W_v (\text{Sommer}) > 5 \times \text{vorh } w_{WT} (\text{Winter})$

eingehalten ist.

Der Konstrukteur hat nachzuweisen, daß diese Bedingungen von einem gewählten Bauteil eingehalten werden. Ein solcher Nachweis kann auf zweierlei Art erfolgen:

- Wahl eines Bauteils nach DIN 4108-3, 3.2.3, für das der rechnerische Nachweis bereits geführt wurde, also ein weiterer Nachweis nicht mehr erforderlich ist, vgl. hierzu Abschn. 7.3, oder
- rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3 auf der Grundlage von DIN 4108-5, vgl. hierzu Abschn. 7.4; **fällt dieser Nachweis negativ** aus, muß **die Konstruktion geändert** werden.

7.3 Holzbauteile ohne Nachweis des Tauwasserschutzes

In DIN 4108-3 werden folgende Holzbauteile genannt, für die bei Verwendung in nicht klimatisierten Wohn- und Bürogebäuden sowie vergleichbar genutzten Gebäuden ein rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes nicht mehr geführt zu werden braucht:

a) Außenwände (Abschn. 3.2.3.1.9)

Querschnitte mit innenseitiger Dampfsperre ($s_d > 1,0 \text{ m}$), äußerer Beplankung ($s_d \leq 1,0 \text{ m}$) und zusätzlichem hinterlüftetem Wetterschutz. Die Größe der Zu- und Abluftöffnungen zwischen Wand und Wetterschutz beträgt mindestens $1/500$ der zu belüftenden Fläche.

b) Belüftete Dächer (Abschn. 3.2.3.3)

Belüftete Dachquerschnitte, bei denen die in der Norm vorgegebenen Ausführungsbedingungen zur einwandfreien Belüftung eingehalten sind, gelten ohne weiteren Nachweis als nicht tauwassergefährdet.

Hinweis:

Auf Grund eines verstärkten Umwelt- und Gesundheitsschutzes wird heute in DIN 68 800-2 der weitgehende Verzicht

auf den chemischen Schutz bei Holzbauteilen empfohlen. Daher sollten belüftete Bauteile (Querschnitt ist in der Ebene der tragenden Hölzer belüftet), also auch belüftete Dächer, zukünftig nur noch in Sonderfällen angewandt werden (s. Abschn. 12).

- c) Nicht belüftete Dächer (Abschn. 3.2.3.2.1)

Nicht belüftete Querschnitte mit raumseitiger Dampfsperre mit $s_d > 100$ m. Das gilt nicht nur für Flachdächer mit dampfdichter Dachabdichtung, sondern generell, also auch z.B. für geneigte Dächer mit üblicher Dacheindeckung (!), sofern kein rechnerischer Nachweis geführt wird.

Anmerkungen zu nicht belüfteten geneigten Dächern:

1. Solche Dampfsperren mit $s_d > 100$ m wurden im Holzbau bisher nicht nur **nicht eingesetzt, sondern sie können auch ein großes Gefährdungspotential schaffen.** Näheres hierzu s. Abschn. B.
 2. Der Hohlraum zwischen Dachhaut und Bauteil (z.B. Konterlattenebene) ist in jedem Fall ausreichend im Sinne der DIN 4108 zu belüften.
- d) Dampfsperren innerhalb von Dämmschichten (Abschn. 3.2.3.2.1)

Bei Holzbauteilen dürfen ohne rechnerischen Nachweis die raumseitig vor der Dampfsperre angeordneten Bauteilschichten höchstens 20% des Gesamtdurchlaßwiderstandes aufweisen, wobei nur der Gefachbereich betrachtet zu werden braucht. Ein rechnerischer Nachweis ergibt im allgemeinen noch wesentlich günstigere (höhere) Werte für dieses Verhältnis.

7.4 Rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes

Weichen Außenbauteile in Holzbauart hinsichtlich Konstruktion oder Anwendungsbereich von den Bedingungen in Abschn. 7.3 ab, dann sind sie hinsichtlich der Tauwassergefahr für den Bauteilquerschnitt rechnerisch zu überprüfen.

Grundlage ist das grafische Verfahren nach Glaser, das in DIN 4108-5 verankert ist, so daß es hier nicht mehr behandelt zu werden braucht.

Für diesen rechnerischen Nachweis kann z.B. das im Rahmen des 'Informationsdienstes Holz' entwickelte EDV-Programm "Wärme und Dampf; Berechnungsverfahren" empfohlen werden ¹⁾.

7.5 Verbesserung tauwassergefährdeter Holzbauteile

Wird eine der beiden in Abschn. 7.2 genannten Bedingungen für den Tauwasserschutz des Bauteils nicht eingehalten, nämlich

$$\text{vorh}_{WT} < \text{ZU}_{WT} \quad \text{oder} \\ \text{vorh}_{WV} > \text{vorh}_{WT}$$

dann ist die Konstruktion entsprechend zu verbessern.

Je nach den für das Bauteil vorgegebenen übrigen Bedingungen (z.B. Standsicherheit, Schallschutz, Brandschutz, Materialauswahl) kann die jeweilige Lösung für die Verbesserung unterschiedlich sein und z.B. aus folgenden Maßnahmen bestehen:

1. Anordnung einer Dampfsperre an der Raumseite (sofern noch nicht vorhanden).
2. Dichtere Dampfsperre als vorgesehen, d.h. Material mit höherem s_d -Wert.
3. Diffusionsoffenere äußere Abdeckung (Bekleidung/Bepankung), d.h. Material mit kleinerem s_d -Wert, unter Verzicht auf eine Dampfsperre
4. Zwischenschaltung eines belüfteten Hohlraums im Gefachbereich der eigentlichen Konstruktion raumseitig vor der ursprünglich tauwassergefährdeten Ebene, bei Verzicht auf eine Dampfsperre.

Die Verbesserung durch einen belüfteten Hohlraum im Gefachbereich des eigentlichen Bauteils hat gegenüber dem nicht belüfteten Querschnitt vor allem den großen Nachteil, daß dann in jedem Fall ein chemischer Holzschutz (gegen Insektenbefall) erforderlich wird. Ferner ist ein belüfteter Hohlraum an dieser Stelle - im Gegensatz zum hinterlüfteten Wetterschutz - konstruktiv äußerst aufwendig und bauphysikalisch mit erheblichen Nachteilen für das Bauteil verbunden (Schall-, Brandschutz), so daß eine solche Ausbildung heute - anders als noch vor wenigen Jahrzehnten - nur noch in Ausnahmefällen angewandt werden dürfte.

1) Zu beziehen über den FACHVERLAG HOLZ der Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Postfach 30 01 41; 40401 Düsseldorf.

8 Dampfsperren in Holzbauteilen

8.1 Allgemeines

Bei Außenbauteilen in Holzbauart wird in den weitaus meisten Fällen raumseitig eine Dampfsperre (oft auch als 'Dampfbremse' bezeichnet) angeordnet, um den in DIN 4108-3 geforderten Tauwasserschutz für den Bauteilquerschnitt sicherzustellen. Einzelheiten hierzu s. z.B. Abschn. 7.5.

Die Dampfsperre hat in der Vergangenheit bei sachgemäßer Planung und Verarbeitung überwiegend gute Dienste geleistet. Sie kann ferner Bestandteil von Bauteilen nach DIN 68 800-2 sein, die ohne weiteren Nachweis der Gefährdungsklasse GK 0 (kein chemischer Holzschutz erforderlich) zugeordnet werden dürfen.

Trotzdem darf nicht vergessen werden, daß es in der Praxis - auch bei Bauteilen, bei denen offensichtlich '2- oder 3fach genäht' worden war, nämlich Dampfsperre + belüfteter Hohlraum + chemischer Holzschutz - zu Schäden gekommen ist, nachweislich vor allem deshalb, weil man es im sicheren Gefühl einer 'mehrfachen Sicherheit' mit jedem dieser Einzelkriterien nicht so 'ganz genau' genommen hat.

Darüber hinaus kann, abhängig von der jeweiligen Konstruktion, die Dampfsperre zu Problemen führen bzw. der Verzicht auf sie wesentliche Vorteile für das Holzbauteil bringen, insbesondere wenn man an Bauteile ohne chemischen Holzschutz einerseits und an die Möglichkeit von im Bauteilquerschnitt ungewollt vorhandener Feuchte andererseits denkt.

Daher sollte - im Hinblick auf eine möglichst große feuchtetechnische Robustheit des Holzbauteils - unter Anwendung der Regeln nach DIN 4108-3 und -5 versucht werden, auf die Dampfsperre entweder zu verzichten oder, falls das nach DIN 4108 zu einer unzulässig großen Tauwassermasse führen sollte, ihre dampfsperrende Wirkung (s_d -Wert) so klein wie möglich zu halten.

Aus diesem Grunde ist auch von den in DIN 4108-3 enthaltenen Holzbauteilen, für die ein Nachweis des Tauwasserschutzes nicht mehr geführt zu werden braucht und die deshalb mit einer 'kräftigen' Dampfsperre (vor allem $s_d > 100$ m!) für nicht belüftete Dächer) ausgerüstet sein müßten, allgemein abzuraten.

8.2 Erforderlicher $s_{d,da}$ -Wert der Dampfsperre

Ob für ein vorgegebenes Holzaußenbauteil eine Dampfsperre erforderlich ist oder nicht, oder welchen $s_{d,da}$ -Wert sie ggfs. aufweisen muß, ergibt sich allein aus dem Nachweis nach DIN 4108 unter Einhaltung der dort festgelegten Bedingungen oder nach DIN 68 800-2 (vgl. Abschn. 7.2).

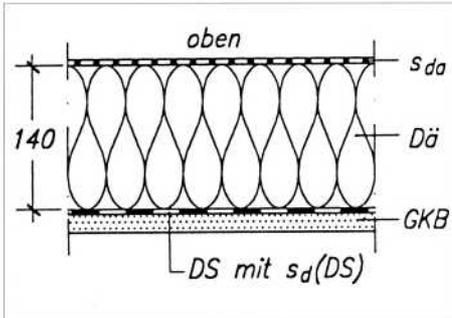


Bild 8.1 Bauteil-Querschnitt (Beispiel mit Volldämmung für die Ermittlung von $erf_{s_d(DS)}$ der Dampfsperre DS in Abhängigkeit vom vorhandenen s_{da} -Wert der äußeren Abdeckung; Ergebnis siehe Bild 8.2 Da Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG 040 mit $p = 1$, GKB 12,5 mm Gipskartonplatte

Nachstehend wird an Hand eines Beispiels gezeigt, daß bei Verwendung entsprechend diffusionsoffener Abdeckungen (Werkstoffe mit kleinem $s_{d,da}$ -Wert) an der Außenseite von Holzbauteilen die Dampfsperre gegenüber den Werten $s_{d,da} > 1,0$ m und $s_d > 100$ m, wie sie in DIN 4108 für Bauteile ohne Nachweis gefordert werden, wesentlich reduziert und u.U. sogar auf sie verzichtet werden kann.

Aus Bild 8.1 geht der gewählte Bauteilquerschnitt hervor. Als raumseitige Bekleidung wurde mit der 12,5 mm Gipskartonplatte ($s_d = 0,1$ m) der praktisch diffusionsoffenste Werkstoff, der **zugleich aber leicht luftdicht ausgebildet werden kann, zugrunde** gelegt, so daß die hierfür gewonnenen Erkenntnisse auch auf andere Ausbildungen in der Praxis übertragbar sind.

Das Diagramm in Bild 8.2 zeigt das Ergebnis der rechnerischen Ermittlung nach DIN 4108 (aus [6]). Daraus kann abgelesen werden, wie groß der $erf_{s_d(DS)}$ -Wert der raumseitigen Dampfsperre sein muß, damit die zulässige Tauwassermasse zul W_T in Abhängigkeit vom s_{da} -Wert der äußeren Abdeckung (z.B. Außenbeplankung oder -bekleidung bei Wänden, Unterspannbahn oder Vordeckung bei Dächern) eingehalten ist, wobei hier für zul W_T zwischen den drei Größen
a) 0 kg/m² (keine Anforderung)
b) 0,5 kg/m² (nach DIN 4108-3)
c) 1,0 kg/m² (nach DIN 68 800-2, vgl. Abschn. 7.2) unterschieden wird.

Zu beachten ist jedoch, daß bei einer Teildämmung die äußere stehende Luftschicht im Gefach mit ihrem $s_{d,da}$ -Wert zum s_{da} der eigentlichen Abdeckung hinzugeschlagen werden muß, wodurch sich bei extrem diffusionsoffenen Abdeckmaterialien (Unterspannbahnen) eine relativ große Erhöhung von s_{da} ergeben kann.

Aus Bild 8.2 ist ferner folgendes ersichtlich:

1. Bei extrem diffusionsoffenen äußeren Abdeckungen mit $s_{d,da}$ -Werten im cm-Bereich (derzeit nur für Unterspannbahnen oder für Vordeckungen eingesetzt) ist für s_{da} jeder cm von Bedeutung: Auf die Dampfsperre kann bei dem gewählten Beispiel nur bei $s_{da} < 0,02$ m verzichtet werden, da bereits bei $s_{da} = 0,03$ m ohne Dampfsperre $W_T > 1,0$ kg/m² = zul W_T ist. Bei größeren Dämmschichtdicken ergeben sich hierfür jedoch günstigere Verhältnisse.
- z. Bei einer äußeren Abdeckung von $s_{da} = 0,2$ m (dieser Wert hat für Holzbauteile zukünftig eine zentrale Bedeutung, s. z.B. Abschn. 12.1.2) genügt eine Dampfsperre mit $s_d(DS) = 0,8$ m; dieser Wert ist um mehrere Größenordnungen von $s_d = 100$ m nach DIN 4108 für Dächer entfernt.
3. Aber auch bei $s_{da} > 0,2$ m bedarf es keiner Dampfsperre mit außergewöhnlich großem $s_{d,da}$ -Wert, sofern man die zulässige Tauwasserbildung in Anspruch nimmt.

In Tabelle 8.1 sind für das vorliegende Beispiel mit 3 repräsentativen s_{da} -Werten (0,02 m, 0,2 m, 20 m) die Tauwasser- und Verdunstungsmassen zusammengestellt.

Aus den Tabellen a) und b) ist für die gewählten Fälle deutlich zu erkennen:

1. Bei $s_{da} = 0,02$ m ist eine Dampfsperre nicht erforderlich, da $W_T = 0,36$ kg/m² < 0,5 und $W_V = 32,8$ kg/m² >> W_T .
- z. Bei $s_{da} = 0,2$ m ist $s_d(DS) = 0,8$ m ausreichend, da $W_T = 0,5$ kg/m² = zul W_T . Der höhere Wert 1,0 kg/m² für zul W_T nach DIN 68 800-2 kann hier nicht zugrunde gelegt werden, da $W_V = 3,6$ kg/m² (s. Tabelle b) < $erf_{W_V} = 5 \cdot W_T = 5 \cdot 1,0 = 5,0$ kg/m²
3. Bei einer dampfdichteren Abdeckung mit $s_{da} = 20$ m und $s_d(DS) = 20$ m wird DIN 4108 ebenfalls erfüllt, da dann $W_T = 0,04$ kg/m² < 0,5 und $W_V = 0,06$ kg/m² > 0,04 = W_T .
 Desweiteren fällt zwischen den einzelnen

s_{da} -Werten schon hier der große Unterschied in der möglichen Verdunstungsmasse auf, die sich für $s_{da} = 20$ m / 0,2 m / 0,02 m zu $W_V = 0,06 / 3,6 / 32,8$ kg/m² ergibt, sich also näherungsweise wie 1 : 60 : 500 verhält!

Bei diesem Nachweis nach DIN 4108 ist es unbedeutend, ob bei **der extrem diffusionsoffenen Abdeckung mit $s_{da} = 0,02$ m** eine Dampfsperre angeordnet wird oder nicht, da sich die Verdunstungsmassen mit 32,8 kg/m² (ohne Dampfsperre) und 30,3 kg/m² (Dampfsperre mit s_0 (DS) = 20 m) nur um etwa 8% unterscheiden.

8.3 Verdunstung von ungewollter Feuchte

8.3.1 Geneigte Dächer

Tabelle 8.1 Rechnerische Tauwassermasse W_T im Winter (a) und Verdunstungsmasse W_V im Sommer (b) nach DIN 4108 für den Bauteilquerschnitt nach Bild 8.1 in Abhängigkeit von s_{da} der äußeren Abdeckung (z.B. Unterspannbahn USB) und $s_d(DS)$ der raumseitigen Dampfsperre (s. auch Bild 8.3a)

a) Tauwassermasse im Winter in kg/m²

Dampfsperre	USB mit s_{da} (m)		
	0,02	0,2	20
keine	0,36	(3,3)	(3,6)
$s_d = 0,8$ m	0	0,50	(0,82)
$s_d = 20$ m	0	0	0,04

b) Verdunstungsmasse im Sommer in kg/m²

Dampfsperre	USB mit s_{da} (m)		
	0,02	0,2	20
keine	32,8	(5,5)	(2,5)
$s_d = 0,8$ m	30,9	3,6	(0,61)
$s_d = 20$ m	30,3	3,0	0,06

Werte in (): Die Ausbildung ist unzulässig, da $zul_{W_T} = 0,5$ kg/m² überschritten wird (s. Tab.a)

Gänzlich andere Verhältnisse als für die Tauwasserermittlung infolge Dampfdiffusion ergeben sich im vorliegenden Fall, wenn man für die Verdunstung nicht das nach DIN 4108 ausgefallene Tauwasser an der äußeren Abdeckung nach Bild 8.3a zugrunde legt, sondern eine außerplanmäßige, also ungewollt vorhandene Feuchte voraussetzt (z.B. infolge erhöhter Einbaufeuchte, Niederschlägen während der Bauphase, späteren Leckagen an der Raum- oder Außenseite des Bauteils) und diese in grober Vereinfachung konzentriert auf der raumseitigen Bekleidung oder Dampfsperre nach Bild 8.3b annimmt.

Das Ergebnis für eine solche Beanspruchung ist in Tabelle 8.2 dargestellt. Hier zeigt sich nicht nur wieder die Überlegenheit der diffusionsoffenen Abdeckung in einer stärkeren Verdunstungsmöglichkeit

gegenüber der dampfdichteren, sondern auch der Vorteil der fehlenden Dampfsperre durch eine mehrfache Verdunstungsmasse gegenüber dem Querschnitt mit $s_d(DS)=20m$.

Auch hier schneidet der Querschnitt mit beidseitig weitgehend dampfdichter Ausbildung ($s_{da} = s_d(DS) = 20 m$) extrem ungünstig ab, da er mit $W_v = 0,06 kg/m^2 = 60 g/m^2$ praktisch über keine Reserven gegenüber 'Unvorhergesehenem' verfügt, was im Bauwesen trotz aller Sorgfalt immer wieder vorkommen kann, und er somit 'sich nicht selbst helfen' kann.

Tabelle 8.2 Rechnerische Verdunstungsmasse W_v im Sommer in kg/m^2 nach DIN 4108 für den Bauteilquerschnitt nach Bild 8.1 in Abhängigkeit von s_{da} der äußeren Abdeckung (z.B. Unterspannbahn USB) und $s_d(DS)$ der raumseitigen Dampfsperre unter Annahme einer ungewollten Feuchtebeanspruchung nach Bild 8.3b

Dampfsperre	USB mit s_{da} (m)		
	0,02	0,2	20
keine	9,8	(7,8)	(6,1)
$s_d = 0,8 m$	4,4	2,4	(0,70)
$s_d = 20 m$	3,8	1,8	0,06

Werte in (): Ausbildung nach DIN 4108 unzulässig, s. Tabelle 8.1

8.3.2 Außenwände

Bei Außenwänden liegt wegen ihrer i.a. beidseitig vorhandenen Beplankung aus diffusionshemmenden Werkstoffen und zusätzlicher Dampfsperre an der Raumseite eine ungünstigere Situation als bei geneigten Dächern mit diffusionsoffener oberer Abdeckung vor.

Dadurch ergibt sich bei ihnen zumeist eine wesentlich kleinere Austrocknungskapazität. Aus diesem Grunde werden in DIN 68 800-2 zusätzliche Bedingungen an Außenwände, z.B. bezgl. der maximalen Holzeinbaufeuchte, gestellt (vgl. Abschn. 10.5.3 und 11.1.4).

Trotzdem sind bei Außenwänden mit hinterlüfteter Vorhangschale (Wetterschutz) größere Verdunstungsmassen aus dem Wandquerschnitt möglich, wenn für die äußeren Beplankungen oder Bekleidungen diffusionsoffene Materialien, z.B. statisch mitwirkende Beplankungen aus Gipskarton- oder Gipsfaserplatten bzw. Bekleidungen aus Holzfaserdämmplatten oder dergl. verwendet werden.

8.4 Beeinflusst die Dampfsperre das Raumklima?

Die in der Praxis oft zu hörende Behauptung, wonach in den Außenbauteilen angeordnete Dampfsperren das Raum-

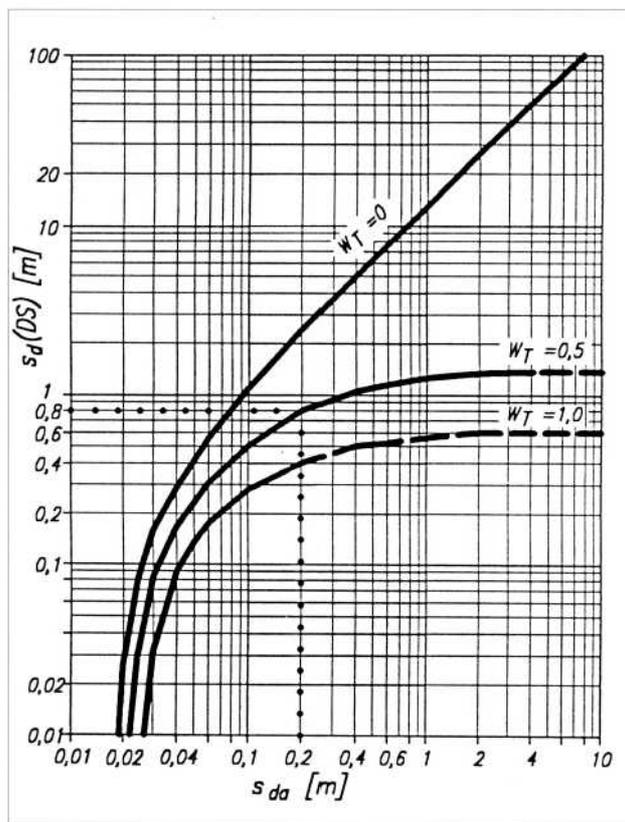


Bild 8.2 Erforderlicher $s_d(DS)$ -Wert der zusätzlichen raumseitigen Dampfsperre zur Einhaltung unterschiedlicher Tauwassermassen w_T für den Bauteilquerschnitt nach Bild 8.1 in Abhängigkeit vom s_{da} -Wert der äußeren Abdeckung, aus [6].
Anmerkungen:
a) In den gestrichelten Kurventeilen ist die Bedingung $W_v > w_T$ (bei $w_T = 0,5 kg/m^2$) bzw. $W_v > 5 w_T$ (bei $w_T = 1,0 kg/m^2$) nicht mehr eingehalten, so daß dieser Bereich unzulässig ist.
b) Das punktiert eingetragene Beispiel kennzeichnet folgenden repräsentativen Fall (vgl. z. B. Abschn. 12.1.2): für $s_{da} = 0,2 m$ ist zur Einhaltung von $w_T = 0,5 kg/m^2$ raumseitig eine Dampfsperre mit $s_d(DS) = 0,8 m$ erforderlich.
c) Der Ordinatenwert $s_d(DS) = 0,01 m$ stellt hier wegen des lotrechten Kurvenverlaufs praktisch den Fall der fehlenden Dampfsperre mit $s_d(DS) = 0$ dar.

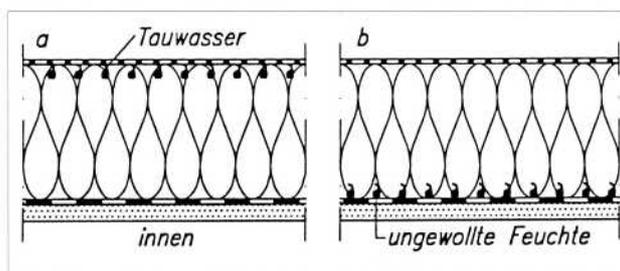


Bild 8.3 Angenommene Feuchteebenen im Bauteilquerschnitt nach Bild 8.1 für die Ermittlung der nach DIN 4108 rechnerisch möglichen Verdunstungsmasse W_v
a) Tauwasserebene nach DIN 4108
b) ungewollt im Querschnitt vorhandene Feuchte raumseitig vor der Dammschicht

klima ungünstig beeinflussen (angeblich wesentliche Erhöhung der relativen Raumluftfeuchte (π), ist sachlich nicht berechtigt, vgl. hierzu das nachfolgende, stark vereinfachte Rechenbeispiel für die in Bild 8.4 dargestellte Situation.

Gegeben: Eckraum eines Gebäudes in Holzbauart mit den Grundrißabmessungen $5,0 \times 6,0 m^2$, lichte Raumhöhe $2,5 m$, Raumvolumen $V = 75 m^3$, Außenwandfläche (abzüglich angenommenen Fensterflächenanteils 20%) $A = 0,8 \cdot (5,0 + 6,0) \cdot 2,5 = 27,5 m^2$.
Klimaannahmen: Raum $20^\circ C/50\%$; außen $-10^\circ C/80\%$. Luftwechselrate $n = 0,5 h^{-1}$ (unterster Wert des hygienisch erforderlichen Mindestluftwechsels).

Vergleich des durch Diffusion (X_D) und durch Lüftung (X_L) aus dem Raum abgeführten Wasserdampfes zwischen Wänden in Holzbauart ohne Dampfsperre (a) und mit dampfdichter Dampfsperre (b); stündlich abgeführte Wasserdampfmassen:
Durch Dampfdiffusion
a) Wand a: $X_{Da} = 15 g/h$
b) Wand b: $X_{Db} = 0 g/h$

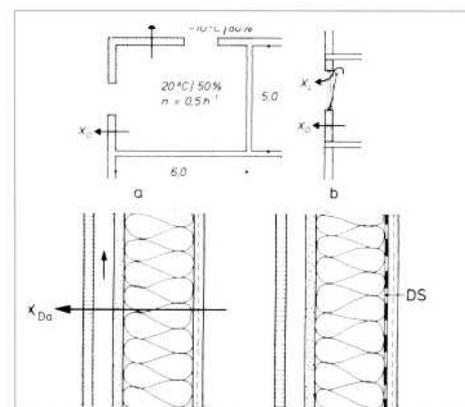


Bild 8.4 Durch Lüftung und Dampfdiffusion aus einem Raum abgeführte Wasserdampfmassen X_L bzw. X_D ; aus [1]
a) Außenwand ohne Dampfsperre, b) Außenwand mit Dampfsperre DS, s_d ---

Durch Mindestlüftung ($n = 0,5 h^{-1}$) für beide Wände $X_{La} = X_{Lb} = 261 g/h$.
Der **Unterschied zwischen beiden Wandkonstruktionen für die aus dem Raum insgesamt abgeführten Wasserdampfmassen (ohne bzw. mit Diffusion) beträgt hier lediglich etwa 5%**. Es **ist also für die Raumluftfeuchte und damit für das Raumklima unbedeutend, ob die Bauteile ohne oder mit Dampfsperre ausgerüstet sind**.

9 Luftdichtheit von Außenbauteilen

9.1 Allgemeines zur Wasserdampfkonvektion

Im Holzbau machen Feuchteschäden infolge Wasserdampfkonvektion (s. Abschn. 2, Bild 2.3) sowohl hinsichtlich Häufigkeit als auch Intensität ein Vielfaches derjenigen infolge Wasserdampfdiffusion (s. Bild 2.2) aus! Deshalb gehört die Vermeidung der Wasserdampfkonvektion in solchen Außenbauteilen zu den wichtigsten Aufgaben für den Planenden und Ausführenden.

Alle Festlegungen in DIN 4108-3 und -5 zum Tauwasserschutz (Anforderungen, Nachweise, Berechnungsgrundlagen) beziehen sich ausschließlich auf die Wasserdampfdiffusion! Dagegen sollen die Angaben in DIN 4108-2, Abschn. 4.2.4 und 6.2, zur Luftdurchlässigkeit der Bauteile nur der Begrenzung zusätzlicher Wärmeverluste dienen. Das ist aus heutiger Sicht zweifellos ein Manko, zumal in der Praxis immer wieder festgestellt werden muß, daß im Holzbau auftretende feuchtebedingte Schäden - abgesehen von zu feucht eingebauten oder während des Bauzustandes zu feucht gewordenen Materialien - weitestgehend auf die Wasserdampfkonvektion und relativ selten auf die Diffusion zurückgehen!

Bei der Wasserdampfkonvektion erfolgt der Transport warmer Raumluft durch Konvektion (Luftströmung) über Undichtigkeiten in der raumseitigen Bauteiloberfläche in die kälteren Bereiche des Bauteils, wodurch dort große Tauwassermassen ausfallen können.

Diese Undichtigkeiten können vorhanden sein (Bild 9.1):

- a) In der raumseitigen Bauteiloberfläche (z.B. bei Profilbrettschalungen),
- b) im Anschlußbereich ansonsten luftdichter Bekleidungen (z.B. Anschluß der Dachschräge an Innen-/Außenwand);
- c) im Bereich von Durchdringungen ansonsten luftdichter Bekleidungen (z.B. infolge Schornstein, Rohrdurchführung, Elektrokabel).

Die Vermeidung böser Tauwasserschäden im Querschnitt von Außenbauteilen infolge Wasserdampfkonvektion sollte oberstes Gebot im Holzbau sein und läuft auf die Einhaltung folgender Bedingungen hinaus:

- a) Luftdichte raumseitige Bekleidungen; sind die Bekleidungen von Haus aus nicht luftdicht (z.B. Profilbrettschalung), so ist dort eine zusätzliche, luftdichte Schicht anzuordnen, vgl. auch Bild 2.1;
- b) luftdichte Anschlüsse an andere Bauteile;
- c) luftdichte Ausbildung von Durchdringungen der luftdichten Schicht an der raumseitigen Bauteiloberfläche.

Mit diesen Maßnahmen werden nicht nur Bauschäden infolge Tauwasser vermieden, sondern nebenbei auch noch zwei andere Effekte erreicht:

- Verringerung der Wärmeverluste
- Vermeidung von 'Zugluft'-Erscheinungen in den angrenzenden Aufenthaltsräumen, also Gewährleistung der Behaglichkeit.

9.2 Typische Feuchteschäden und Ursachen

In Bild 9.1 werden an einigen Beispielen die typischen konstruktiven Fehler bei Außenbauteilen aufgezeigt, die in der

Praxis oftmals zu Bauschäden infolge Tauwasser, vor allem durch Konvektion, geführt haben.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, daß sog. 'Randleistenmatten' (Mineralwolle Matten mit einseitiger Aluminium-Verbund-Kaschierung) für den Einsatz als luftdichte Schicht bei Profilbrettschalungen nicht geeignet sind, da sie - auch zusammen mit der Schalung - in der Regel noch keine luftdichte Schicht ergeben!

9.3 Luftdichte Ausbildung an der Raumseite

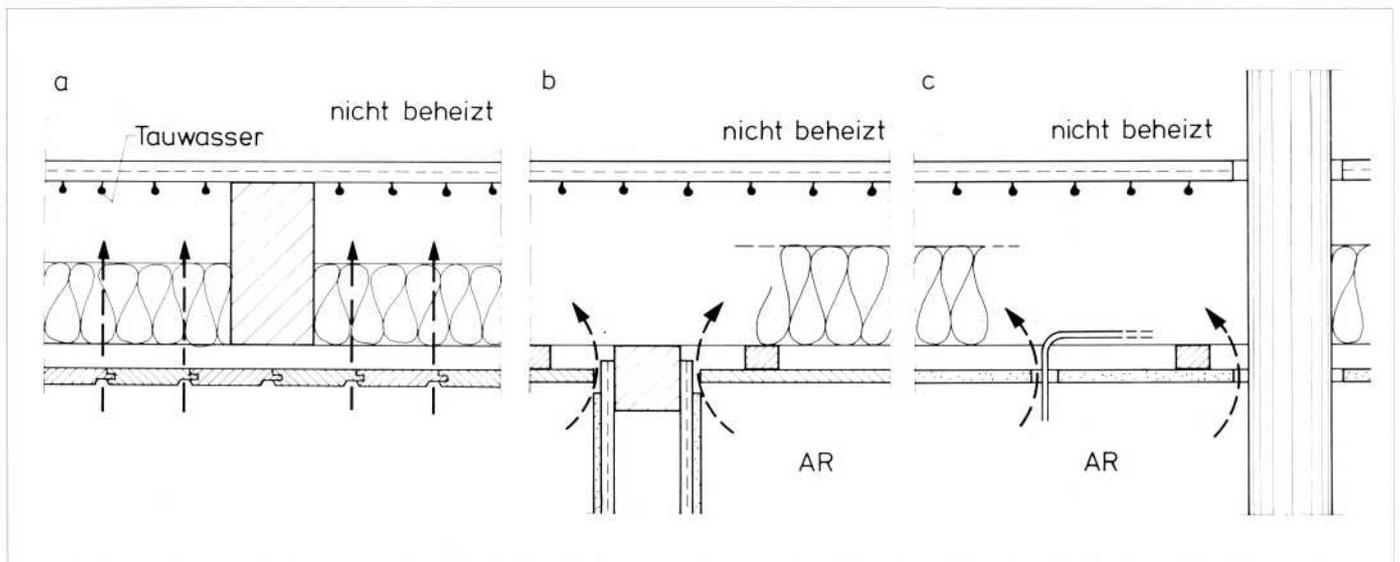
9.3.1 Allgemeines

Wie bereits unter Abschn. 9.1 erwähnt, sind bei der Herstellung von Außenbauteilen von Aufenthaltsräumen im Regelfall folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Luftdichte raumseitige Bauteiloberfläche
2. Luftdichte Anschlüsse an angrenzende Bauteile
3. Luftdichte Ausbildung der Durchdringungen.

9.3.2 Luftdichte raumseitige Bauteiloberfläche

Bild 9.2 zeigt Beispiele für luftdichte Ausbildungen. Dazu gehören Gipsbauplatten (Gipskartonplatten oder Gipsfaserplatten, jeweils mit gespachtelten oder geklebten Fugen), großformatige Spanplatten, umlaufend gespundet (Voraussetzung ist hier jedoch sorgfältigste Verarbeitung), Profilbrettschalungen auf gespundeten Spanplatten oder auf Gipsbauplatten.



Bad 9.1 Wasserdampfkonvektion mit Tauwasserbildung bei nicht luftdicht ausgebildeten Außenbauteilen; aus [1] a unterseitige Bekleidung nicht luftdicht, b Anschluß der unterseitigen Bekleidung an die Trennwand nicht luftdicht; c luftdurchlässige Durchdringung einer ansonsten luftdichten Bekleidung durch Elektrokabel oder Rohrdurchführung; AR Aufenthaltsraum

Bei einlagigen Bekleidungen aus Profilt Brettenschalungen ist zur Gewährleistung der Luftdichtheit eine zusätzliche luftdichte Schicht erforderlich, wofür sich die in aller Regel ohnehin erforderliche Dampfsperre anbietet, die jetzt zusätzlich auch die **Funktion der luftdichten Schicht** zu erfüllen hat und entsprechend zu verlegen ist. Dabei ist insbesondere auf luftdichte Stöße zu achten. Wie bereits erwähnt, sind 'Randleisten-Matten' hierfür nicht geeignet, wie viele Schadensfälle in der Praxis gezeigt haben. Weitestgehende Verwendung finden in der Praxis dagegen großflächige Polyethylen-Folien. Hier kommt es 'nur' noch darauf an, die Folienstöße (Überlappungen) luftdicht auszubilden (Beispiele s. Bild 9.3).

Eine zuweilen praktizierte, zwar aufwendige, dafür aber technisch sichere Ausbildung der luftdichten Raumseite von Außenbauteilen ist in Bild 2.1 mit der sog. 'Installationsebene' dargestellt. Hier ist zwischen der raumseitigen Bekleidung aus beliebigen, auch luftdurchlässigen Materialien und der luftdichten Schicht aus Plattenwerkstoffen - am besten sind hierfür Gipsbauplatten mit gespachtelten oder geklebten Stößen geeignet - ein Hohlraum vorhanden, in dem die erforderlichen Elektro- oder Wasserinstallationen verlegt werden können. Wegen der mechanisch robusten Plattenwerkstoffe für die luftdichte Schicht besteht - im Gegensatz zu luftdicht ausgebildeten Folien - keine Gefahr, daß diese wichtige Schicht durch Beschädigungen während der Installationsarbeiten in ihrer Funktion beeinträchtigt wird.

In Bild 9.3 sind Vorschläge für die Ausbildung solcher Überlappungen dargestellt, und zwar unterschieden in solche parallel und rechtwinklig zur Balkenrichtung. Der luftdichte Abschluß erfolgt mit auf dem Markt erhältlichen, auf die jeweilige Folienart abgestimmten speziellen Klebebändern.

Bei der Verlegung der Dampfsperre sollten bzgl. ihrer Stöße folgende Regeln beachtet werden:

1. So wenig Stöße innerhalb der Fläche wie möglich, d.h. Verwendung möglichst breiter Folienbahnen,
2. Stöße möglichst immer unter einem durchlaufenden Holz anordnen (Balken (1), (3) oder Querlatte (5)), um den für das sichere Anbringen des Klebebandes erforderlichen Anpreßdruck aufbringen zu können.

Fehlstellen in Folien

Fehlstellen (z.B. Beschädigungen oder nicht abgedichtete Durchdringungen) in

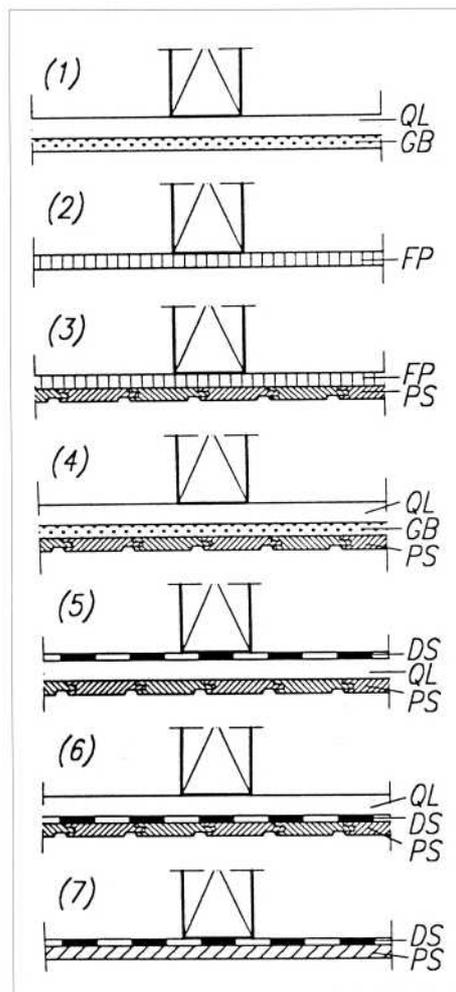


Bild 9.2 Beispiele für luftdichte Bekleidungen, (1) bis (4) unter Verwendung eines luftdichten Plattenwerkstoffes, (5) bis (7) unter Verwendung einer luftdichten Schicht, z.B. vollflächige Folie; QL Querlatte, GB Gipsbauplatte, FP Spanplatte, allseitig gespundet (mit hohen Anforderungen an die Ausführungssorgfalt), PS Profilt Brettenschalung, DS Dampfsperre = luftdichte Schicht (vgl. Bild 9.3) Anmerkung: Bei den Ausbildungen (6) und (7) müssen Beschädigungen der Dampfsperre durch die Befestigung (Nagelung) der direkt anschließenden Schalung unbedingt vermieden werden.

Folien, die als Dampfsperre ohne/mit zusätzlicher Funktion einer luftdichten Schicht wirken sollen, können je nach Lage und Funktion einer solchen Schicht (z.B. im Fall von Dachquerschnitten) unterschiedliche Auswirkungen haben:

1. Wird die Luftdichtheit bereits von einer anderen Schicht (fugenlos verarbeiteter Plattenwerkstoff) sichergestellt, hat die Folie also nur noch eine dampfsperrende Funktion und liegt sie unmittelbar auf der luftdichten Bekleidung auf (z.B. Bild 8.1), dann sind kleinere Beschädigungen ihrer Fläche in aller Regel bedeutungslos.

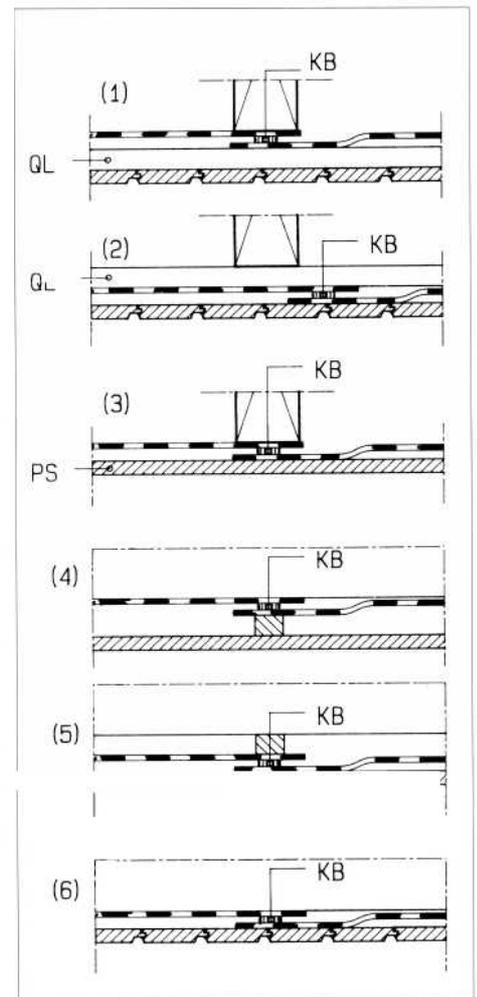


Bild 9.3 Luftdichte Ausbildung von Folienstößen bei einlagiger Bekleidung aus Profilt Brettenschalung; (1) bis (3) Stöße parallel, (4) bis (6) Stöße rechtwinklig Balkenrichtung; KB spezielles Klebe-Dichtband; aus [1]

Anmerkungen:

Die Ausbildungen (2), (3), (5) und (6), bei denen die Profilt Brettenschalung direkten Kontakt mit der luftdichten Folie hat, sind hinsichtlich Beschädigungen der luftdichten Folie bei der Befestigung der Schalung (Nagelung) grundsätzlich gefährdet, darüber hinaus ist bei (2), (4) und (6) ein Anpreßdruck bei der Verklebung der Überlappungen nicht möglich.

2. Liegt im Fall 1 die Folie oberhalb eines Zwischenraumes (z.B. Bild 12.2), dann sollten Beschädigungen der Folie möglichst vermieden werden, um die Tauwassermasse infolge Wasserdampfdiffusion zu begrenzen.
3. Hat die Folie nicht nur eine dampfsperrende, sondern auch die Funktion der Luftdichtheit sicherzustellen (z.B. Bild 9.2 (5), (6), (7)), dann ist unabhängig von ihrer Lage in jedem Fall dafür zu sorgen, daß sie in ihrer Fläche nicht beschädigt wird, da anderenfalls ernsthafte Feuchteschäden infolge Wasserdampfkvektion nicht ausgeschlossen werden können.

9.3.3 Luftdichte Wandanschlüsse

Werden für die raumseitigen Bekleidungen von Decke und Wand Gipsbauplatten verwendet, dann ergibt die für diese Materialien übliche Eckausbildung (Verspachtelung) auch ohne Eck-Bewehrungsstreifen einen ausreichend luftdichten Anschluß.

Bei davon abweichenden Bekleidungswerkstoffen (z.B. Profilbrettschalung an der Decke, Gipsbauplatten an der Wand) ist die Luftdichtheit durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen sicherzustellen, z.B. mit um die Ecke herumgezogener, in die Innenwand geringfügig einbindender Dampfsperre.

Beim Anschluß an Außenwände, die i.d.R. raumseitig eine Dampfsperre aufweisen, bietet sich die Lösung mit überlappten Dampfsperren an. Eine solche Ausbildung ist bei Gipsbauplatten für Decke und Außenwand zwar nicht erforderlich, jedoch eine sehr sichere Lösung bezüglich Tauwasser, Wärmeverlusten und 'Zugluft'.

9.3.4 Luftdichte Durchdringungen

Der einwandfreie, luftdichte Abschluß von Durchdringungen bereitet bei Bekleidungen aus Gipsbauplatten i.a. keine Probleme, da hierbei die verbleibende Öffnung zwischen Bekleidung und Durchdringung (Rohr, Kabel) mit geeigneten Materialien (Fugenfüller, Dichtungsmassen) leicht geschlossen werden kann.

Dagegen ist der Aufwand für die Abdichtung von Durchdringungen bei Profilbrettschalungen erheblich größer, s. z.B. [211].

9.3.5 Vornorm DIN V 4108-7

In dieser Vornorm - Wärmeschutz im Hochbau; Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen; Ausgabe April 1996 - wird erstmals im Rahmen der DIN 4108 der Vermeidung der schadensträchtigen Konvektion breiterer Raum gewidmet. Für Holzbauteile werden eine Reihe von Planungs- und Ausführungsempfehlungen gegeben sowie Ausführungsbeispiele für die dauerhafte Sicherstellung der luftdichten Schicht, einschließlich Angaben zur Materialauswahl, vorgestellt.

10 'Besondere bauliche Maßnahmen' nach DIN 68 800-2 als Voraussetzung für Holzbauteile ohne chemischen Holzschutz (GK 0)

10.1 Allgemeines

In den nachfolgenden Abschnitten werden für die wesentlichen Holzbauteile die zugehörigen Gefährdungsklassen GK entsprechend ihrer konstruktiven Ausbildung angegeben.

Allgemein ist DIN 68 800-3 als Grundlage für die Klassifizierung heranzuziehen, wenn - neben der Einhaltung der Vorschriften an den Wärme-, insbesondere aber an den Feuchteschutz nach DIN 4108 und der allgemeinen Regeln für den baulichen Holzschutz - keine zusätzlichen (besonderen) baulichen Auflagen erfüllt werden. Das hat zur Folge, daß z.B. solchermaßen ausgebildete Außenbauteile mit Wetterschutz in die Gefährdungsklasse GK 2 einzuordnen sind (lv,P-Mittel).

Dagegen kann DIN 68 800-2 angewandt werden, wenn über die Anforderungen nach Teil 3 der Norm hinaus weitere konstruktive oder erf. auch organisatorische Bedingungen eingehalten werden (als 'besondere bauliche Maßnahmen' bezeichnet). Dann ist die Einstufung in eine niedrigere Gefährdungsklasse möglich, z.B. müssen Außenbauteile mit Wetterschutz dann nicht mehr der GK 2 (s. oben), sondern können der GK 0 zugeordnet werden, d.h. ein chemischer Holzschutz ist nicht mehr erforderlich.

Grundlage hierfür ist die Neuauflage Mai 1996 der DIN 68 800- 2, die ihrerseits auf die Forschungsvorhaben [81],[91] und [101] sowie auf nachgeschaltete Untersuchungen, z.B. [111], zurückgeht, vgl. auch die zugehörigen Veröffentlichungen, z.B. [141], [151]. Einen Gesamtüberblick mit der Zusammenstellung der wesentlichen Versuchsergebnisse gibt [51].

10.2 Kriterien der 'besonderen baulichen Maßnahmen'

Die beiden Kriterien sind:

1. Vermeidung eines unkontrollierbaren Insektenbefalls, d.h. eines Befalls an nicht einsehbaren Konstruktionshölzern (Bild 10.1), s. Abschn. 10.3.
Anmerkung: Der kontrollierbare Insektenbefall an einsehbaren Hölzern ist bereits Bestandteil der DIN 68 800-3, also kein Kriterium des besonderen baulichen Holzschutzes.
2. Vermeidung eines schädlichen Pilzwachstums, vor allem durch Verhinderung einer unzulässig hohen

Holzfeuchte über einen längeren Zeitraum, s. Abschn. 10.4.

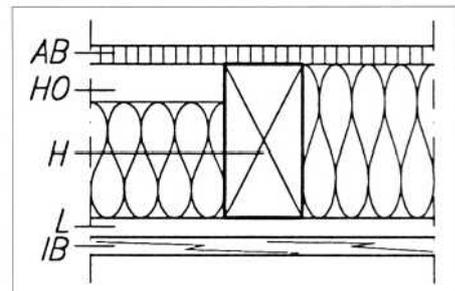


Bild 10.1

Bedingungen zur Vermeidung eines unkontrollierbaren Insektenbefalls an nicht einsehbaren Konstruktionshölzern H (schematische Darstellung):

1. Insektenundurchlässige Ausbildung der Innenbekleidung IB, z.B. unter Lattung L, und der Außenbekleidung oder -beplankung AB;
2. an beiden Stirnseiten des Bauteils insektdicht geschlossener, d.h. nicht belüfteter Hohlraum HO

10.3 Vermeidung von unkontrollierbarem Insektenbefall als eine Bedingung der 'besonderen baulichen Maßnahmen'

10.3.1 Bedingungen

Ein unkontrollierbarer Insektenbefall wird vermieden, wenn keine Eiablage erfolgen kann, wenn also die Käferweibchen keinen Zugang zum Holz haben. Das wird verhindert, wenn

1. die Abdeckungen zu beiden Seiten des Bauteils (Bekleidungen, Beplankungen oder dergl.) insektenundurchlässig ausgebildet sind (sog. 'geschlossene' Abdeckungen) und
2. evtl. vorhandene Hohlräume im Bauteilquerschnitt von der Außenluft her insektenunzugänglich, d.h. in keinem Fall belüftet sind.

10.3.2 Insektenundurchlässige Abdeckungen

Insektenundurchlässig bedeutet nicht 'luftdicht', da es nur darauf ankommt, daß keine Insektenweibchen durch diese Abdeckung an die Konstruktionshölzer kommen. Beispiele für solche Abdeckungen ohne weiteren Nachweis werden in Bild 10.2 gezeigt. Stülpschalungen, Boden-Deckel-Schalungen oder vergleichbare Ausbildungen sind dagegen ohne zusätzliche Maßnahmen hierfür nicht geeignet.

10.3.3 Insektenschutzgewebe

Zuweilen wird - um den 'belüfteten' Querschnitt aus idealistischer Anschauung zu retten - irrtümlich angenommen, man könne beides haben: 1. den belüfteten Hohlraum und 2. die Insektenunzu-

gänglichkeit. Man will die Lüftungsöffnungen in den Stirnseiten der Bauteilquerschnitte mit einem sehr engmaschigen Gewebe schließen. Abgesehen davon, daß das sorgfältige Anbringen solcher Gewebe einen größeren Aufwand erfordert, ist bei einer zulässigen Maschenweite von höchstens etwa 1 mm bereits bei Beginn - und erst recht im Dauerzustand nach natürlichem 'Zusetzen' der Maschenöffnungen - eine wirksame Belüftung nicht möglich.

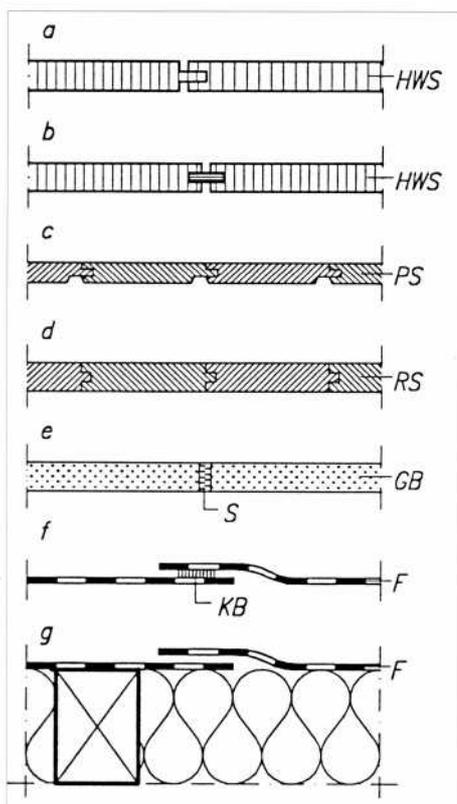


Bild 10.2
Beispiele für insektenundurchlässige Bekleidungen, aus [14]

a Holzwerkstoffplatten HWS, gespundet;
b HWS, mit Nut-Feder-Verbindung;

c Rauhspundschalung RS,
e Gipsbauplatten GB (Gipskarton- oder Gipsfaserplatten), Stoßfugen gespachtelt oder geklebt,
f Folien F oder dergl. mit insektenundurchlässiger Ausbildung der Überlappungen, z.B. mit Klebeband KB,
g Folien F oder dergl. mit nicht abgedichteter Überlappung, nur bei Volldämmung im Gefach ausreichend

10.4 Vermeidung von Schäden infolge Pilzbefall als eine weitere Bedingung der 'besonderen baulichen Maßnahmen', Allgemeines

Allgemein ist ein Wachstum holzerstörender Pilze erst möglich, wenn sich freies Wasser in den Zellhohlräumen befindet, d.h. wenn die Holzfeuchte u oberhalb des Fasersättigungsbereiches liegt, also mehr als etwa $u = 30\%$ (grober Mittelwert für die einheimischen Nadelhölzer) beträgt. Fasersättigung stellt sich bei der jeweils vorhandenen Temperatur ein, wenn das

Holz langfristig einer relativen Feuchte $\varphi = 100\%$ ausgesetzt ist. Freies Wasser bildet sich - abgesehen vom 'frischen' Zustand des Holzes - dann, wenn ein zusätzliches Wasserangebot vorliegt, z.B. durch Beregnung oder durch Tauwasserbildung im Querschnitt.

Da aber - ebenso wie die übrigen Eigenschaften des Holzes - auch die Holzfeuchte innerhalb desselben Holzteils stark streuen kann, wird aus Sicherheitsgründen unterstellt, daß die Holzfeuchte $u < 30\%$ an jeder Stelle als eingehalten gilt, wenn die Einzelmessung (z.B. mit Einschlag-elektrode und möglichst an ungünstig erscheinender Stelle, hier mit u_1 bezeichnet) einen Wert $u_1 < 20\%$ ergibt. Pilzwachstum wird vermieden, wenn dieser Zustand dauerhaft gegeben ist.

Auch Pilzbefall ist bautechnisch unkritisch, solange er zu keinem sicherheitsrelevanten Schaden führen kann. Das bedeutet: Solange die Holzfeuchte $u = 30\%$ bzw. $u_1 = 20\%$ in keinem Fall länger als 6 Monate überschritten wird, kann zwar eine Pilzspore zur Hyphe (feiner Zellfaden) auskeimen, aber noch keinen Schaden am Holz verursachen. Bei anschließender Unterschreitung dieser Feuchten wird der Pilz sein Wachstum wieder einstellen. (Anmerkung.: Auch nach Abschn. 2.3.2 in DIN 68 800-3 besteht eine Gefahr durch Pilzbefall erst, wenn $u_1 = 20\%$ 'langfristig' überschritten wird.) Das gilt auch für den Echten Hausschwamm, der nur im fortgeschrittenen Stadium in der Lage ist, auch trockenes Holz zu befallen, wie es z.B. der Fall gewesen ist, wenn Hausbesitzer schwammbefallenes Holz aus der Altstadtsanierung zu Heizzwecken gelagert haben.

Konsequenz:

Schäden durch Pilzbefall werden dann verhindert, wenn eine außerplanmäßige, unzulässig hohe Holzfeuchte nicht oder nur über einen unbedenklich kurzen Zeitraum auftreten kann. Diese Voraussetzung gilt durch die nachstehend genannten Maßnahmen als eingehalten.

10.5 Bauliche Voraussetzungen für die Vermeidung von Pilzbefall

10.5.1 Luftdichtheit

Bei **Außenbauteilen ist raumseitig eine luftdichte Ausbildung sicherzustellen, um Wasserdampfkongvektion auszuschalten, die eine starke Tauwasserbildung innerhalb des Bauteilquerschnittes bewirken kann** (s. Abschn. 9). Die Forderung der Luftdichtheit war - wenn auch im wesentlichen aus Gründen des Wärmeschutzes -

schon immer Bestandteil der DIN 4108 (Wärmeschutz) sowie der Wärmeschutzverordnungen.

10.5.2 Wetterschutz/Feuchteschutz

Schutz der Holzbauteile vor direkter Feuchteeinwirkung (Wetterschutz bei Außenbauteilen, Feuchteschutz in Naßbereichen), ebenfalls auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen.

10.5.3 Trockenes Holz

Verwendung trockener Hölzer mit $u_1 \leq 20\%$. Diese Bedingung ist in jedem Fall bei Bauteilen mit einer nicht ausreichenden Austrocknungskapazität zu erfüllen, d.h. bei Bauteilen mit beidseitiger Abdeckung mit $s_d > 0,2$ m, z.B. Außenwände, Flachdächer, Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, jeweils mit beidseitiger Bekleidung oder Beplankung aus Holzwerkstoffen.

Hat sich hierbei trotz aller Vorsichtsmaßnahmen die Feuchte der Konstruktionshölzer in den Gefachen auf $u_1 > 20\%$ erhöht, z.B. während des Einbaus, ist mit der Fertigstellung des betreffenden Bauteils (z.B. Einbringen der Dämmschicht und ggf. der Dampfsperre sowie Schließen an der Raumseite) zu warten, bis die überschüssige Feuchte entwichen ist. Daher sind in solchen Fällen während dieser Zeit Messungen der Holzfeuchte durchzuführen.

10.5.4 Diffusionsoffene Abdeckung bei geneigten Dächern

Bei geneigten Dächern, also bei Bauteilen, bei denen infolge der besonderen Einbausituation oder infolge anderer Gegebenheiten eine Holzfeuchte von $u_1 > 20\%$ grundsätzlich nicht auszuschließen ist, sind die Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß ungewollte, überschüssige Feuchte auch nach Fertigstellung des Bauteils in ausreichend kurzer Zeit entweichen kann. Das ist der Fall, wenn zumindest für die außenseitige Abdeckung des Bauteilquerschnittes ein diffusionsoffener Werkstoff (z.B. Bekleidung, Schalung, Unterspannbahn) mit $s_d < 0,2$ m verwendet wird (Grundlagen s. [161, [171 und [51]).

In Anbetracht der exponierten Lage und der besonderen konstruktiven Situation geneigter Dächer kann bei diesen Bauteilen - im Gegensatz zu den übrigen Bauteilen - auf die genannte Zusatzbedingung $s_d < 0,2$ m nicht verzichtet werden, also auch dann nicht, wenn mit der Fertigstellung dieses Bauteils gewartet wird, bis $u_1 < 20\%$ vorliegt, da auch im Nutzungszustand - wie die Erfahrung gezeigt hat -

eher als z.B. bei Außenwänden ungewollte Feuchtebeanspruchungen auftreten können.

10.5.5 Dämmschicht in den Gefachen

Ein besonderes Kriterium des besonderen Holzschutzes ist ferner, daß - sofern eine Dämmschicht innerhalb der Bauteilgefache verlegt wird, was der Regelfall ist - dieses Material geeignet ist, einen wesentlichen Beitrag zu einer evtl. erforderlichen schnellen Austrocknung ungewollter Feuchte zu leisten. Dazu gehören folgende Eigenschaften der Dämmschicht:

1. Kleine Diffusionswiderstandszahl, möglichst nahe $u = 1$, um den Feuchtetransport zu einer oder beiden Bauteiloberflächen nicht zu behindern.
2. Möglichst geringes Feuchtespeichervermögen (sorptiv bedingt), wieder um die Weiterleitung von Feuchte nicht zu erschweren.
3. Ausreichende Elastizität, vor allem in Dämmschichtebene, um Toleranzen des Holzes im Einbauzustand oder spätere Verformungen, vor allem durch Schwinden bedingt, derart mitzumachen, daß sich keine Fugen zwischen Dämmmaterial und Holz und damit keine Wärmebrücken bilden können, die für das Bauteil feuchteschutztechnisch nachteilig sein können.
4. Ausreichende Gefügesteifigkeit der Dämmschicht im eingebrachten Zustand, um wiederum Wärmebrücken infolge Fugenbildung zu vermeiden, wie sie bei nicht ausreichendem 'Stehvermögen' z.B. bei werksseitig hergestellten Elementen während des Transportes oder bei bauseits hergestellten Bauteilen durch verkehrsbedingte Erschütterungen während der späteren Nutzungsdauer (Nachsacken von Schüttstoffen oder dergl.) entstehen können.

Die **Eignung des hierfür vorgesehenen Dämmmaterials ist auf der Grundlage der Landesbauordnungen durch einen Verwendungsnachweis** zu belegen. Einzelheiten zum Verwendungsnachweis s. z.B. Abschn. 11.1.5.

Für mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18 165-1 gilt dieser Nachweis der Eignung bereits als erbracht.

11 Außenwände GK 0

11.1 Allgemeine Anforderungen

Bild 11.1 zeigt die allgemeinen Konstruktionsprinzipien von Außenwänden in Holzbauart. Für die Zuordnung zur Gefährdungsklasse GK 0 nach DIN 68 800-2 müssen die nachfolgend genannten Bedingungen des 'besonderen baulichen Holzschutzes' (s. Abschn. 10) eingehalten sein, zusätzlich zu dem bereits nach DIN 68 800-3 geforderten Wetterschutz sowie Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 für Außenwände der GK 2 (Iv,P-Mittel erforderlich).

11.1.1 Kein Insektenbefall

Erforderliche Maßnahmen zur Vermeidung eines unkontrollierbaren Insektenbefalls s. Abschn. 10.3, d.h. unbelüftete Wandgefache sowie insektenundurchlässige Abdeckungen der Konstruktionshölzer der eigentlichen Wand. Diese Anforderungen gelten dagegen nicht für belüftete Lattungen, Schalungen oder dergl. als Bestandteile von hinterlüfteten Vorhangschalen oder ähnlichem, die nicht gegen Insekten geschützt zu werden brauchen (s. auch Bild 11.6).

11.1.2 Kein Pilzbefall

Zur Vermeidung von Schäden durch Pilzbefall sind die nachstehenden Bedingungen zu erfüllen.

11.1.3 Wetterschutz

Als Wetterschutz sind die in Abschn. 11.2 genannten Ausbildungen zu verwenden.

Besondere Sorgfalt ist dabei für einen dichten Anschluß zu Fenstern und Türen erforderlich.

Anmerkungen

- a) Andere Ausbildungen des Wetterschutzes sind nur zulässig, wenn nachgewiesen wird, daß damit die Voraussetzungen **für die Zuordnung** der Wand zur GK 0 eingehalten werden.
- b) Wärmedämm-Verbundsysteme benötigen in jedem Fall einen Verwendbarkeitsnachweis, z.B. über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Das gilt nicht nur für Systeme, für die eine umfassende Bewährung bei Holzwänden noch nicht nachgewiesen ist, z.B. mineralischer Putz auf Hartschaumplatten oder mineralischen Faserdämmstoffen, sondern auch für solche, die sich inzwischen über Jahrzehnte hunderttausendfach allgemein bewährt haben, z.B. unter Verwendung von Hartschaumplatten nach DIN 18164-1 mit Kunstharzputz.
- c) Wetterschutz des Holzes durch Anstriche: Auf Holz direkt aufgetragene, den Niederschlägen unmittelbar ausgesetzte wasserabweisende Anstriche gelten bisher nicht als dauerhafter Wetterschutz für das Holz, da zum einen durch nachträgliche Reißbildung im Holz, zum anderen in Anschlußbereichen eine unzulässige Feuchtebeanspruchung des Holzes nicht dauerhaft auszuschließen ist.

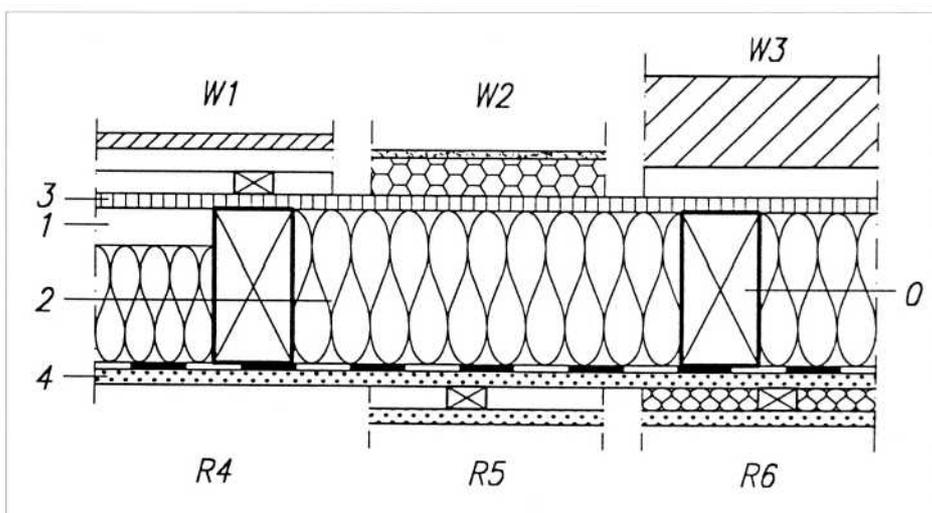


Bild 11.1

Wesentliche Konstruktionsmerkmale von typischen Außenwänden in Holzbauart der Gefährdungsklasse GK 0 (schematisch);
 Varianten Wetterschutz: W1 Vorhangschale, W2 Wärmedämm-Verbundsystem, W3 Mauerwerk-Vorsatzschale
 Varianten Raumseite: R4 Beplankung oder Bekleidung, R5 Vorhangschale (evtl. mit Installationsebene) ohne Dämmschicht, R6 mit Dämmschicht
 0 Konstruktionshölzer der GK 0, 1 nicht belüfteter Hohlraum im Gefach bei Teildämmung; 2 Vollämmung im Gefach; 3 insektenundurchlässige Abdeckung; 4 luftdichte Raumseite.

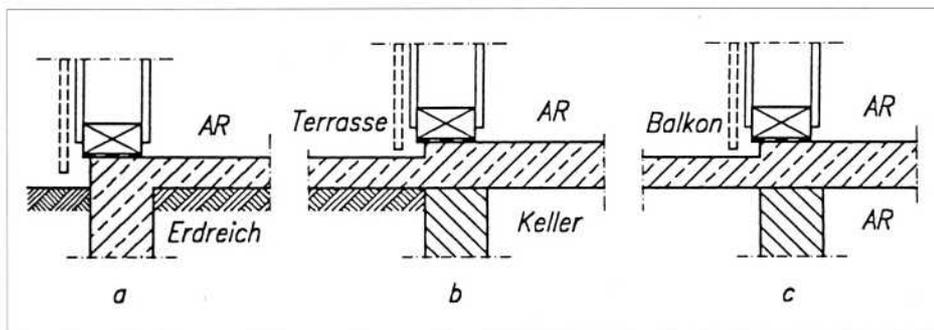


Bild 11.2

Anwendungsbereiche für Fußrippen oder Schwellen von Außenwänden, für die zumindest die GK2 nach DIN 68 800-3 zugrunde zu legen ist; AR Aufenthaltsraum

- auf Bodenplatten bei nicht unterkellerten Gebäuden oder bei nicht ausreichender Sockelhöhe, etwa < 30 cm,
- auf Decken im Bereich von Terrassen oder dergl.,
- auf Massivdecken im Bereich von Balkonen.

11.1.4 Holzfeuchte

Außenwände gehören in der Regel zu den Bauteilen mit beidseitig diffusionshemmender Abdeckung (jeweils $s_d > 0,2$ m), z.B. raumseitig unter Verwendung von Spanplatten oder Gipsbauplatten mit Dampfsperre, außenseitig mit einer Bekleidung oder Beplankung und aufliegendem Wärmedämm-Verbundsystem. Deshalb ist hier der Einbau trockener Konstruktionshölzer mit $u < 20\%$ eine wesentliche Bedingung nach DIN 68 800-2.

Hat sich trotz aller Vorsichtsmaßnahmen die Holzfeuchte auf $u > 20\%$ erhöht, z.B. während des Einbaus, ist mit der Fertigstellung des betreffenden Bauteils (z.B. Einbringen der Dämmschicht und ggf. der Dampfsperre sowie Schließen an der Raumseite) zu warten, bis die überschüssige Feuchte entwichen ist. Zu diesem Zweck sind Messungen mit einem Feuchtemeßgerät durchzuführen. Da es sich in solchen Fällen um eine nachträgliche Befeuchtung von trockenem Holz handelt, genügt die Feuchteermittlung im Bereich der Holzoberfläche. Außerdem sind solchermaßen aufgetretene Befeuchtungen in der Regel innerhalb weniger Tage wieder abgeklungen.

11.1.5 Wärmedämmschicht

Ohne weiteren Nachweis gelten für die Wärmedämmschicht in den Wandgefachen nach DIN 68 800-2 nur mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18 165-1 als geeignet.

Anmerkung:

Für andere Dämmstoffe im Gefach besteht die Möglichkeit, den Eignungsnachweis gesondert zu führen.

- Für nicht genormte Dämmstoffe, d.h. für solche mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, ist dieser Nachweis durch Prüfung nach den im zugehörigen ad hoc-Ausschuß des DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) festgelegten Vorgaben zu erbringen. Die prinzipielle Gleichwertigkeit des Dämmstoffes zu den genannten mineralischen Faserdämmstoffen in solchen Fällen muß insbesondere für folgende Merkmale gegeben sein:
 - Ermöglichung einer zügigen Austrocknung des eingebauten Holzes sowie des gesamten Bauteilquerschnittes
 - ausreichend elastisches Verhalten der Dämmschicht
 - formstabiles Gefüge der Dämmschicht im platten- oder mattenförmigen oder geschütteten Zustand.
- Für genormte Dämmstoffe, ausgenommen die genannten Mineralfaserdämmstoffe, ist der **Eignungsnachweis entsprechend a) zu führen.**

Für Wärmedämmschichten außerhalb des Gefachbereiches der Wände - z.B. für raum- oder außenseitige Zusatzdämmungen - ist die Wahl des Dämmmaterials im allgemeinen freigestellt.

11.1.6 Luftdichte Raumseite

Außenbauteile sind im Bereich der raumseitigen Oberfläche stets luftdicht auszubilden. Diese Forderung ist nicht eine spezielle Neuerung der DIN 68 800-2, sondern sie ist bereits seit Jahrzehnten Bestandteil der DIN 4108 und der Wärmechutzverordnung.

Diese Luftdichtheit muß nicht nur in der Bauteilfläche, sondern auch im Bereich von Anschlüssen an andere Bauteile oder an Durchdringungen (z.B. Kabeldurchlässe) dauerhaft sichergestellt sein. Einzelheiten hierzu s. [z.B. Abschn. 9.3](#) und 12.3.4.

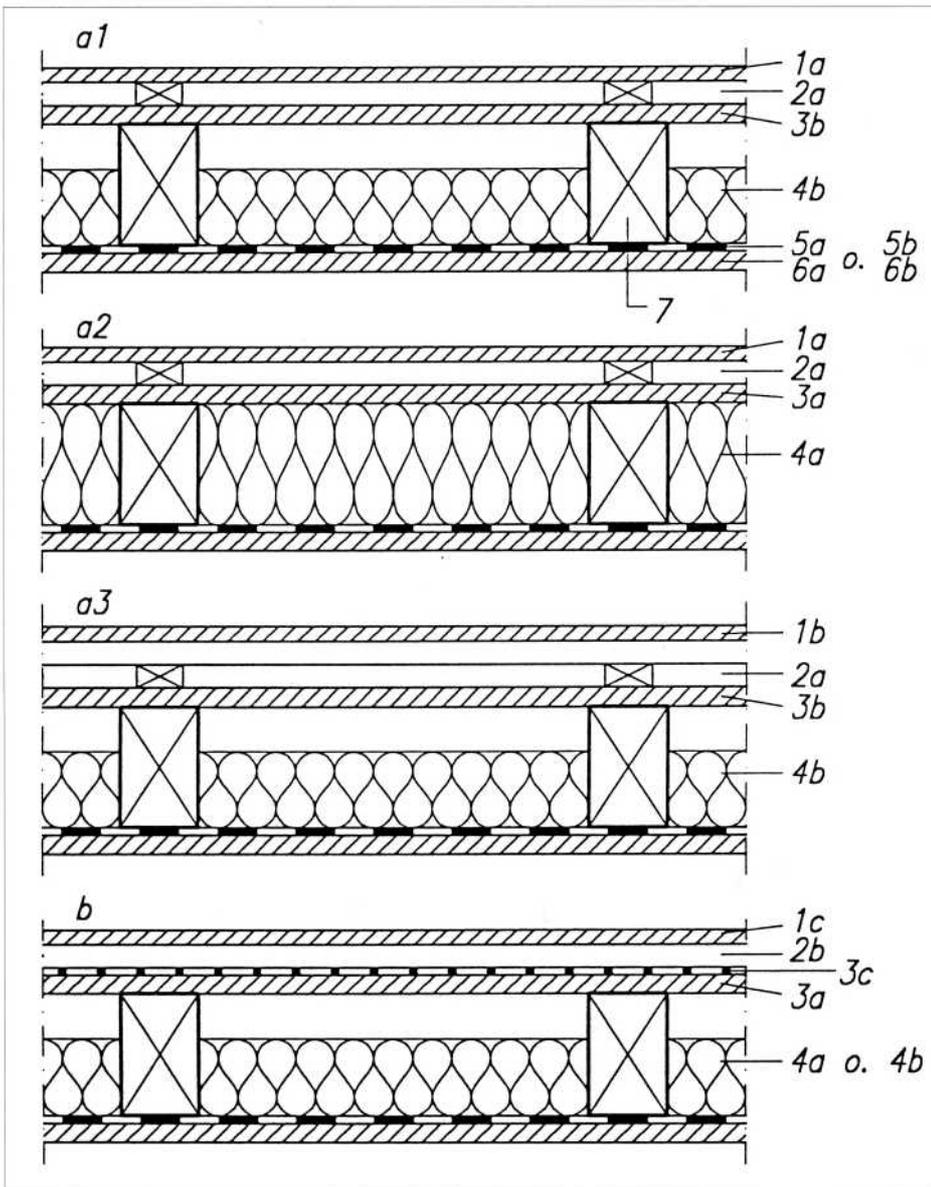
Die Anordnung zusätzlicher Schichten an der Raumseite des Bauteils ist freigestellt, solange sich daraus keine Tauwassergefahr ergibt (erforderlichenfalls rechnerischen Nachweis nach DIN 4108-3 führen). 'Installationsebenen' - zur Aufnahme von z.B. Elektroleitungen - als zusätzliche Schichten an der Raumseite sind zwar mitunter kostenaufwendig, stellen jedoch die sicherste (mechanisch robusteste) Ausführung der luftdichten Schicht dar.

11.1.7 Wandfußpunkt

Die Schwelle der Erdgeschoßwand kann einer besonderen Gefährdung durch Pilze ausgesetzt sein, wenn sie sich in unmittelbarer Nachbarschaft des Erdreiches befindet (z.B. zu geringe Sockelhöhe), zumal durch spätere bauliche Veränderungen (Terrassen oder dergl.) auch noch nachträglich eine stärkere Feuchtebeanspruchung entstehen kann (Spritzwasser, ablaufende Niederschläge) (Bild 11.2). Daher sollte für solche Schwellen (Fußrippen) nur dann die GK 0 zugrunde gelegt werden, wenn sichergestellt ist, daß an dieser Stelle auch später keine höhere Feuchtebelastung als an der übrigen Wandoberfläche auftreten kann. Anderenfalls ist **für diese Holzteile die GK 2 nach DIN 68 800-3 maßgebend.**

Anmerkung:

Die GK 2 bedeutet aber nicht automatisch den Einsatz von Holzschutzmitteln (Iv,P), sondern kann auch durch Verwendung entsprechend dauerhafter Hölzer ohne chemischen Holzschutz abgedeckt werden (s. Abschn. 5.4), eine Möglichkeit, von der bei solchem geringem Holzvolumen ohne Schwierigkeiten Gebrauch gemacht werden kann.



Erläuterungen zu Bild 11.3

(gilt auch für die Bilder 11.4 und 11.5):

- 1 Wetterschutz
 - 1a Bekleidung auf lotrechter Lattung GK 0, hinterlüftet
 - 1b Bekleidung auf waagerechter Lattung und Konterlattung, jeweils GK 0, hinterlüftet
 - 1c Bekleidung auf waagerechter Lattung (nicht hinterlüftet)
 - 1d Wärmedämm-Verbundsystem: Hartschaumplatten nach DIN 18 164-1 und Kunstharzputz oder Putz mit nachgewiesenem, dauerhaft wirksamem Wetterschutz
 - 1e Holzwolllleichtbauplatten HWL nach DIN 1101 mit wasserabweisendem Außenputz nach DIN 18 550-1; erforderlichenfalls zwischen HWL und Wand wasserableitende Schicht (z.B. Folie)
 - 1f Mauerwerk-Vorsatzschale
- 2 Hohlraum hinter Wetterschutz
 - 2a Belüftet im Sinne der DIN 4108-3
 - 2b Nicht belüftet im Sinne der DIN 4108-3 (infolge Querlattung)
 - 2c Luftschicht (Dicke ? 40 mm), Lüftungssöffnungen nach DIN 1053-1
- 3 Äußere Abdeckung der eigentlichen Wand
 - 3a Beliebige Bekleidung/Bepunktung
 - 3b Bekleidung/Bepunktung insektendicht
 - 3c Wasserableitende Schicht, diffusionsoffen (su < 0,2 m)
 - 3d Wasserableitende Schicht
 - 3e Hartschaumplatten nach DIN 18 164-1
 - 3f Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1
- 4 Dämmschicht im Gefach
 - 4a Vollämmung: Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoff mit Verwendbarkeitsnachweis (bauaufsichtliche Zulassung für diesen Anwendungsfall)
 - 4b Teildämmung: Dämmstoffe wie unter 4a; Hohlraum im Gefach nicht belüftet, insektenunzugänglich
- 5 Dampfsperre
 - 5a Dampfsperre, sofern erforderlich (Luftdichtheit nicht erforderlich)
 - 5b Dampfsperre mit zusätzlicher Funktion einer 'luftdichten Schicht', auch im Bereich von Anschlüssen, Durchdringungen (Elt-Kabel), Überlappungen
- 6 Raumseitige Bekleidung/Bepunktung, ohne/mit Lattung (vgl. auch Bild 12.4)
 - 6a Bekleidung als 'luftdichte Schicht', auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen
 - 6b Beliebige Bekleidung, wenn Dampfsperre luftdicht ausgebildet (5b)
- 7 Wandkonstruktionsholz GK 0 (z.B. Stiel, Rippe, Schwelle, Rahm)

Bild 11.3

Wetterschutz: Vorhangschalen aus Bekleidung auf Lattung;
 a1 bis a3 Vorhangschale hinterlüftet,
 b nicht hinterlüftet

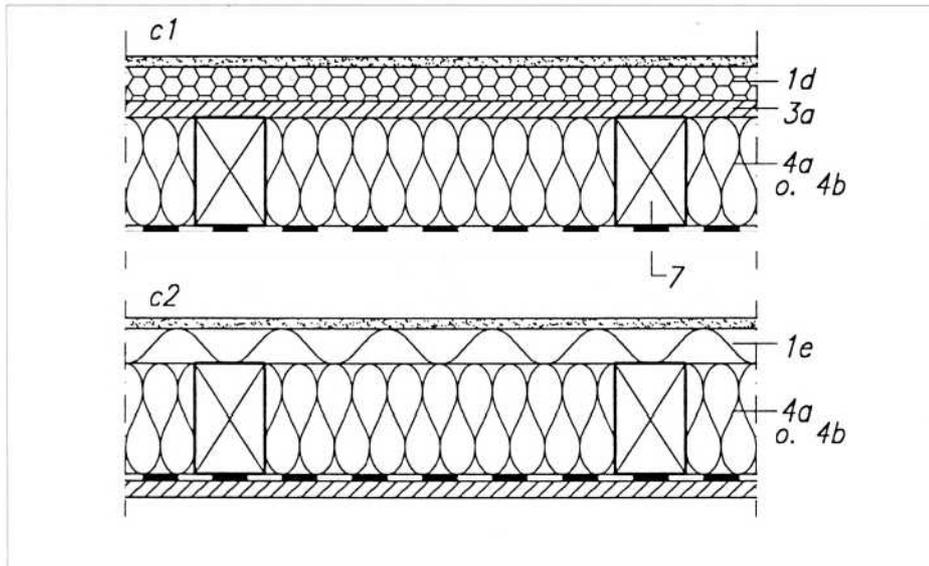


Bild 11.4
Wetterschutz Außenliegende, verputzte Warmedammschicht;
c1 Wärmedamm-Verbundsystem mit Hartschaumplatten auf äußerer Beplankung; c2 Holzwoleleichtbauplatten,
direkt auf Konstruktionshölzern angeordnet
Erläuterungen s. zu Bild 11.3

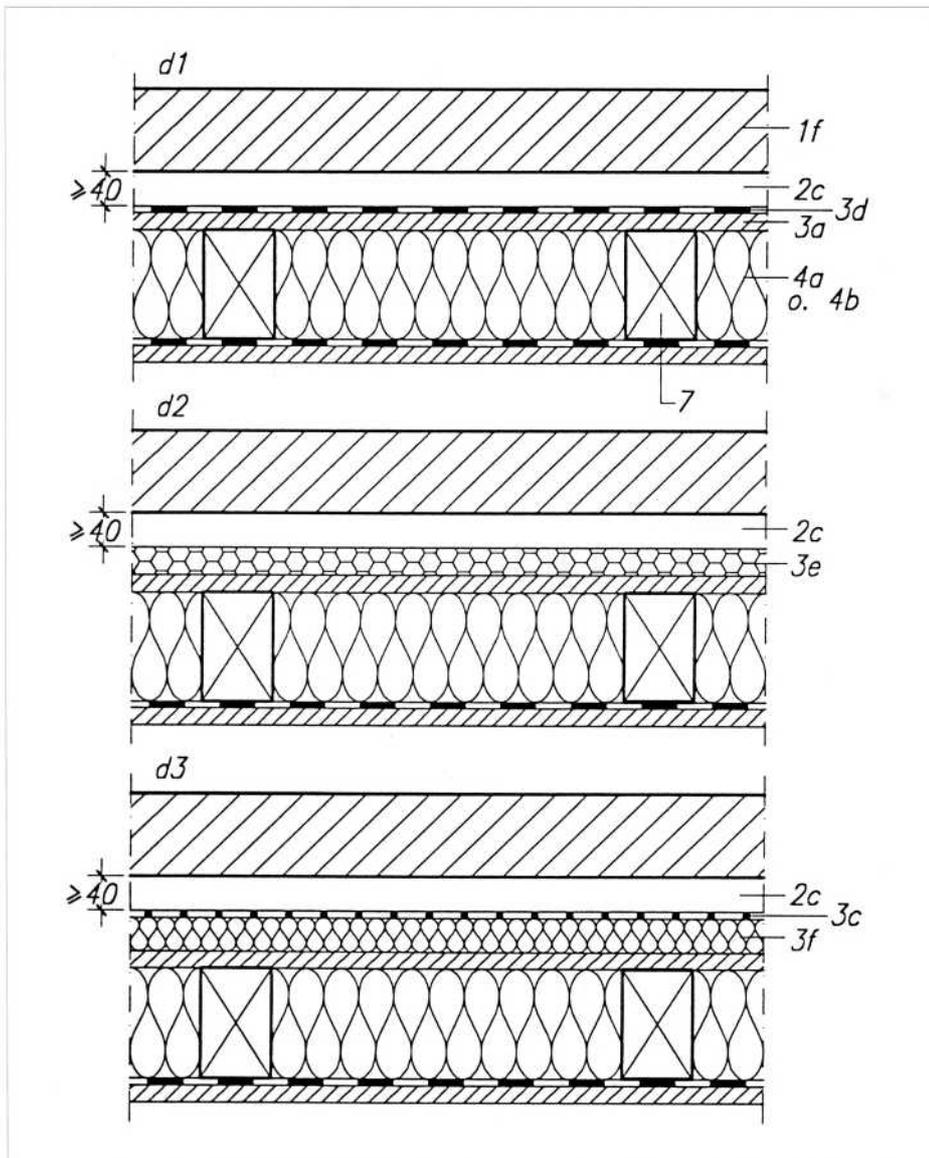


Bild 11.5
Wetterschutz: Mauerwerk-Vorsatzschale nach DIN 1053-1
d1 Außenbeplankung der Wand mit wasserableitender Schicht, d2 mit Hartschaumplatten; d3 mit mineralischem
Faserdämmstoff und wasserableitender Schicht
Erläuterungen s. zu Bild 11.3

11.2 Erforderlicher Wetterschutz

Außenwände mit den in den Bildern 11.3 bis 11.5 dargestellten Ausbildungen des Wetterschutzes nach DIN 68 800-2 dürfen ohne weiteren Nachweis der GK 0 zugeordnet werden, wenn auch die übrigen, in Abschn. 11.1 genannten Voraussetzungen eingehalten sind.

11.2.1 Vorhangschale (Bild 11.3)

11.2.2 Wärmedämmschicht mit Putz (Bild 11.4)

11.2.3 Mauerwerk-Vorsatzschale (Bild 11.5)

11.2.4 Schalungen, Lattungen oder dergl.

Bei Vorhangschalen (s. Bild 11.6) darf auch für die dort verwendeten Latten oder Schalungen die GK 0 zugrunde gelegt werden, wenn evtl. dorthin eingedrungene Feuchte ausreichend schnell wieder entweichen kann, wenn also der Hohlraum belüftet ist (Ausbildungen a und c) oder nicht luftdicht abgeschlossen ist (b). Anderenfalls ist die GK 2 anzunehmen (d).

Werden für die Wandausbildungen GK 0 nach Bild 11.3 bis 11.5 Brettschalungen als äußere Beplankung oder Bekleidung eingesetzt, so ist auch dafür - ausgenommen Kiefer-Splint - ein chemischer Holzschutz nicht erforderlich.

11.2.5 Abweichende Konstruktionen

a) Zuordnung zur GK 0

Die Zuordnung anderer als in DIN 68 800-2 angegebener Konstruktionen zur Gefährdungsklasse GK 0 ist möglich, wenn in Abstimmung mit dem Deutschen Institut für Bautechnik ein entsprechender Verwendbarkeitsnachweis geführt wird.

Anmerkung:

Da die derzeit in der Praxis typischen Konstruktionsprinzipien des Holzbaus in der Norm erfaßt sind, wird es sich bei solchen Abweichungen im wesentlichen nur um besondere Systembauarten handeln.

b) Zuordnung zur GK 2

Bei Mauerwerk-Vorsatzschalen ist der 40 mm dicke, belüftete Hohlraum eine wesentliche Voraussetzung für die GK 0. Daher sind alle Wandausbildungen mit Mauerwerk-Vorsatzschale, bei denen diese Bedingung nicht eingehalten ist, der GK 2 zuzuordnen, solange nicht die Eignung der Konstruktion nachgewiesen ist.

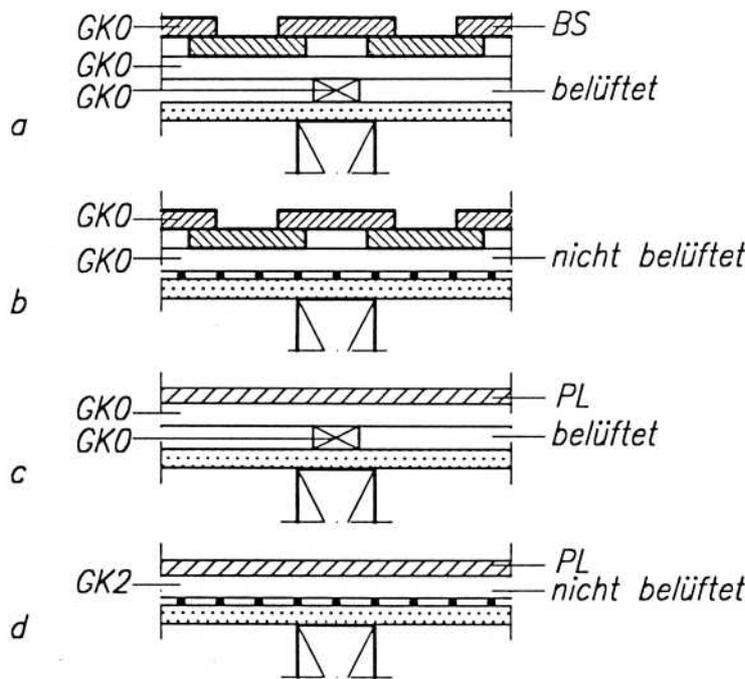


Bild 11.6

Die Zuordnung von Lattungen oder dergl. als Bestandteil des Wetterschutzes von Außenwänden GKO ist abhängig von der konstruktiven Ausbildung der Vorhangschale (Dämmschicht im Wandgefach nicht eingezeichnet).

- a) GKO: hinterlüfteter Wetterschutz (lotrechte Lattung oder Konterlattung), luftdurchlässig (z.B. beliebige Brettschalung BS)
- b) GKO: nicht hinterlüfteter, jedoch luftdurchlässiger Wetterschutz
- c) GKO: hinterlüfteter Wetterschutz mit luftdichter Außenbekleidung PL (z.B. Faserzementplatten)
- d) GK2: luftdichte Außenbekleidung PL, nicht hinterlüftet (z.B. waagerechte Lattung)

11.2.6 Wandfußpunkt

Unabhängig davon, ob die Kriterien für die Zuordnung der Wandschwelle zur GK 0 vorliegen oder ob die GK 2 zugrunde zu legen ist, d.h. ein chemischer Holzschutz erforderlich ist (vgl. Abschn. 11.1.7), ist für einen sicheren Feuchteschutz in diesem kritischen Bereich zu sorgen. In den Bildern 11.7 bis 11.9 sind einige typische Möglichkeiten dargestellt.

achten ist:

- keine Behinderung der Hinterlüftung
- einwandfreier Abfluß des evtl. an der Rückseite der Vorsatzschale herablaufenden Wassers infolge Schlagregens
- keine Übertragung von Feuchte auf den Fußpunkt der Wand.

11.2.6.1 Wände mit Wärmedämm-Verbundsystem

a) Wandfußpunkt auf Kellerdecke (Bild 11.7)

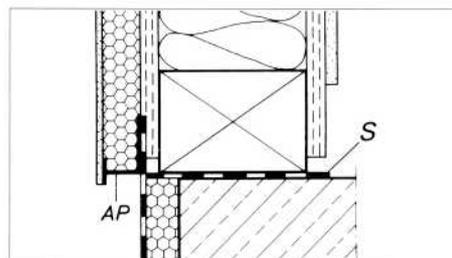


Bild 11.7

Außenwand-Fußpunkt auf Massiv-Kellerdecke oder dergl. (Prinzip)
AP Abschlußprofil, S Sperrschicht; aus [12]

b) Wandfußpunkt im Terrassen- oder Balkonbereich mit Höhenversprung der beiden Deckenoberflächen (Bild 11.8)

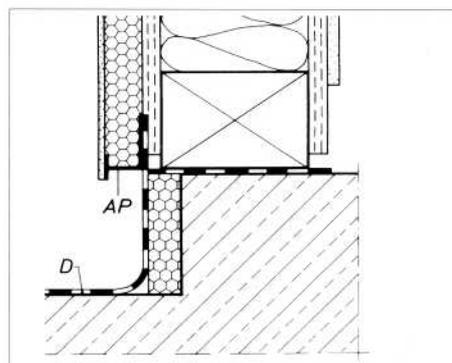


Bild 11.8

Prinzipbeispiel für Anschluß Außenwand - Massivdecke im Terrassen- oder Balkonbereich; AP Abschlußprofil, D Dichtungsbahn; aus [12]

c) Wandfußpunkt im Terrassen- oder Balkonbereich ohne Höhenversprung der beiden Deckenoberflächen (Bild 11.9)

Ist ein Versprung der massiven Unterkonstruktion entsprechend Bild 11.8 nicht möglich, dann muß durch eine zumeist aufwendigere Ausbildung an dieser Stelle eine Gefährdung der Wand dauerhaft vermieden werden, Prinzipbeispiel s. Bild 11.9.

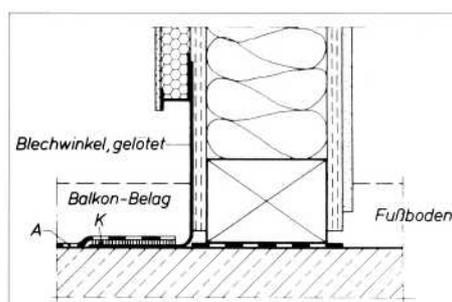


Bild 11.9

Beispiel für Anschluß Außenwand - Unterkonstruktion bei Balkonen oder Terrassen ohne Höhenversprung in der Massivdecke (Prinzip); A Abdichtung, K Verklebung; aus [12]

11.2.6.2 Wände mit Mauerwerk-Vorsatzschale

Die Ausbildung solcher Wände im Fußpunkt hat besonders sorgfältig zu erfolgen, wobei - unter Berücksichtigung einer evtl. Mörtelrestansammlung in diesem Bereich - vor allem auf folgendes zu

11.2.7 Anschlüsse an Fenster

Ein sorgfältig ausgeführter Wetterschutz auch im Anschlußbereich der Wand an Fenster und Türen ist eine der Bedingungen des besonderen baulichen Holzschutzes für Außenwände, da bei diesen Bauteilen im allgemeinen raum- und außenseitig diffusionshemmende Bekleidungen oder Beplankungen vorhanden sind, so daß für durch Undichtigkeiten in den Gefachbereich eingedrungenes Niederschlagswasser kaum eine Möglichkeit der anschließend kurzfristigen Austrocknung besteht.

In Bild 11.10 ist am Beispiel einer Wand mit zusätzlicher Außendämmung das Prinzip des Fensteranschlusses dargestellt. Die seitliche Aufkantung der Fensterbank verläuft (von außen gesehen) hinter der wasserführenden Oberfläche der aufgehenden Wand (Putz, Außenbekleidung), so daß ablaufende Niederschläge nicht in den Bauteilquerschnitt gelangen können.

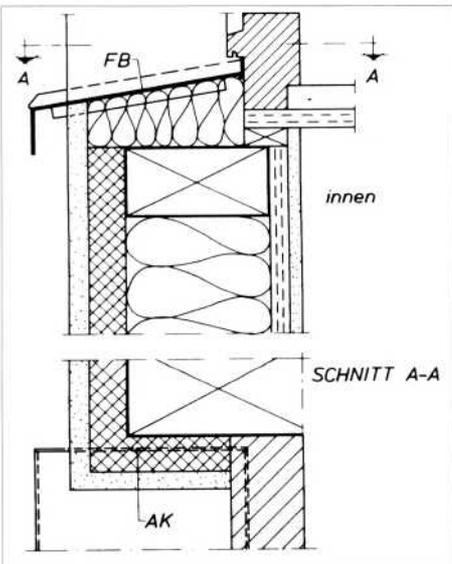


Bild 11.10 Prinzipbeispiel für Ausbildung der Fensterbank FB im Anschlußbereich an aufgehende Wand, AK seitliche Aufkantung, weitere Einzelheiten (Befestigung, Abdichtungen) wurden nicht eingezeichnet; aus [12]

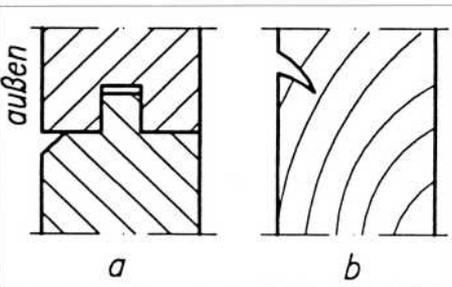


Bild 11.11 Voraussetzungen für Zuordnung von Außenwänden in Blockbauart zur GK 0
 a) Profilierung der Hölzer im Fugenbereich zur schnelleren Ableitung von Niederschlägen, aus [4]
 b) nach unten verlaufende, den Niederschlägen unmittelbar ausgesetzte Schwindrisse sollten chemisch geschützt und regelmäßig kontrolliert werden

11.2.8 Außenwände von Blockhäusern

Die Angaben in DIN 68 800-2 und -3 zu den einzelnen Bauteilen (Wände, Decken, Dächer) gelten auch für Blockhäuser, die zu Wohnzwecken errichtet werden.

Außenwände in der üblichen Blockbauart (s. Bild 11.11a) weichen jedoch von dem in DIN 68 800-2 vorgegebenen Konstruktionsprinzip als Voraussetzung für den Verzicht auf den chemischen Holzschutz (GK 0) ab, so daß hierfür grundsätzlich DIN 68 800-3 beachtet werden muß, die für eine solche Anwendung im Regelfall die Gefährdungsklasse GK 3 (IV,PW-Mittel) fordert. Tatsächlich kann oft nicht verhindert werden, daß bei solchen Wänden das außenliegende, sichtbare Holz durch Niederschläge direkt beansprucht wird.

Trotzdem bestehen bezüglich der Dauerhaftigkeit der Konstruktion - auch in Anbetracht des vergleichsweise geringen Einflusses von evtl. stellenweise auftretenden Beeinträchtigungen der Holzsubstanz auf die Standsicherheit des Gebäudes - keine Bedenken, auf der Grundlage von DIN EN 460 bei solchen Wandausbildungen auf den chemischen Holzschutz zu verzichten, wenn folgende Voraussetzungen eingehalten werden, vgl. auch offiziellen Kommentar zu DIN 68 800-2 [4]:

1. Zur Vermeidung von Schlagregenbeanspruchung möglichst größere Dachüberstände (an den Giebelseiten bei mehr als eingeschossigen Gebäuden nicht immer einzuhalten).
 2. Schnelle Ableitung von Niederschlägen (Schlagregen) durch wasserableitende Anstriche, die diffusionsoffen sein müssen.
 3. Spezielle konstruktive Ausbildung der Fugen zur Vermeidung stehenden Wassers (Bild 11.11a).
 4. Pflege und erf. Wartung (z.B. Erneuerung des Anstriches).
 5. Regelmäßige Kontrolle der äußeren Wandoberfläche bezgl. eines evtl. Insekten- oder Pilzbefalls, z.B. von nach unten verlaufenden Schwindrissen an ungeschützten Wetterseiten (Bild 11.11 b); in solchen Fällen erf. örtliche Nachbehandlung mit chemischen Mitteln.
- Anmerkung zu solchen Schwindrissen: Die Nachbehandlung von Schwindrissen hat nicht nur bei den hier erwähnten Hölzern der GK 0 von Blockhauswänden zu erfolgen, sondern ist im Prinzip bei allen, Niederschlägen ausgesetzten Hölzern mit Oberflächenschutz (GK 3) erforderlich, wenn solche Risse bis in chemisch nicht mehr geschützte Querschnittsbereiche des Holzes reichen.

12 Geneigte Dächer GK 0

12.1 Allgemeine Anforderungen

12.1.1 Bedingungen analog zu Außenwänden

Für geneigte Dächer GK 0 gelten sinngemäß die gleichen Bedingungen wie für Außenwände GK 0 nach Abschn. 11.1:

1. Kein Insektenbefall
Nicht belüfteter Querschnitt sowie keine Insektenzugänglichkeit zu den Konstruktionshölzern (Abschn. 10.3).
2. Wetterschutz (Dachdeckung)
Die Fachregeln des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks sind anzuwenden. Die Art der Dachdeckung ist freigestellt (Dachsteine oder -ziegel auf Unterspannbahn oder Vordeckung, Blech- oder Schieferdeckung auf Schalung); die konstruktiven Details des Dachquerschnitts sind jedoch darauf abzustimmen (Abschn. 12.2).
3. Wärmedämmschicht im Gefach
Mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoffe mit entsprechendem Verwendbarkeitsnachweis (bauaufsichtliche Zulassung) (Abschn. 11.1.5).
4. Luftdichte Raumseite
Für die raumseitige Bauteilfläche sowie dort im Bereich von Durchdringungen und Anschlüssen erforderlich (Abschn. 11.1.6 und 9.3). Die in der Praxis gebräuchlichsten Ausführungen der luftdichten Bauteilunterseite, die nicht nur für Dächer, sondern auch für Außenwände sowie Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen infrage kommen, gehen aus Bild 12.4 hervor.

12.1.2 Abweichungen zu Außenwänden

Die nachstehend genannten Anforderungen weichen von denen für Außenwände GK 0 ab.

5. Diffusionsoffene oberseitige Abdeckung
Wegen der exponierten Lage solcher Dächer und ihrer besonderen Situation während der Bauphase muß zur Sicherstellung einer ausreichend schnellen Wiederabgabe ungewollter Feuchte aus dem Dachquerschnitt die oberseitige Abdeckung der Sparren (z.B. Unterspannbahn, Vordeckung auf Schalung) ausreichend diffusionsoffen sein, ihre äquivalente Luftschichtdicke muß daher so < 0,2 m betragen. Ausführliche Erläuterungen hierzu s. Abschn. 12.2 und 12.6
6. Holzfeuchte
Trotz des für die oberseitige Abdeckung geforderten Wertes $s_d < 0,2$ m ist auch bei solchen Dächern aus Sicherheitsgründen für die Konstruktionshölzer allgemein eine Einbaufeuchte $u < 20\%$

anzustreben. Wegen der diffusionsoffenen Abdeckung kann jedoch diese Holzfeuchte, deren Einhaltung für andere Außenbauteile gefordert wird, in Ausnahmefällen überschritten werden, wobei in jedem Fall $u < 35\%$ einzuhalten ist.

12.2 Dachquerschnitte GK 0 nach DIN 68 800-2

Bild 12.1 zeigt in der Übersicht jene geneigten, im eigentlichen Bauteilquerschnitt (Gefach) nicht belüfteten Dächer, die nach DIN 68 800-2, Abschn. 8.3, ohne weiteren Nachweis der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden können, sowie die zugehörigen konstruktiven Bedingungen. Werden diese Bedingungen nicht eingehalten, ist die Gefährdungsklasse GK 2 nach DIN 68 800-3 zugrunde zu legen (vgl. Abschn. 12.6).

12.3 Zusätzliche Hinweise

12.3.1 Unterlüftete Dachdeckung

Der Hohlraum über der oberen Abdeckung der Sparren (Konterlattenebene) muß zum Feuchteschutz der dort angeordneten Holzteile (Lattung, Schalung) in jedem Fall belüftet sein (Bild 12.2). Diese Holzteile brauchen jedoch nicht gegen Insekten geschützt zu werden, können also ebenfalls der GK 0 zugeordnet werden.

12.3.2 Insektendichte Schichten

Möglichkeiten für die Ausbildung s. Bild 10.2

12.3.3 Diffusionsoffene Vordeckung auf Schalung

Der Wert $s_d < 0,2$ m ist bei Abdeckungen mit einer Vollschalung (z.B. Rauhpund) in keinem Fall zu erreichen, da sich z.B. bei einer Schalungsdicke von 20 mm bereits ohne Vordeckung $s_d = 0,02 \cdot 40 = 0,8$ m ergibt. Für den in DIN 68 800-2 angegebenen Aufbau (Vordeckung auf offener Schalung) gilt dagegen $s_d < 0,2$ m als nachgewiesen (s. Bild 12.3a).

Selbstverständlich sind auch andere mehrlagige Abdeckungen möglich, solange $s_d < 0,2$ m eingehalten wird, z.B. unter Verwendung von Holzfaserdämmplatten (Bild 12.3b).

12.3.4 Zusätzliche Schichten an der Dachunterseite

Zur Anordnung zusätzlicher Schichten an der Raumseite des Bauteils (Installations-ebene oder dergl.) gelten die Aussagen zu Außenwänden in Abschn. 11.1.6 in gleicher Weise. In Bild 12.4 sind einige Ausführungsmöglichkeiten dargestellt.

- a) Material für zusätzliche Dämmschicht unterhalb der Sparrenebene beliebig
- b) Der Hohlraum IE über der raumseitigen Bekleidung in den Fällen c,d,g,h kann als 'klassische Installationsebene' bezeichnet werden (oberseitig luftdicht abgedeckt unter Verwendung mechanisch robuster Plattenwerkstoffe)

12.3.5 Dampfsperre - Kein Konflikt mit DIN 4108-3

Die dampfsperrende Wirkung dieser Schicht sollte bei nicht belüfteten Dächern GK 0 so klein wie zulässig bemessen werden (Abschn. 8.2), damit die Austrocknungskapazität des Querschnitts möglichst. Weitere Hinweise: groß ist (Abschn. 8.3). So reicht z.B. bereits $s_d (DS) = 0,8$ m aus, wenn die obere Abdeckung - wie für GK 0 gefordert - $s_{da} < 0,2$ m beträgt.

Nach DIN 4108-3, Abschn. 3.2.3.3.1, a), müssen bei belüfteten Dächern die unterhalb des belüfteten Hohlraumes angeordneten Schichten insgesamt mindestens $s_{dU} \geq 2$ m aufweisen (Bild 12.5 a). Damit soll erreicht werden, daß die von unten in den belüfteten Hohlraum diffundierende Wasserdampfmasse nicht größer ist, als im Hohlraum über die Luftströmung abgeführt werden kann und keine Tauwasserbildung an der Unterseite der oberen Abdeckung - also innerhalb des eigentlichen Dachquerschnittes - auftritt.

Beim nicht belüfteten Dach hat der belüftete Hohlraum in Konterlattenebene - also

oberhalb der Sparrenabdeckung - diese wichtige Funktion des Transports der von unten durch das Bauteil in diesen Hohlraum diffundierenden Wasserdampfmasse zur Außenluft zu übernehmen.

Bei den in DIN 68 800-2 vorgegebenen oder empfohlenen Konstruktionen wird die Forderung $s_d \geq 2$ m nicht erfüllt, vor allem wenn man sich an die dort genannten, holzschutztechnisch optimalen unteren Grenzwerte für s_d hält, mit denen man $s_{dU} < 2$ m, u.U. sogar nur etwa $s_{dU} = 0,3$ m erhält (Bild 12.5 b).

Somit besteht Tauwassergefahr für diesen Hohlraum infolge zu großer Dampfdurchlässigkeit des darunterliegenden Dachquerschnitts. Der entscheidende Unterschied zum belüfteten Dach (Belüftung innerhalb des Gefaches, Bild 12.5 a) besteht jedoch beim unbelüfteten Dach darin, daß dort der belüftete Hohlraum oberhalb der (wasserableitenden) Abdeckung für den eigentlichen Dachquerschnitt liegt (Bild b). Somit fällt evtl. Tauwasser dort an, wo auch schon mit anderen Feuchtebeanspruchungen zu rechnen ist (z.B. Flugschnee, Schmelzwasser, 'Sekundär-Tauwasser' infolge nächtlicher Wärmeabstrahlung) und wo durch die Barunterliegende wasserableitende Schicht (Unterspannbahn, Vordeckung auf Schalung) ohnehin schon für einen ausreichenden Schutz des eigentlichen Bauteilquerschnitts gesorgt ist.

Da dieses Tauwasser nur bei tiefen Außentemperaturen ausfällt, bestehen - auch für Lattungen und Schalungen in diesem Bereich - keine Voraussetzungen für ein gefährliches Pilzwachstum, zumal die anfallende Feuchte schon bei kurzfristiger Erwärmung aus diesem Bereich wieder entweichen kann.

Bild 12.2 (unten)
Insektenunzugänglichkeit ist **nur für den Hohlraum HO im Gefach des Querschnittes a sicherzustellen**: dagegen ist die Konterlattenebene KL in beiden Fällen zu belüften
a Dachquerschnitt mit Teildämmung, b mit Sparrenvollämmung
A **obere Abdeckung insektendicht**, A1 insektendichte Abdeckung bei Vollämmung grundsätzlich nicht erforderlich (s. auch Bild 10.2g)

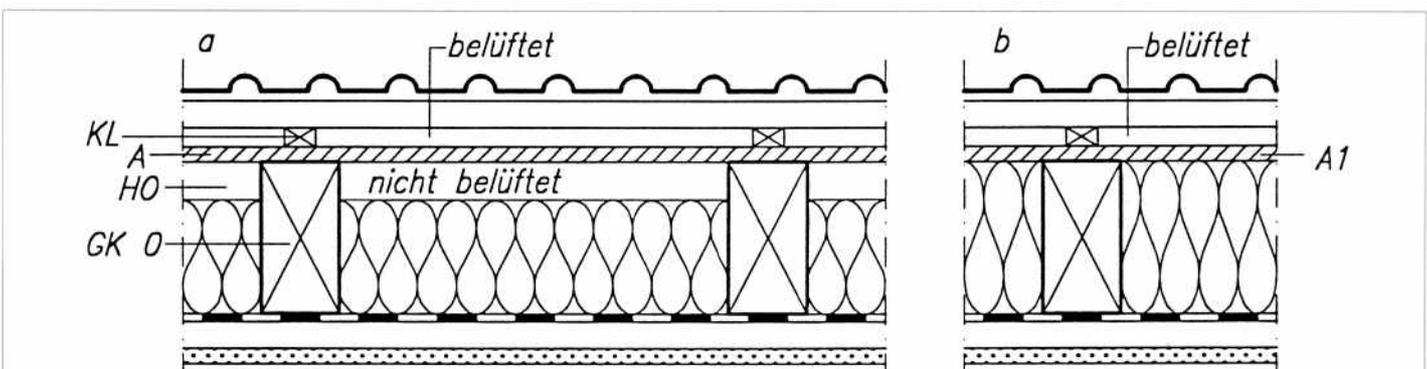


Bild 12.1 (Fortsetzung s. Seite 29)

Querschnitte von geneigten Dächern, die nach DIN 68800-2 ohne weiteren Nachweis der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden dürfen

1 bis 3 Dachdeckung auf Lattung, 4 bis 6 Sonderdeckung auf Schalung, 7 und 8 Dachdeckung auf Schalung mit Vordeckung

Erläuterungen zu Bild 12.1:

1 Dachhaut

1 a Dachdeckung auf Trag- und Konterlattung, jeweils GK 0, Konterlattenebene belüftet
 1 b Sonderdeckung (z.B. Schiefer, Stehfalzbleche, Holzschindeln) auf Zwischenlage, Schalung und Konterlattung, jeweils GK 0, Konterlattenebene belüftet

2 Obere Abdeckung der Sparren

2a Unterspannbahn oder dergl., diffusionsoffen ($s_d \leq 0,2m$), insektendicht (Überlappungen)

2b wie 2, jedoch Insektendichtheit nicht erforderlich

2c Unterspannbahn, extrem diffusionsoffen ($s_d < 0,02 m$), Insektendichtheit nicht erforderlich

2d Vordeckung aus wasserableitender, extrem diffusionsoffener Schicht ($s_d < 0,02m$) auf offener Brettschalung GK 0 (Bild 12.3a), insektendicht ausgebildet (Bild 12.2a)

2e wie 2d, jedoch Insektendichtheit nicht erforderlich (Bild 172b s. S. 28)

3 Dämmschicht im Gefach

3a Volldämmung: Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoff mit Verwendbarkeitsnachweis (bauaufsichtliche Zulassung für diesen Anwendungsfall)

3b Teildämmung:

Dämmstoffe wie unter 3a; Hohlraum im Gefach nicht belüftet, insektenzugangsfähig

4 Dampfsperre, z.B. Folie

4a Dampfsperre ohne weitere Funktion (nicht luftdicht ausgebildet)

4b Dampfsperre mit zusätzlicher Funktion einer „luftdichten Schicht“, auch im Bereich von Anschlüssen, Durchdringungen (z.B. Eit-Kabel), Überlappungen (s. auch Bild 9.3)

5 Unterseitige Bekleidung, i.d.R. auf Lattung (vgl. auch Bild 12.4)

5a Bekleidung mit Funktion einer „luftdichten Schicht“, auch im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen (z.B. Eit-Kabel)

5b Beliebige Bekleidung (z.B. Brettschalung), da Dampfsperre luftdicht ausgebildet (4b)

6 Konstruktionsholz (Sparren) GK 0

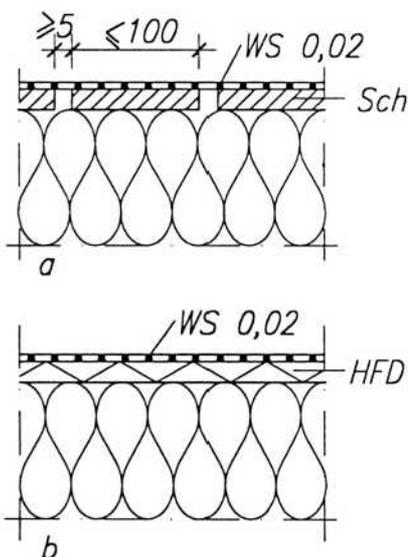
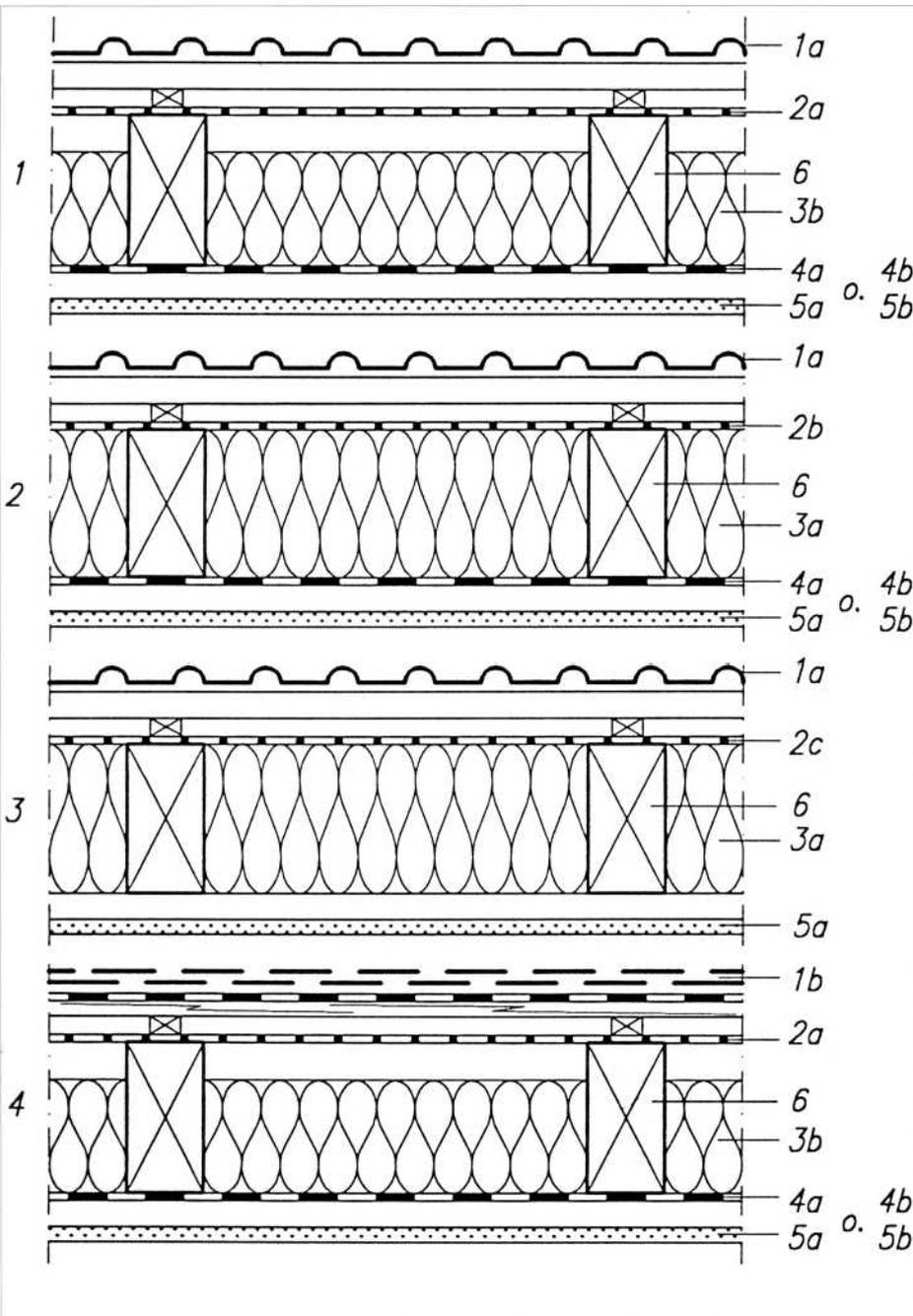


Bild 12.3

Mehrlagige Abdeckungen mit $s_d \leq 0,2 m$

a offene Brettschalung Sch nach DIN 68 800-2 mit Brettbreite < 100 mm und Fugenbreite ≥ 5 mm und wasserableitender Auflage VVS mit $s_d(VVS) < 0,02 m$;

b Beispiel für andere Kombinationen: Holzfaserdämmplatte HFD nach DIN 68 755 und Auflage ebenfalls mit $s_d(VVS) < 0,02 m$

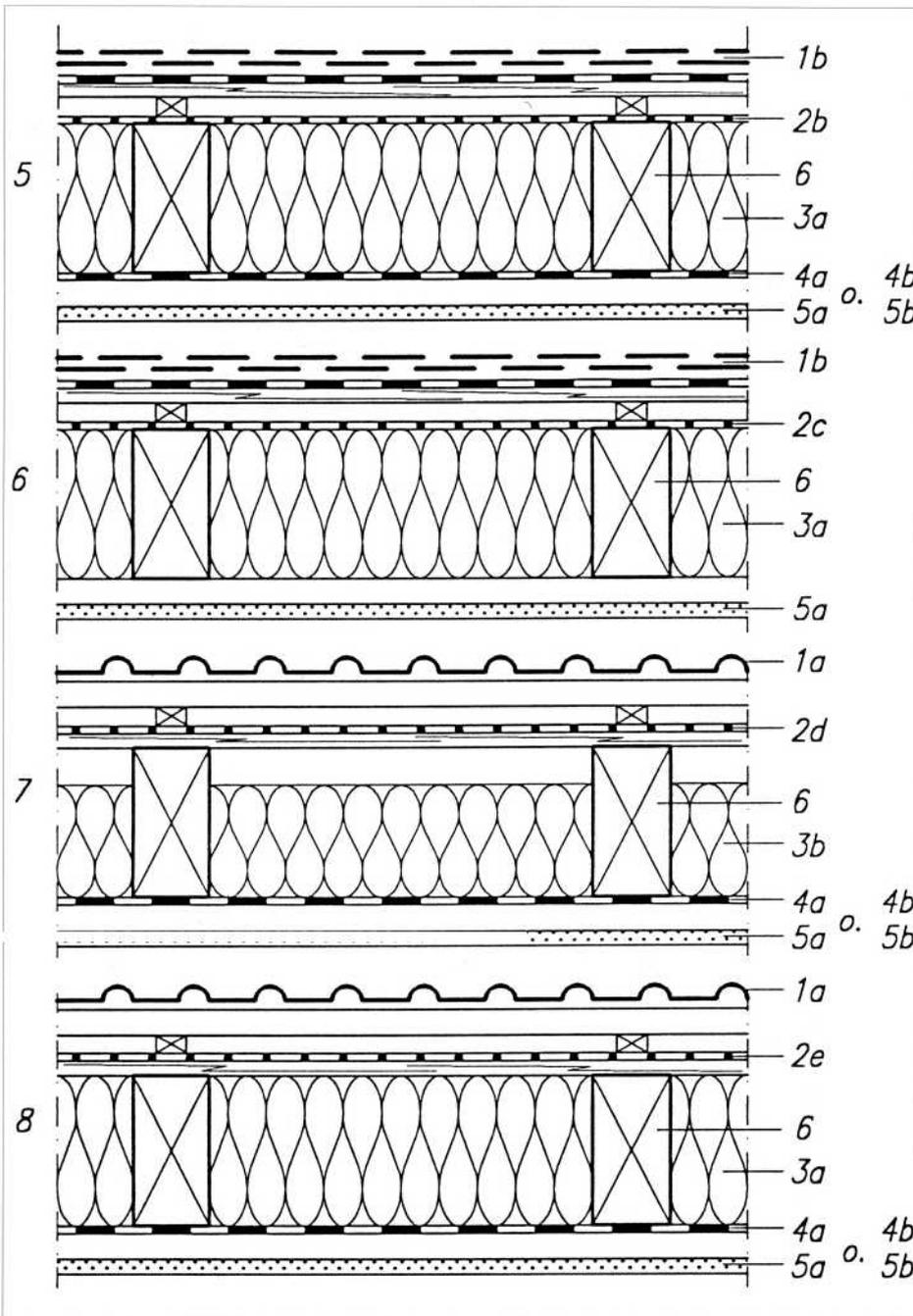
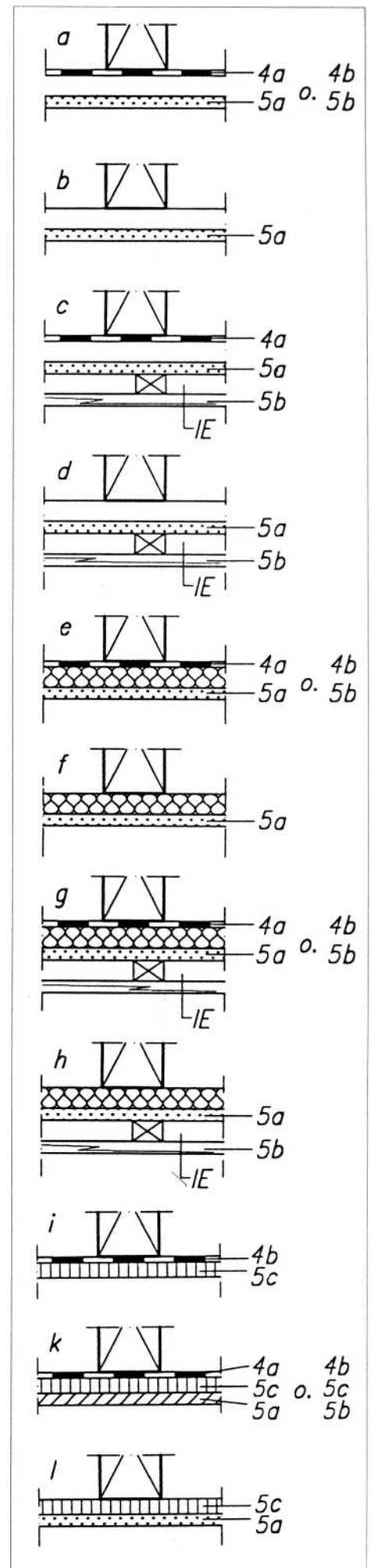


Bild 12.1 (Fortsetzung von Seite 28)



12.4 Abweichende Konstruktionen, Allgemeines

In Abschn. 12.2 sind jene Dachquerschnitte aufgeführt, die nach DIN 68 800-2 ohne weiteren Nachweis der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden dürfen, wenn die vorgegebenen konstruktiven Randbedingungen eingehalten werden. Die im folgenden genannten Ausführungen sind dagegen auf der Grundlage von DIN 68 800-3 einzustufen.

Bild 12.4
Luftdichte Ausbildung der Dachunterseite (Beispiele; Dämmschicht im Sparrengefach nicht eingezeichnet)
a bis h mit Querlattung unterhalb der Sparren,
i bis l Direktbefestigung der Bekleidung/Beplankung an den Sparren
Erläuterungen (siehe auch zu Bild 12.1):
5c Holzwerkstoffplatten oder dergl. (Annahme: nicht luftdicht), ohne Zwischenlattung

Tabelle 12.1
Geneigte Dächer, Zuordnung zu den Gefährdungs-
klassen in Abhängigkeit von den vorliegenden kon-
struktiven Parametern

Bild 12.7	Obere Abdeckung s_d (m)	Gefachhohlraum 1)	Dämmschicht 2)	Gefährdungsklasse
a	$\leq 0,2$ m ³⁾	nicht belüftet (oder Volldämmung)	MiFa / BAZ	GK 0
b			Andere	GK 2
c		belüftet	MiFa / BAZ	GK 1
d	$> 0,2$ m ³⁾		Andere	GK 2
e		nicht belüftet (oder Volldämmung)	MiFa / BAZ	GK 2
f			Andere	
g		belüftet	MiFa / BAZ	GK 2
h			Andere	

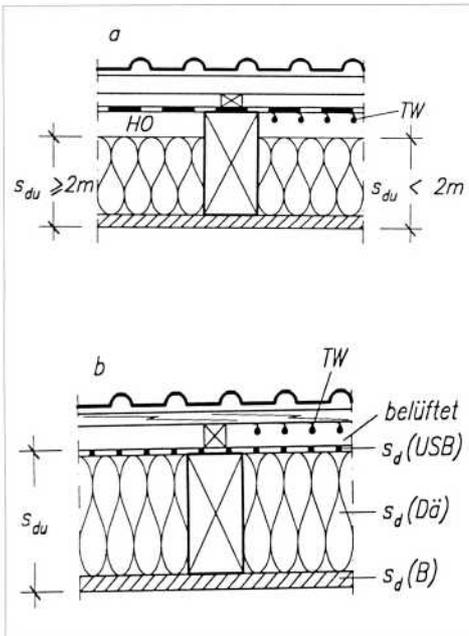


Bild 12.5
a) Bedingung $s_{du} \geq 2m$ unterhalb des belüfteten
Hohlraums HO im Gefach von belüfteten Dächern
nach DIN 4108-3 zur Begrenzung der Diffusions-
stromdichte; angedeutet: Tauwassergefahr innerhalb
des Gefachs als Folge einer zu dampfdurchlässigen
Dachunterseite mit $s_{du} < 2m$
b) Tauwassergefahr im Bereich der Dachdeckung
(außerhalb des Gefachs) infolge $s_{du} < 2m$;
B Bekleidung, Da mineralischer Faserdämmstoff mit
 $s = 200$ mm;
Beispiele für Querschnitt b):
1. $s_d(USB) = 0,2m / s_d(Da) = 0,2m / s_d(B) = 0,1m$;
 $s_{du} = 0,5m$
2. $s_d(USB) = 0,02m / s_d(Da) = 0,2m / s_d(B) = 0,1m$;
 $s_{du} = 0,32m$

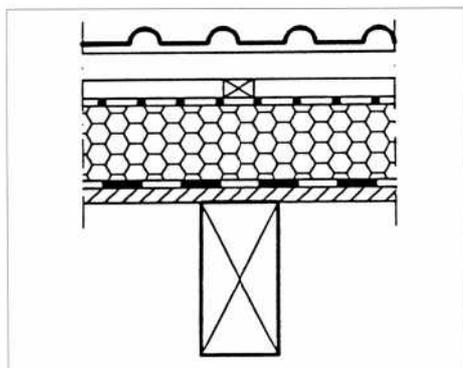


Bild 12.6
Geneigtes Dach der GK 0 nach DIN 68 800-3;
Voraussetzung: dreiseitig sichtbare Sparren, d.h. mit
Aufsparrendämmung

Sofern Hohlraum vorhanden (Teildämmung).
2) MiFa/BAZ: Mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoff mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für diesen Anwendungsfall;
Andere: Dämmstoffe ohne Verwendbarkeitsnachweis für diesen Anwendungsfall.
3) Siehe auch Bild 12.7

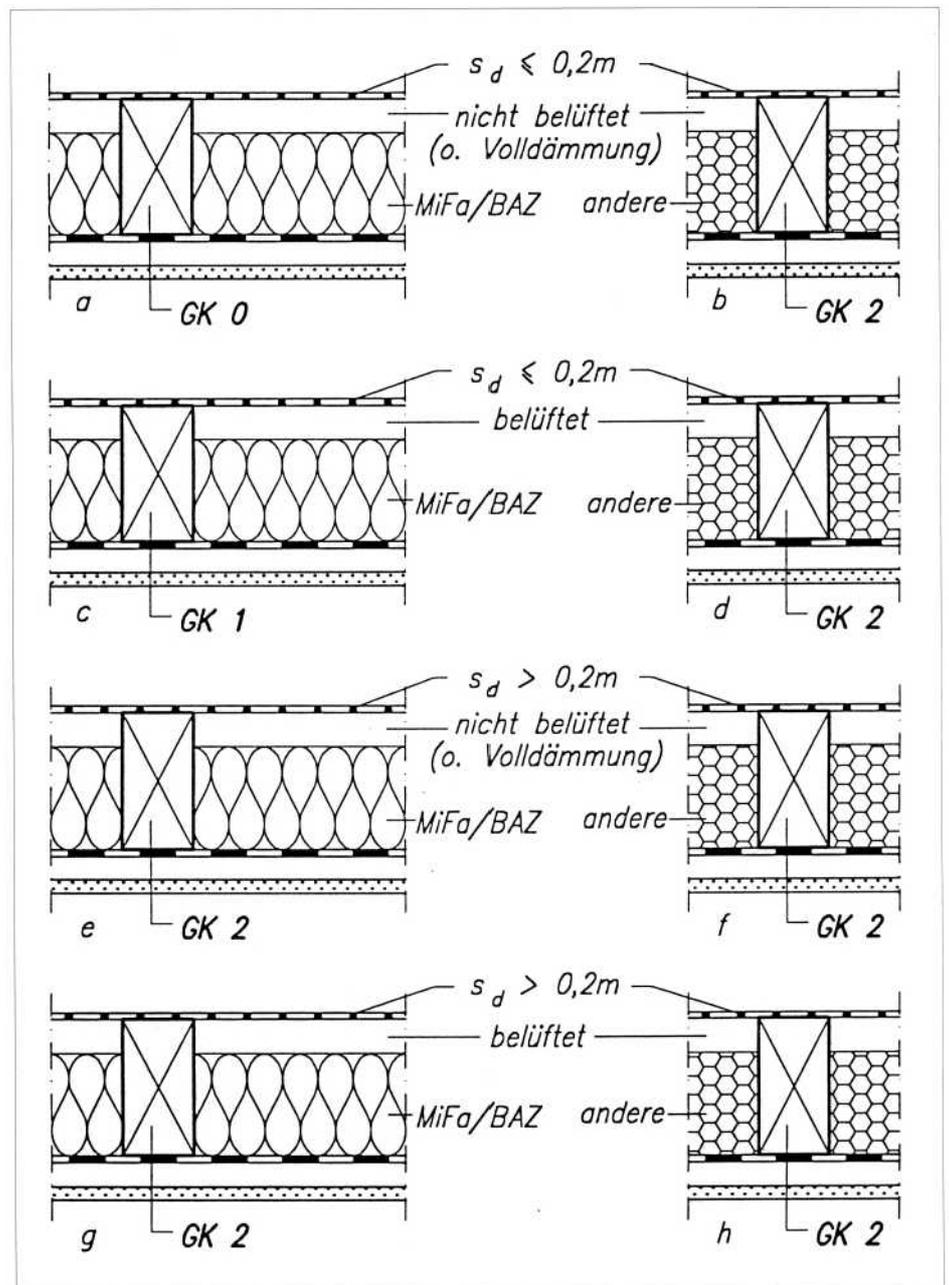


Bild 12.7
Erläuterungen zu Tabelle 12.1: Konstruktionsdetails für geneigte Dächer und zugehörige Klassifizierungen
(Gefährdungsklassen GK); Dachdeckung nicht eingezeichnet
Voraussetzungen: 1. Konterlattenebene belüftet; 2. luftdichte Raumseite
MiFa/BAZ/Andere: s. Tabelle 12.1, FN 2)

13 Flachdächer GK 0

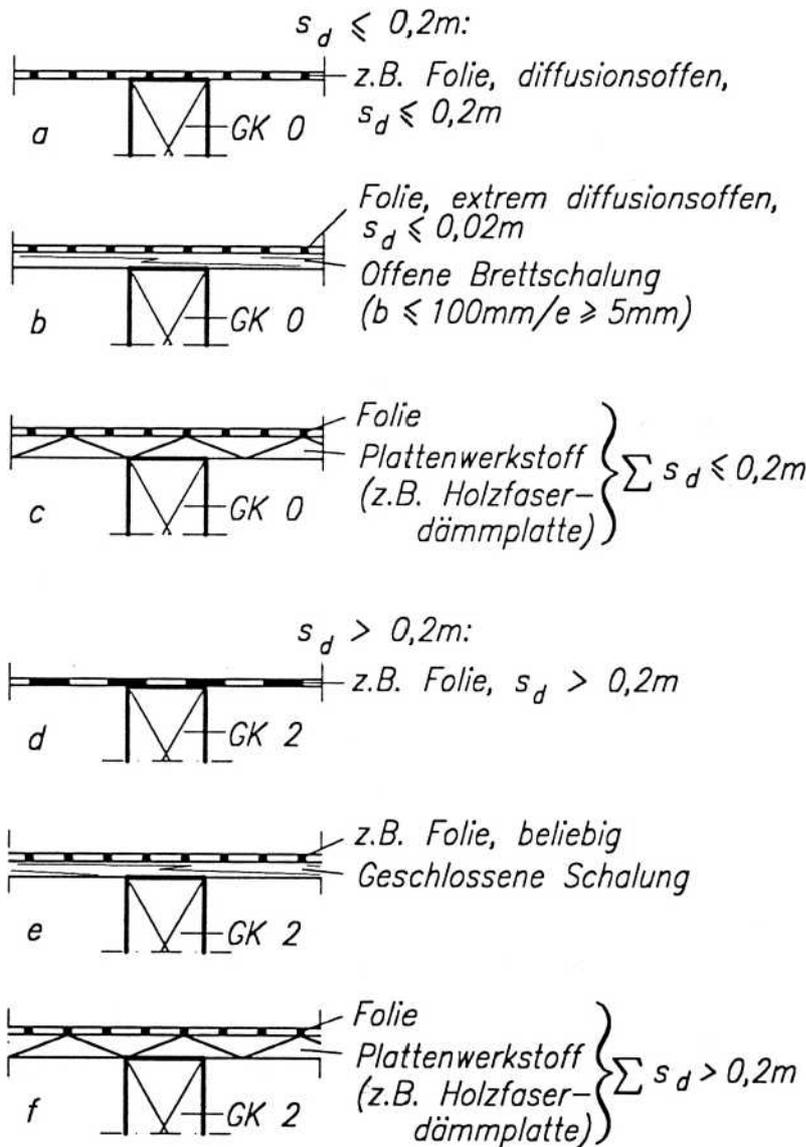


Bild 12.8
Beispiele für obere Sparrenabdeckungen
a bis c: $s_d < 0,2\text{ m}$; GK 0 möglich
d bis f: $s_d > 0,2\text{ m}$; GK 0 nicht möglich

12.5 Sonderfall: Dächer mit sichtbaren Sparren

Dächer über Aufenthaltsräumen mit sichtbaren Sparren (Aufsparrendämmung) dürfen als einziges Konstruktionsprinzip bereits auf der Grundlage von DIN 68 800-3 der GK 0 zugeordnet werden (Bild 12.6).

12.6 Abweichungen und Einstufung nach DIN 68 800-3

Aus Tabelle 12.1 und Bild 12.7 gehen typische Möglichkeiten für Abweichungen einer Dachkonstruktion gegenüber den Vorgaben nach DIN 68 800-2 mit der dortigen Zuordnung zur GK 0 hervor. Man erkennt wieder, daß die GK 0 nur dann

angenommen werden darf, wenn jede einzelne Anforderung eingehalten ist.

In Bild 12.8 sind Beispiele für obere Sparrenabdeckungen dargestellt, zum einen mit $s_d < 0,2\text{ m}$, zum anderen mit $s_d > 0,2\text{ m}$.

Selbstverständlich besteht im Anwendungsfall nach Bild 12.7c (belüftetes Dach der GK 1) - wie bei anderen dermaßen ausgebildeten Bauteilen auch - die Möglichkeit, bei Verwendung entsprechend dauerhafter Hölzer, in diesem Fall z.B. von Kiefer mit Splintholzanteil $< 10\%$, auf chemische Holzschutzmittel zu verzichten (s. auch Abschn. 14.4.2).

Die nachstehenden Angaben beziehen sich ausschließlich auf wärmedämmte Flachdächer über beheizten Aufenthaltsräumen in Wohngebäuden oder Gebäuden mit vergleichbaren Klimaverhältnissen, nicht dagegen auf den Hallenbau.

13.1 Mit sichtbaren Deckenbalken

Flachdächer ohne untere Bekleidung mit dreiseitig sichtbaren Deckenbalken (Bild 13.1) dürfen bereits auf der Grundlage von DIN 68 800-3 der GK 0 zugeordnet werden.

13.2 Mit raumseitiger Bekleidung

13.2.1 Anforderungen

Nach DIN 68 800-2 kann die GK 0 nur für das Konstruktionsprinzip nach Bild 13.2 zugrunde gelegt werden. Dabei sind - analog zu Außenwänden - folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Kein Insektenbefall: Deckenquerschnitt weder belüftet (nicht mit der Außenluft in Verbindung stehend) noch insektenzugänglich (s. Abschn. 11.1.1)
2. Einbaufeuchte des Holzes $u < 20\%$, da hier ähnliche konstruktive Bedingungen vorliegen wie bei Außenwänden (s. Abschn. 11.1.4).
3. Wetterschutz (Dachabdichtung)
Die Fachregeln des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks sind einzuhalten.

Hinzu kommen spezifische Anforderungen für dieses Bauteil:

4. Wärmedämmung ausschließlich oder überwiegend - und in jedem Fall auch die Dampfsperre - oberhalb der Decke angeordnet. Das Material für diese Dämmschicht ist freigestellt.
5. Keine dampfsperrenden Schichten innerhalb des eigentlichen Deckenquerschnitts; darüber hinaus möglichst diffusionsoffene Bekleidung (z.B. Gipsplatten, Brettschalung) an der Unterseite, um bei ungewollt auftretender Feuchte im Deckengefach eine ausreichende Austrocknungskapazität zu haben.
6. Für eine evtl. zusätzliche Dämmschicht im Gefach, sofern wegen des Schall- oder Brandschutzes erforderlich, sind mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoffe mit Verwendbarkeitsnachweis einzusetzen. In solchen Fällen ist erff. der Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 nachzuweisen (s. auch Abschn. 7.3d)).

Bild 13.1

Flachdach GK 0 nach DIN 68 800-3 über Aufenthaltsräumen, ohne untere Bekleidung mit dreiseitig sichtbaren Deckenbalken

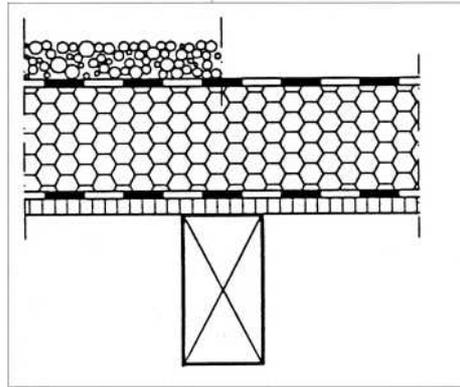
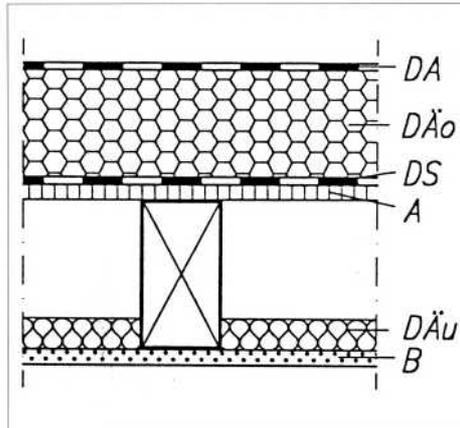


Bild 13.2

Flachdach GK 0 nach DIN 68 800-2 mit raumseitiger Bekleidung:

Bedingungen:

1. Wärmedämmschicht ausschließlich oder überwiegend oberhalb der Decke angeordnet (DAo) (Dämmmaterial beliebig),
 2. keine dampfsperrenden Schichten innerhalb des eigentlichen Deckenquerschnitts,
 3. an der Deckenunterseite möglichst diffusions-offene Bekleidung (B) (Gipsplatten, Brettschalung, sog. 'Akustik'-Platten),
 4. evtl. zusätzliche Dämmschicht im Gefach (DÄu) aus mineralischen Faserdämmstoffen nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoffen mit Verwendbarkeitsnachweis
- DA Dachabdichtung, DS Dampfsperre, A obere Abdeckung



13.3 Abweichungen von der GK 0 und Zuordnung nach DIN 68 800-3

Die in Bild 13.3 dargestellten Konstruktionsprinzipien, bei denen der eigentliche Deckenquerschnitt beiderseits mit dampfsperrenden Schichten abgedeckt ist, fallen nicht unter die GK 0 nach DIN 68 800-2, da sie bei Einwirkung außerplanmäßiger Feuchte stark gefährdet sein können.

Bei ihnen ist die GK 2 nach Teil 3 der Norm zugrunde zu legen. Sie erfordern also einen chemischen Holzschutz, unabhängig davon, ob eine oberseitige Dämmung vorliegt oder nicht und ob es sich um einen belüfteten oder nicht belüfteten Querschnitt handelt.

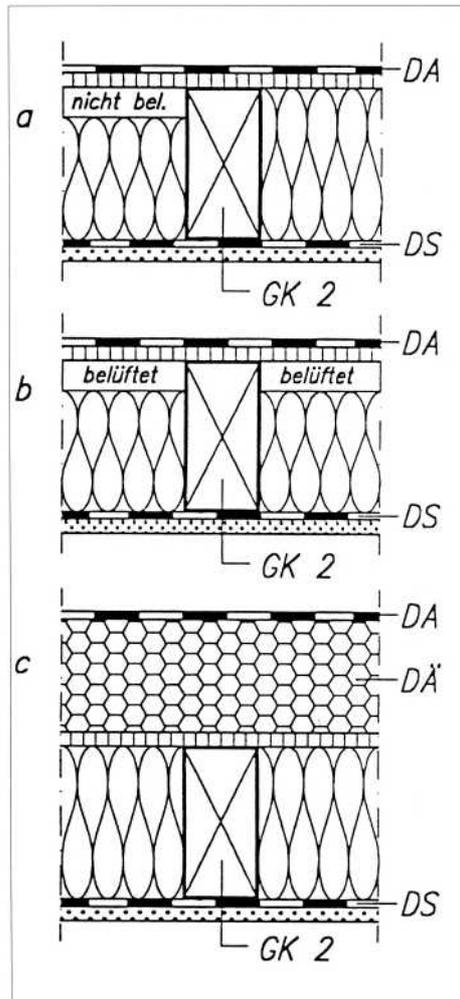
Anmerkung:

Solche Konstruktionen haben sich in der Vergangenheit als schadensträchtig erwiesen, da der chemische Holzschutz bei solchen Bauteilquerschnitten bei ungewollt auftretender Feuchte nicht in der Lage ist, allgemeine Bauschäden zu verhindern. Deshalb sollten sie nur in Ausnahmefällen angewandt werden.

Bild 13.3

Flachdächer GK 2 nach DIN 68 800-3 mit raumseitiger Dampfsperre; trotz chemischen Schutzes können diese Ausführungen bei außerplanmäßiger Feuchte gefährdet sein

- a nicht belüfteter Querschnitt; b belüfteter Querschnitt; c mit zusätzlicher Dämmschicht DA oberhalb der Decke
- DA Dachabdichtung, DS Dampfsperre



14 Decken GK 0 unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

14.1 Allgemeines

Diese Decken sind zwar keine direkten Außenbauteile, haben sich aber in der Praxis trotzdem oft als schadensträchtig erwiesen, in aller Regel bedingt durch Tauwasser infolge Wasserdampfkonvektion (s. z.B. Bild 2.3). Deshalb ist insbesondere dieser Feuchteschutz, der vor allem aus der luftdichten Ausbildung der Deckenunterseite besteht, von großer Bedeutung. Er ist immer erforderlich, also auch dann, wenn die Hölzer chemisch geschützt sind, da sonst Feuchteschäden allgemeiner Art möglich sind.

Wie bei Außenwänden und Dächern muß auch für solche Decken der Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 bezgl. Wasserdampfdiffusion eingehalten sein, vgl. Abschn. 7.2.

14.2 Bedingungen nach DIN 68 800-2

Für Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen gelten im Grundsatz die gleichen Bedingungen wie für Außenwände GK 0, da - abgesehen vom Wetterschutz - ähnliche Konstruktionsprinzipien vorliegen wie dort (s. Abschn. 11.1):

1. Zur Vermeidung eines Insektenbefalls (vgl. auch Abschn. 10.3): Nicht belüfteter Querschnitt sowie auch keine Insektenzugänglichkeit zu den Konstruktionshölzern über die beidseitigen Abdeckungen (Bild 10.2).
2. Im Gefach mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18 165-1 oder Dämmstoffe mit entsprechendem Verwendbarkeitsnachweis.
3. Holzfeuchte: Da bei solchen Decken i.a. diffusionsdichtere Bekleidungen, Schalungen oder Beplankungen vorhanden sind, gelten auch hier:
 - a) $u < 20\%$ als oberer Grenzwert für die Holzeinbaufeuchte und
 - b) der zugehörige Warnvermerk (Abschn. 11.1.4) im Fall einer erhöhten Feuchte.
4. Luftdichte Ausbildung der Raumseite in der Fläche sowie im Bereich von Anschlüssen und Durchdringungen zur Vermeidung der Wasserdampfkonvektion; die Einhaltung dieser Forderung ist vor allem bei solchen Decken - wie die Erfahrung in der Praxis zeigt - von entscheidender Bedeutung. Einzelheiten s. Abschn. 9 sowie Bild 12.4.

Die luftdichte Deckenunterseite ist keine Forderung speziell für Decken der GK 0, sondern gilt allgemein, da es stets auch um die Vermeidung von

Tauwasserschäden in der Decke geht. 5. Zusätzliche Schichten an der Deckenunterseite sind ohne Probleme möglich, sofern sie bezüglich des Tauwasserschutzes für den Gesamtquerschnitt unbedenklich sind (evtl. rechnerischer Nachweis erforderlich).

14.3 Decken GK 0 nach DIN 68 800-2

Nachstehend werden die Konstruktionsprinzipien für dieses Bauteil genannt, die nach DIN 68 800-2, Abschn. 9, ohne weiteren Nachweis der GK 0 zugeordnet werden dürfen, wenn die Bedingungen nach Abschn. 14.2 sowie die nachstehend genannten konstruktiven Randbedingungen eingehalten werden.

14.3.1. Decke mit Dämmschichtauflage (Bild 14.1)

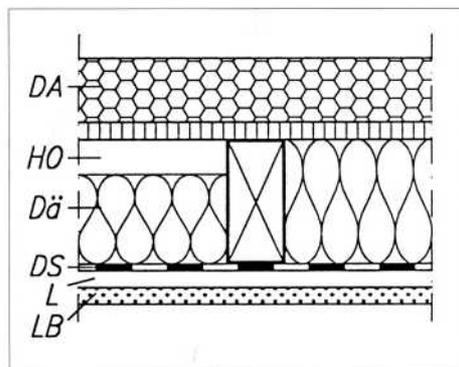


Bild 14.1 Decke unter nicht ausgebautem Dachgeschoß der GK 0 nach DIN 68 800-2 mit Dämmschichtauflage DA mit $1/A \geq 1,0 \text{ m}^2\text{K/w}$; ohne oder mit unterseitiger Lattung L LB luftdichte Bekleidung; DS Dampfsperre; HO evtl. Hohlraum; Da mineralischer Faserdämmstoff nach DIN 18 165-1 oder Dämmmaterial mit entsprechendem Verwendbarkeitsnachweis

An der Deckenoberseite ist eine zusätzliche, vollflächige Dämmschichtauflage DA mit einem Wärmedurchlaßwiderstand $1/A(DA) \geq 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ angeordnet, z.B. Dämmmaterial der WLG 040, mind. 40 mm dick. Hierdurch wird die Gefahr der Tauwasserbildung an der Unterseite der oberen Beplankung oder Schalung infolge Wasserdampfkonvektion verringert, da die Oberflächentemperatur dort ausreichend hoch ist. Das Material für diese Dämmschichtauflage ist - im Gegensatz zur Dämmschicht im Deckengefach - freigestellt.

14.3.2 Decke mit unterseitiger Installationsebene (Bild 14.2)

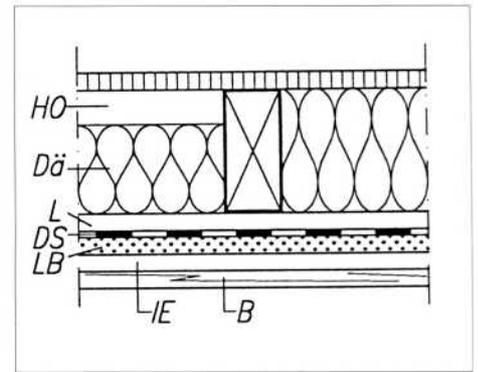


Bild 14.2 Decke unter nicht ausgebautem Dachgeschoß der GK 0 nach DIN 68 800-2 mit unterseitig angeordneter Installationsebene IE zur Aufnahme von Kabeln oder dergl.; ohne oder mit Lattung LB luftdicht ausgebildete Deckenbekleidung unter Verwendung von Plattenwerkstoffen, z.B. Gipsbauplatten, B raumseitige Bekleidung beliebig; DS Dampfsperre; L Lattung; HO evtl. Hohlraum; Dä Dämmschicht im Gefach wie unter Bild 14.1

An der Deckenunterseite befindet sich eine gesonderte Installationsebene unterhalb einer vollflächig luftdicht ausgebildeten Schicht LB aus plattenförmigen Stoffen, z.B. Gipsbauplatten mit gespachtelten oder geklebten Stößen. Hierdurch bestehen gute Voraussetzungen, daß die Luftdichtheit, die bei diesem Bauteil besonders wichtig ist, zum einen einwandfrei hergestellt und zum anderen nicht nachträglich beschädigt werden kann, was z.B. bei Folien durch Elektroinstallationsarbeiten möglich ist. Die Bekleidung unterhalb der Installationsebene ist freigestellt, sie kann also ihrerseits luftdurchlässig sein, z.B. Profilbrettschalung. Ausbildungen s. auch Bild 12.4.

14.3.3 Decke mit luftdichter Folie oder dergl. an der Unterseite (Bild 14.3)

Über der raumseitigen Deckenbekleidung beliebiger Art ist eine Folie oder dergl. angeordnet, die nicht nur in ihrer Fläche, sondern auch im Bereich ihrer Überlappungen, Anschlüsse an andere Bauteile und Durchdringungen dauerhaft luftdicht ausgebildet sein muß, erf. kann sie zugleich als Dampfsperre dienen.

Die Sicherstellung der dauerhaften Luftdichtheit erfordert hierbei wegen der mechanischen Empfindlichkeit dieser Materialien eine besondere Ausführungssorgfalt. Beschädigungen, z.B. bei Installationsarbeiten, sind unbedingt zu vermeiden oder ggf. wieder voll funktionstüchtig instandzusetzen. Ausführungsbeispiele s. Abschn. 9.3.2.

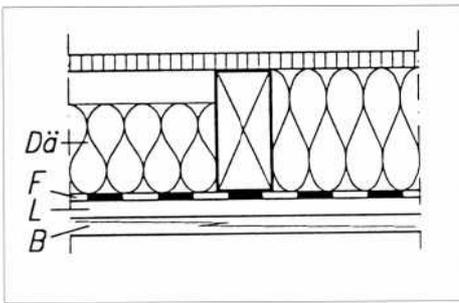


Bild 14.3
Decke unter nicht ausgebautem Dachgeschoß der GK 0 nach DIN 68 800-2 mit unterseitiger luftdichter, unbeschädigter Folie oder dergl.; ohne oder mit Lattung L
F sorgfältig verlegte, luftdichte Folie, auch im Bereich von Durchdringungen und Anschlüssen;
B beliebige Bekleidung

14.4 Sonderfälle

14.4.1 Decke GK 0 nach DIN 68 800-3 (Bild 14.4)

Wie bereits Flachdächer (vgl. Bild 13.1) können auch Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen schon auf Grund des Teils 3 der Norm der GK 0 zugeordnet werden, wenn sie ohne untere Bekleidung mit dreiseitig sichtbaren Deckenbalken ausgeführt werden, so daß ein unkontrollierbarer Insektenbefall nicht auftreten kann.

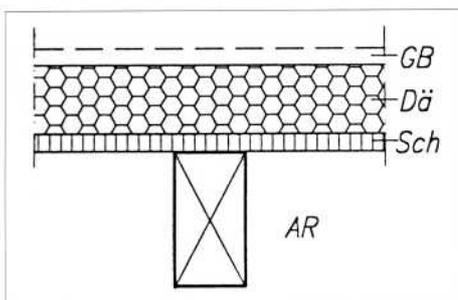


Bild 14.4
Decke GK 0 nach DIN 68 800-3 unter nicht ausgebautem Dachgeschoß; ohne untere Bekleidung mit dreiseitig sichtbaren Deckenbalken
AR Aufenthaltsraum, Sch Schalung, Dä Dämmschicht, beliebig, z.B. Hartschaum, GB evtl. Gehbelag

14.4.2 Belüftete Decke GK 1 ohne chemischen Holzschutz (Bild 14.5)

Der im Sinne von DIN 4108-3 ausreichend belüftete Deckenquerschnitt stellt - wie die Praxis in der Vergangenheit immer wieder bestätigt hat - die konstruktiv sicherste Lösung bezgl. des Feuchteschutzes und damit auch des Pilzschutzes dar. Der Nachteil der Belüftung ist jedoch der mögliche unkontrollierbare Insektenbefall, woraus sich nach DIN 68 800-3 die Einstufung in die GK 1 ergibt.

Im Einzelfall, z.B. wenn die Ausbildung eines Querschnittes GK 0 nach Abschn. 14.3 schwierig ist, kann es durchaus zweckmäßig sein, die belüftete Konstruktion GK 1 einzusetzen, jedoch ohne chemische Mittel, nämlich nach Abschn. 5.4 durch Verwendung entsprechend dauerhafter Hölzer, z.B. Kiefer mit einem Splintholzanteil < 10%.

Zur ausreichenden Belüftung des Deckenhohlraumes sind die Bedingungen der DIN 4108-3, Abschn. 3.2.3.3.1, b), einzuhalten, d.h.

- a) Hohlraumdicke $s_L \geq 5 \text{ cm}$
- b) Zu- und Abluftöffnungen an beiden Stirnseiten jeweils $\geq 1/500$ der Deckengrundfläche
- c) Schichten unterhalb des belüfteten Hohlraums mit $s_d \geq 10 \text{ m}$.

Diese Möglichkeit des Einsatzes einer belüfteten Konstruktion unter Verwendung dauerhafter Hölzer bei Verzicht auf chemische Mittel existiert selbstverständlich auch für andere Bauteile, z.B. für geneigte Dächer.

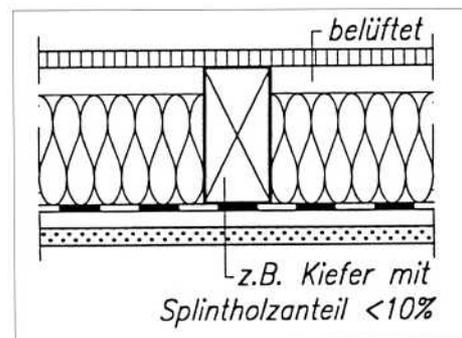


Bild 14.5
Belüfteter Deckenquerschnitt GK 1 unter nicht ausgebauten Dachgeschossen (Prinzip), bei Einsatz von gegen Insektenbefall resistenten Hölzern, z.B. **Kiefer mit Splintholzanteil $\leq 10\%$, chemische Mittel nicht erforderlich**
B Bekleidung (erff. mit Dampfsperre), luftdicht

14.4.3 Belüftete Decke GK 0 (Bild 14.6)

Auch bei Decken GK 0 ist es möglich, sich - wie bereits unter 14.4.2 zur GK 1 ausgeführt - des großen Vorteils des belüfteten Hohlraums für die feuchtetechnische Robustheit der Decke zu bedienen und zusätzlich lediglich konstruktiv für einen Schutz gegen den unkontrollierbaren Insektenbefall zu sorgen. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn die an den belüfteten Hohlraum grenzenden Flächen der Deckenbalken vor einer Eiablage der Insekten geschützt werden, z.B. durch Abdeckung mit diffusionsoffenen Materialien, wie Folien (ansonsten als Unterspannbahnen eingesetzt) oder mineralischen Faserdämmstoffplatten.

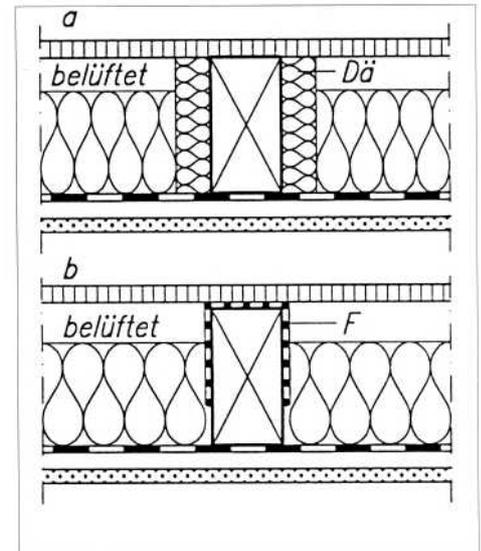


Bild 14.6
Decken GK 0 unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, belüfteter Querschnitt mit insektenundurchlässiger Abdeckung der Deckenbalken, aus 17] a Abdeckung durch bis zur Unterkante der oberen Schalung seitlich hochgezogene oder hochkant angeordnete Dämmschicht Da;
b Abdeckung durch dreiseitig um den Balken gelegte Folie F, diffusionsoffen ($s_d < 0,2 \text{ m}$), noch besser extrem diffusionsoffen ($s_d < 0,02 \text{ m}$)

15 Holzkonstruktionen GK 0 in nicht ausgebauten Dachräumen

Da solche Konstruktionen auf Grund ihrer Lage und ihrer harmlosen klimatischen Beanspruchung in aller Regel nicht feuchtegefährdet sind, kann die Einstufung in die GK 0 erfolgen, wenn entweder

- kein Insektenbefall möglich ist oder
- ein möglicher Insektenbefall kontrollierbar ist.

Zu a): Kein Insektenbefall

Die Verhinderung des Insektenbefalls durch eine allseitig insektenundurchlässig ausgebildete Gebäudehülle im Bereich des Dachgeschosses ist dann erforderlich, wenn der Dachraum nicht oder nur sehr schwer zugänglich/einsehbar ist, z.B. bei Dachkonstruktionen aus satteldachförmigen, fachwerkartigen Nagelplattenbindern (Bild 15.1).

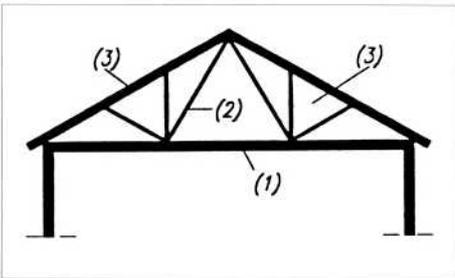


Bild 15.1
Beispiel für unzugänglichen Dachraum durch geschlossene Deckenunterseite (1), d.h. nicht einsehbare Hölzer (2), die gesamte Hülle des Dachgeschosses, z.B. Dach, Giebelwände, ist insektenundurchlässig auszubilden (3); Ausführungsmöglichkeiten s. Bild 10.2

Solche Dachbinder können auch über Gewerberäumen oder dergl. der GK 0 zugeordnet werden, wenn nicht nur die genannte Bedingung zur Vermeidung eines Insektenbefalls eingehalten ist, sondern auch sichergestellt ist, daß der nicht einsehbare Dachraum keine unzulässige klimatische Feuchtebeanspruchung aus der Nutzung des darunterliegenden gewerblichen Raumes erfährt, d.h. die Decke zwischen Nutzraum und Dachraum ist wärmegeklämt, feuchtesperrend (gegen Wasserdampfdiffusion) und luftdicht (zur Vermeidung einer Konvektion in den Dachraum) auszubilden.

Zu b): Insektenbefall kontrollierbar

Die Kontrollierbarkeit eines Insektenbefalls gilt als gegeben, wenn der Dachraum zugänglich ist (auch über Einschubtreppe oder dergl.) und zumindest in Teilbereichen begangen werden kann, dort also eine Höhe von mindestens etwa 2 m aufweist.

Die Konstruktionshölzer gelten in solchen Dachräumen als einsehbar, solange sie raumseitig nicht durch Schalungen oder dergl. verdeckt sind.

Bei baufeuchten Massivdecken unterhalb der Dachkonstruktion ist folgendes zu beachten:

- Bei diffusionsoffener Dachhaut sind die Kontaktflächen der Hölzer zur Massivdecke (Unterseite von Schwellen oder dergl.) durch eine zwischengelegte Sperrschicht vor kapillarer Feuchteleitung zu schützen.
- Bei diffusionsdichter Gebäudehülle im Dachgeschoßbereich (z.B. geschaltete Dach- und Wandflächen mit Abdeckungen unter Verwendung von Bitumenbahnen) ist zumindest vorübergehend (Dauer mindestens etwa 1 Jahr), noch besser jedoch ständig, durch Lüftungsöffnungen, z.B. in den Traufenunterseiten oder in Ortgängen, für einen schnellen Abtransport der hohen Baufeuchte aus der Massivdecke zu sorgen. Diese Maßnahme ist in solchen Situationen generell, also auch bei chemisch geschützten Hölzern, erforderlich.

Bei Konstruktionen, bei denen die Hölzer zwar einsehbar, aber zugleich auch insektenzugänglich sind, muß stets mit einem tatsächlichen Befall gerechnet werden, der allerdings im Regelfall auch entdeckt wird. Von den Eigenheiten des jeweiligen Befalls (z.B. Lage und Umfang) wird es abhängen, ob bzw. welche Bekämpfungsmaßnahmen (z.B. mit chemischen Mitteln oder Heißluftverfahren) vorzunehmen sind.

16 Holzbauteile GK 0 in Naßbereichen

16.1 Allgemeines

Unter 'Naßbereichen' im Wohnungsbau werden hier solche Bereiche innerhalb 'trockener' Räume (z.B. in privaten Bädern) verstanden, die nutzungsbedingt mehr oder weniger häufig durch Spritzwasser oder dergl. beansprucht werden (Duschwände, Badfußböden oder dergl.).

Auch dort sollte der Einsatz von Holzbauteilen GK 0 angestrebt werden. Das ist nach DIN 68 800-2 möglich, wenn

- die Bauteiloberflächen derart ausgebildet werden, daß sie - auch im Bereich von evtl. Durchdringungen (Armaturen oder dergl.) oder Anschlüssen an andere Bauteile - gegen eindringendes Wasser dauerhaft dicht ausgebildet sind, falls diese Forderung auf Grund besonderer Umstände nicht erfüllbar ist, was vor allem bei Holzbalkendecken unter Duschen oder Badewannen der Fall sein kann, dürfen
- die Bauteile durch evtl. eindringende Feuchte (z.B. bei 'Unfällen' mit Waschmaschinen, Badewannen) nicht gefährdet werden, deshalb ist in solchen Fällen konstruktiv dafür zu sorgen, daß zum einen kleinere Feuchtemengen aus dem Bauteilquerschnitt schnell wieder durch Dampfdiffusion entweichen können und zum anderen größere Mengen umgehend sichtbar werden (z.B. durch Verfärbungen an der Deckenunterseite), so daß im Ernstfall eine unverzügliche Behebung des Schadens möglich ist; diese beiden Bedingungen werden erfüllt, wenn die Deckenunterseite möglichst diffusionsoffen ausgebildet ist (optimal ist eine Bekleidung lediglich aus Gipsbauplatten) und ferner im Deckenquerschnitt keine feuchtespeichernden Materialien angeordnet sind; extrem ungünstig waren die früher hierfür oft verwendeten Schüttstoffe aus Bims o.ä., vgl. auch Bild 16.1a).

16.2 Fußböden in Naßbereichen

Ausführliche Angaben und Ausführungsvorschläge sind im Informationsdienst Holz "Holzbauteile in Naßbereichen" [19] enthalten.

16.3 Wände in Naßbereichen

Werden die im oben genannten Informationsdienst für die Ausbildung der Wandoberflächen vorgeschlagenen Ausbildungen direkt oder sinngemäß angewandt,

können solche Wände entsprechend der DIN 68 800-2 der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden.

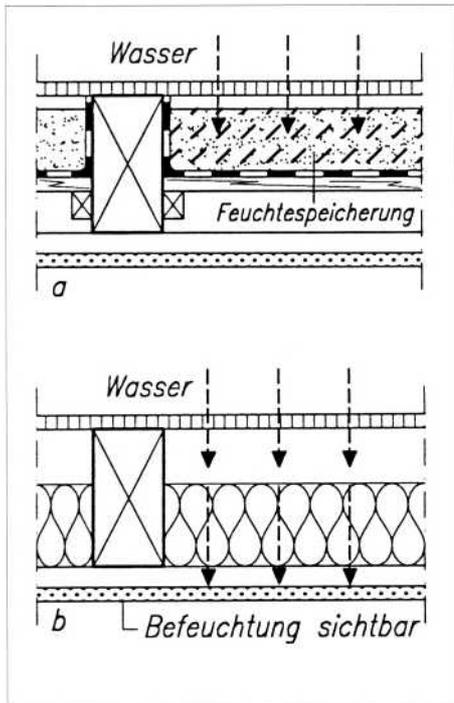


Bild 16.1 Beispiele für Konstruktionsprinzipien von Holzbalkendecken unter Naßbereichen, z.B. Bädern, aus [7]
 a) **ungünstig bei im Querschnitt außerplanmäßig**, d.h. ungewollt vorhandener Feuchte: Decke mit feuchtespeicherndem Einschub (z.B. aus Schlacke, Lehm, Bims oder anderen anorganischen oder organischen Schüttstoffen)
 b) **empfehlenswert**: Decke mit diffusionsoffener Unterseite (Bekleidung aus Gipsbauplatten) und nicht feuchtespeichernder Dämmschicht aus mineralischen Faserdämmstoffen, zur Hohlraumdämpfung (Schallschutz), evt. auch für Brandschutz erforderlich

16.4 Decken unter Naßbereichen

Auch diese Bauteile dürfen nach DIN 68 800-2 der Gefährdungsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn für die eigentlichen Nutzflächen Fußbodenausbildungen auf der Grundlage von Abschn. 16.2 gewählt werden und das Konstruktionsprinzip der Decke Bild 16.1 b entspricht.

Dagegen erscheint es im allgemeinen nicht zweckmäßig, unterhalb von Duschtassen oder Badewannen auf der Decke eine wasserundurchlässige Abdeckung aufzubringen, die bei einem ungewollten Feuchteanfall zu einer unübersichtlichen Feuchtwanderung inner- oder unterhalb des Badfußbodens führen könnte.

Inspektions- oder Lüftungsöffnungen in der Wannen- oder Duschtassenbekleidung sind in jedem Fall sinnvoll, da man dann in Problemsituationen schnell und gezielt reagieren kann.

17 Holzwerkstoffe und ihre Anwendungsbereiche

17.1 Allgemeines

17.1.1 Im Holzbau verwendete Plattenwerkstoffe

Aus dem heutigen Holzbau sind die vielfältigen Plattenwerkstoffe, auch als statisch mitwirkende Teile, nicht mehr wegzudenken. Diese Werkstoffe lassen sich folgendermaßen einteilen:

- a) Genormte Holzwerkstoffe
 - Bau-Furniersperrholz nach DIN 68 705-3 und -5
 - Spanplatten nach DIN 68 763
 - Harte und Mittelharte Holzfaserplatten nach DIN 68 754-1
- b) Nicht genormte Holzwerkstoffe
 Zu ihnen gehören z.B. mineralisch gebundene Spanplatten. Ihr Einsatz wird über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geregelt
- c) Andere Plattenwerkstoffe
 Genormte oder nicht genormte Werkstoffe, deren statisch mitwirkende Anwendung auf der Grundlage bauaufsichtlicher Zulassungen erfolgen muß; hierzu gehören vor allem Platten auf überwiegend mineralischer Basis, z.B. Gipskartonplatten (genormt) oder Gipsfaserplatten (nicht genormt).

17.1.2 Genormte Holzwerkstoffe

In DIN 68 800-2 sind die Holzwerkstoffklassen '20', '100' und '1000' festgelegt. Im vorgesehenen Anwendungsbereich dürfen folgende maximale Plattenfeuchten max u (bezogen auf die Plattenmasse) nicht überschritten werden:

- Klasse 20: 15% ¹⁾
- Klasse 100: 18%
- Klasse 1000 z): 21

- 1) Für Holzfaserplatten: 12%.
- 2) Platten mit Pilzschutz, bei Bau-Furniersperrholz alternativ auch durch Verwendung entsprechend dauerhafter Holzarten.

Die vorhandenen Holzwerkstoffklassen sind für genormte Platten unterschiedlich:

- Sperrholz und Spanplatten: 20 / 100 / 1000
- Holzfaserplatten lediglich: 20

In DIN 68 800-2 sind die für die einzelnen Holzwerkstoffklassen zulässigen Anwendungsbereiche festgelegt. Diese lassen sich in etwa wie folgt beschreiben:

- 20: Innenbereiche in Wohnungen und klimatisch vergleichbare Anwendung
- 100: Außenbereiche (mit Wetterschutz) und nur geringe Feuchtebelastung

- 1000: Außenbereiche (mit Wetterschutz) mit Gefahr einer zeitweise größeren Feuchtebelastung.

Bei der Klassifizierung dürfen die oben genannten maximalen Holzfeuchten für die Ermittlung der erforderlichen Holzwerkstoffklasse nur in Anwendungsfällen herangezogen werden, die in der Norm nicht ausdrücklich genannt sind.

Die Anwendung einer höheren Holzwerkstoffklasse als nach der Norm vorgegeben ist nur für den Fall

- 20- 100,
- nicht dagegen für die Fälle 20 - 1000
- 100 - 1000

zulässig, wenn es sich bei der Klasse 1000 um mit chemischen Mitteln geschützte Platten handelt, die mit Rücksicht auf den Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie im Hinblick auf eine spätere Entsorgung nicht mehr ohne Erfordernis eingesetzt werden dürfen.

Die Holzwerkstoffklassen 20 / 100 / 1000 stellen auch den 'Maßstab' für die Anwendungsbereiche der übrigen, bauaufsichtlich zugelassenen Holzwerkstoffe und sonstigen Plattenwerkstoffe dar.

17.1.3 Nicht genormte Holzwerkstoffe und andere Plattenwerkstoffe

Für solche Werkstoffe wird die Verwendung als 'wesentliche' Teile in der jeweiligen bauaufsichtlichen Zulassung geregelt; darin werden auch die feuchteschutztechnisch zulässigen Anwendungsbereiche genannt.

17.2 Anwendungsbereiche nach DIN 68 800-2

Die feuchte- oder holzschutztechnisch bedingten Anwendungsbereiche für die einzelnen Holzwerkstoffklassen sind in DIN 68 800-2, Tabelle 3, festgelegt. Diese Festlegungen gelten für tragende oder aussteifende Platten; für statisch nicht wirksame Bekleidungen oder dergl. sind die Angaben unverbindlich, sie sollten aber auch in solchen Fällen zugrunde gelegt werden.

Bild 17.1 zeigt eine schematische Übersicht über die unterschiedlichen Einsatzbereiche der Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2 für tragende oder aussteifende Platten im Wohnungsbau sowie für Gebäude mit vergleichbarer Nutzung und somit ähnlicher klimatischer Beanspruchung.

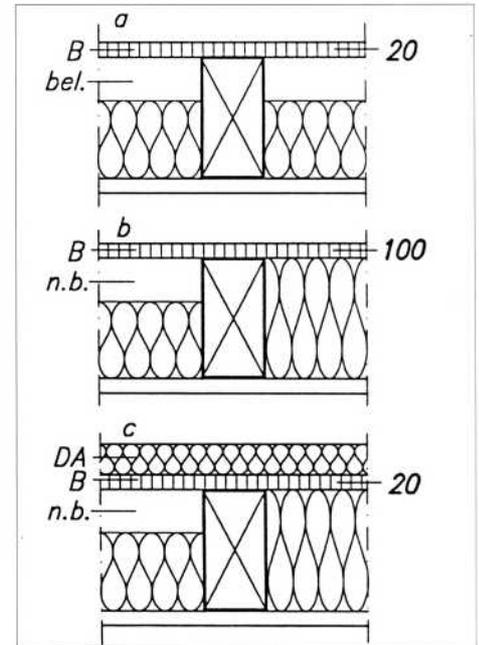
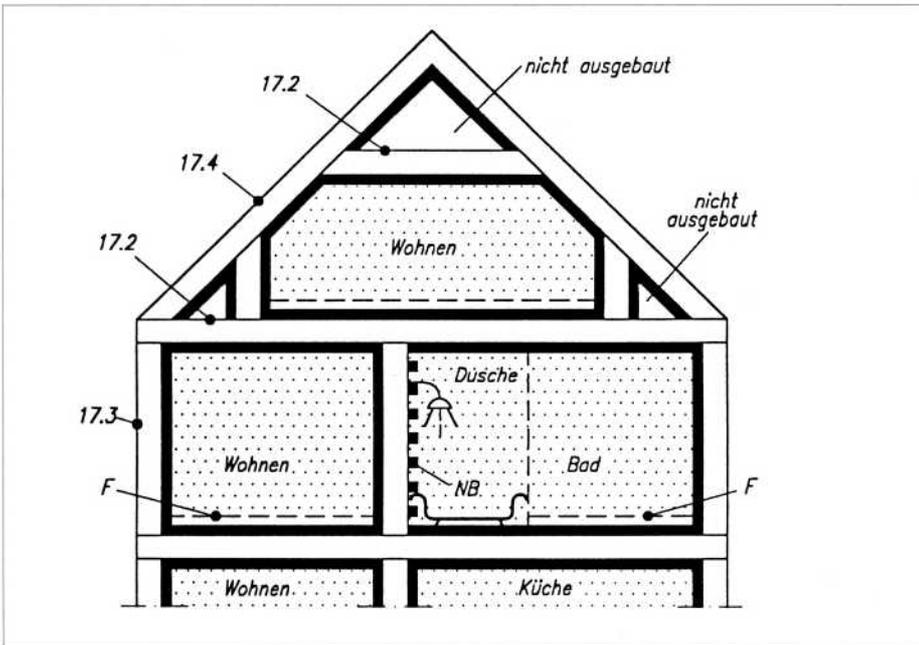


Bild 17.1
Erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2; Anwendungsbereiche für statisch mitwirkende Holzwerkstoffe, schematische Übersicht, die Angaben 17.2 bis 17.4 verweisen auf die zugehörigen Bilder

Bild 17.2
Obere Beplankungen/Schalungen B von Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2; schematisch
a belüftete Decke: 20
b nicht belüftete Decke, n.b., nicht belüfteter Hohlraum: 100
(die Hinweise in Abschn. 14.3.2 und 14.3.3 zu dieser Konstruktion sind unbedingt zu beachten)
c nicht belüftete Decke mit Dämmschichtauflage DA mit 1/A \geq 0,75 m² K/W: 20

Klasse 20: Ausreichend für alle schwarz angelegten Innenbeplankungen/Schalungen von Wänden und Decken, auch in den angegebenen nicht ausgebauten Bereichen

F Fußboden oberhalb der Beplankung (statisch nicht mitwirkend, d.h. keine Anforderungen): Wohnbereich: unbedenklich, empfohlen Klasse 20; Badbereich: von Holzwerkstoffen ist abzuraten, [vgl. Abschn. 17.3.2](#)

NB Naßbereich, z.B. Dusche (unterbrochen angelegt): Holzwerkstoffbeplankungen mit direkt aufgebrachtem Feuchteschutz (Fliesen, Beschichtungen) sind unzulässig.

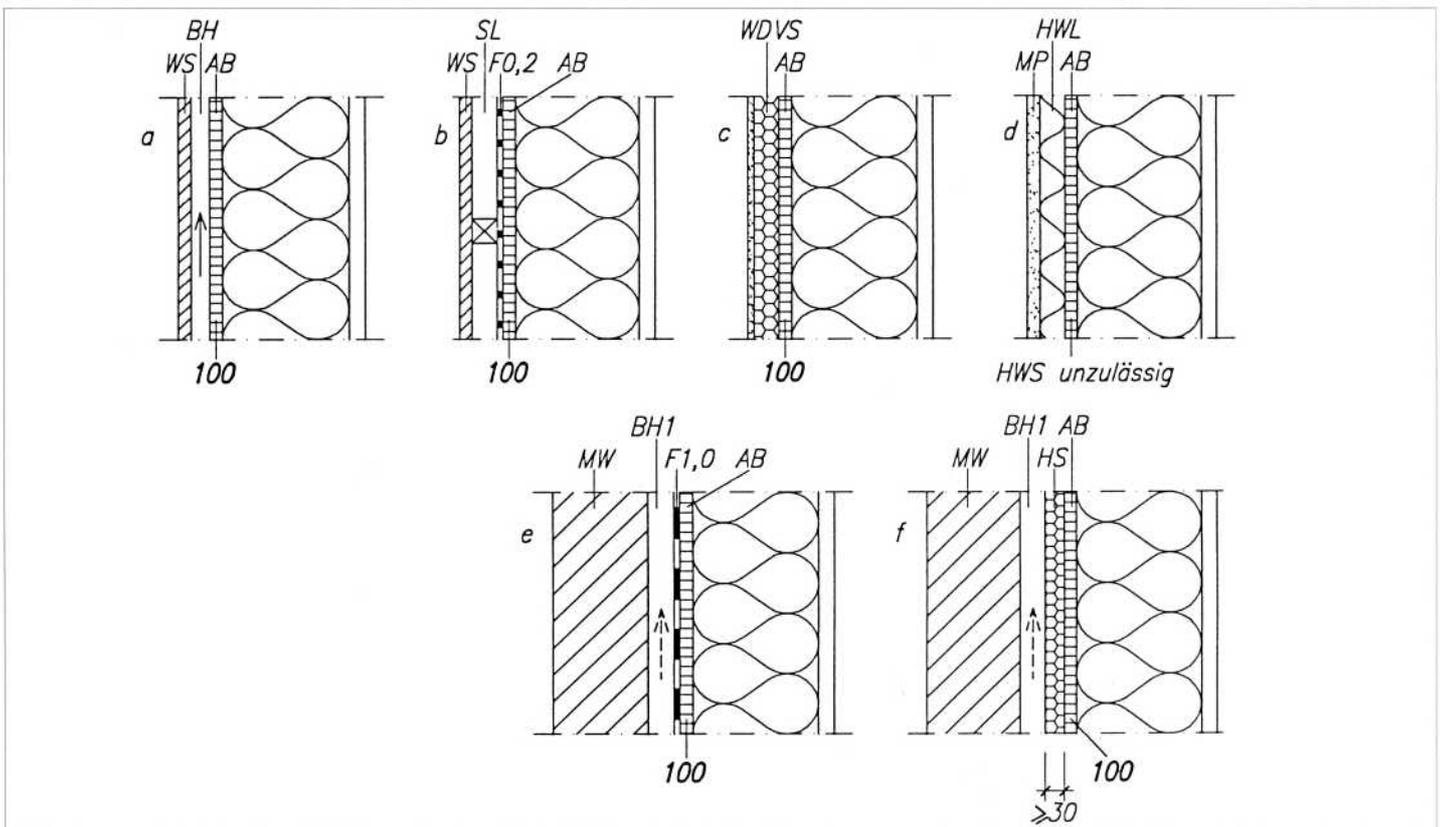


Bild 17.3
Außenbeplankungen AB von Außenwänden, erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2, schematisch
BH belüfteter Hohlraum, SL stehende Luft
a vorgehängter, hinterlüfteter Wetterschutz WS: 100
b vorgehängter, nicht hinterlüfteter Wetterschutz, Beplankung außenseitig abgedeckt mit wasserabweisender, diffusionsoffener Folie oder dergl. (F 0,2) mit $s_d < 0,2\text{m}$: 100
c außenliegendes Wärmedämm-Verbundsystem WDVS: 100
d direkte Abdeckung der AB mit Holzwoleleichtbauplatten HWL mit mineralischem Putz MP: unzulässig (sofern nicht spezieller Verwendbarkeitsnachweis vorliegt)
e Mauerwerk-Vorsatzschale MW mit Hohlraum (BH1) nach DIN 1053-1, AB abgedeckt mit diffusionshemmender Folie oder dergl. (F 1,0) mit $s_d \geq 1,0\text{m}$: 100
f wie e, AB abgedeckt mit mind. 30 mm dicken Hartschaumplatten HS: 100

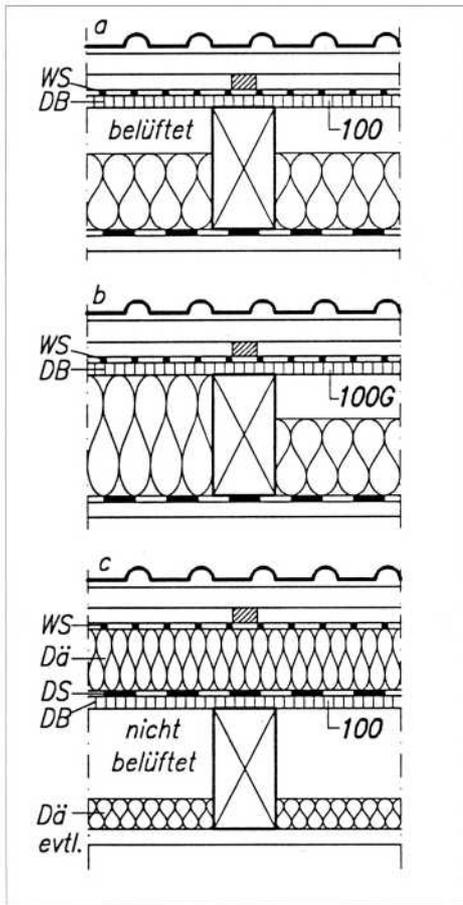


Bild 17.4
 Oberseitige Beplankungen/Schalungen DB von geneigten Dächern, erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2, schematisch
 a Dachquerschnitt belüftet, Beplankung DB mit wasserableitender Schicht WS abgedeckt: 100
 b Dachquerschnitt nicht belüftet (n.b.), Beplankung DB mit wasserableitender Schicht WS abgedeckt: 100G
 Anmerkung: von einem solchen Querschnitt muß im allgemeinen abgeraten werden, da er feuchtegefährdet sein kann (Wasserdampfkongevktion),
 c Dachquerschnitt nicht belüftet, Wärmeschutz (Dämmschicht Dä) überwiegend oberhalb der Beplankung DB, keine dampfsperrende Schicht DS unterhalb der Beplankung: 100

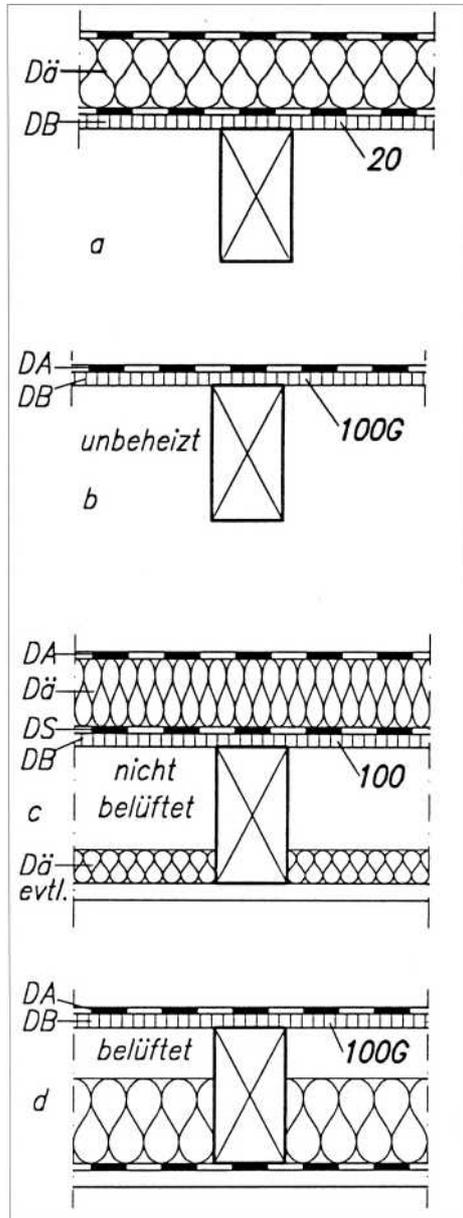


Bild 17.6
 Oberseitige Beplankungen/Schalungen DB von Flachdächern; erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2; schematisch
 a Dach mit oberseitiger Dämmung, Beplankung DB steht unterseitig mit der Raumluft in Verbindung: 20
 b Sonderfall: Dach über unbeheizten Räumen, z.B. Lagerhallen; Beplankung DB steht unterseitig mit der Raumluft in Verbindung: 1000
 c nicht belüftetes Dach, Wärmeschutz überwiegend oberhalb der Beplankung DB, keine dampfsperrende Schicht DS unterhalb der Beplankung: 100
 d belüftetes Dach: 1000
 Anmerkung: von einem solchen Querschnitt muß im allgemeinen abgeraten werden, da er feuchtegefährdet sein kann

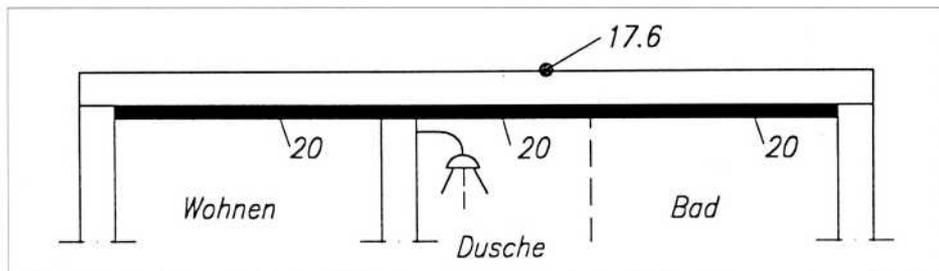


Bild 17.5
 Flachdächer; erforderliche Holzwerkstoffklassen nach DIN 68 800-2 für Beplankungen/Schalungen; schematisch
 an der Dachunterseite: 20
 an der Dachoberseite: s. Bild 17.6

17.3 Unzulässige Anwendungen für Holzwerkstoffe

In DIN 68 800-2, Abschn. 11.3, werden folgende unzulässige Einsatzgebiete als sog. 'kritische' Anwendungsbereiche ausgewiesen:

- Außenbeplankungen von Außenwänden mit Direktbeschichtung
- in Naßbereichen
- in Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte
- in Feucht- und Naßräumen

17.3.1 Außenbeplankungen von Außenwänden mit Direktbeschichtung

Eine Direktbeschichtung (mit Lacken auf Kunstharzbasis oder dergl.) von Außenwandbeplankungen aus Spanplatten nach DIN 68 763 als Wetterschutz (Bild 17.7) ist unzulässig, wenn die Wände nicht vollständig (einschl. der Beschichtung) werksseitig hergestellt und durch denselben Betrieb montiert werden.

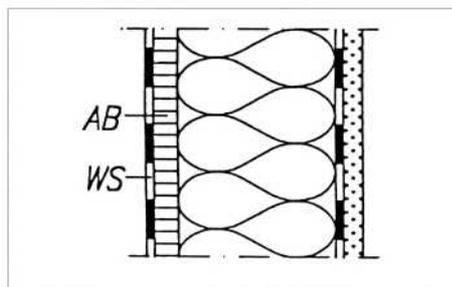


Bild 17.7
 Außenwandbeplankungen AB aus Holzwerkstoffen mit Direktbeschichtung als Wetterschutz WS sind nur zulässig, wenn sie in Fertighaus-Betrieben hergestellt und von ihnen montiert werden; schematisch

17.3.2 Naßbereiche (z.B. Duschen) mit direktaufgebrachtem Feuchteschutz

Siehe auch Anmerkung zu 'NB' unter Bild 17.1. Hier besteht die Gefahr, daß durch Leckagen im Oberflächenschutz (z.B. Haarrisse) oder durch sorptiv bedingte Veränderungen der Plattenfeuchte Formänderungen des Holzwerkstoffes auftreten, die vor allem bei spröden Belägen (Fliesen) zu einer Beeinträchtigung des Feuchteschutzes und damit des Plattenwerkstoffes führen können.

17.3.3 Neubauten mit sehr hoher Baufeuchte (Raumluftfeuchte)

In solchen Situationen muß mit einer Plattenfeuchte $u > 18\%$ gerechnet werden. Kann mit dem Einbau der Platten nicht gewartet werden, bis die hohe Baufeuchte abgeklungen ist, ist der

Einsatz dieser Werkstoffe für tragende oder aussteifende Zwecke nicht zulässig.

Aber auch bei statisch unbedeutendem Einsatz wird von einer solchen Verwendung abgeraten, da die zu erwartenden feuchtebedingten Formänderungen der Platten die Gebrauchstauglichkeit der Konstruktion erheblich beeinträchtigen können.

17.3.4 Feucht- oder Naßräume mit ständig hoher relativer Luftfeuchte (z.B. Ställe)

Bei Verwendung in Räumen mit einer über längere Zeit wirkenden hohen relativen Raumluftfeuchte ($\varphi > 80\%$), wie sie im Stallbau oder in speziellen Gewerbebetrieben möglich ist, gilt das in 17.3.3 Gesagte in besonderem Maße.

Maßgebend für den Ausschluß ist allein schon die große Gleichgewichtsfeuchte mit der Gefahr von Beeinträchtigungen des Plattengefüges und von größeren Formänderungen. Ein solcher Einsatz erscheint nur möglich, wenn sichergestellt ist, daß durch eine dauerhaft wirksame, dampfdichte Abdeckung der Werkstoffe an der Raumseite die Plattenfeuchte durch das extreme Raumklima nicht unzulässig beeinflusst werden kann. Diese Einsatzmöglichkeit erscheint jedoch unter Berücksichtigung der in der Praxis zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen solcher Bauteiloberflächen wenig realistisch.

Zitierte Vorschriften

In Klammern () das Jahr der Ausgabe oder der Fassung.

DIN 1052-1
Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung (1988)
DIN 1053-1
Mauerwerk; Rezeptmauerwerk; Berechnung und Ausführung (1990)
DIN 4108
Wärmeschutz im Hochbau (1981)
DIN 4108-2
- ; Wärmedämmung und **Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung**
DIN 4108-3
- ; **Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung**
DIN 4108-4
- ; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte
DIN 4108-5
- ; Berechnungsverfahren
DIN V 4108-7
- ; Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen (1996)
DIN 18 164-1
Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung (1992)
DIN 18 165-1
Faserdämmstoffe für das Bauwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung (1991)
DIN 18 180
Gipskartonplatten; Arten, Anforderungen, Prüfung (1989)
DIN 18 550-1
Putz; Begriffe und Anforderungen (1985)
DIN 68 364
Kennwerte von Holzarten; Festigkeit, Elastizität, Resistenz (1979)
DIN 68 705-3
Sperrholz; Bau-Furniersperrholz (1981)
DIN 68 705-5
- ; Bau-Furniersperrholz aus Buche (1980)
DIN 68 754-1
Harte und mittelharte Holzfaserverplatten für das Bauwesen; Holzwerkstoffklasse 20 (1976)
DIN 68 755
Holzfaserdämmplatten für das Bauwesen; Begriff, Anforderungen, Prüfung, Überwachung (1992)
DIN 68 763
Spanplatten; Flachpreßplatten für das Bauwesen; Begriffe, Eigenschaften, Prüfung, Überwachung (1990)
DIN 68 800-2
Holzschutz; Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (1996)
DIN 68 800-3
- ; Vorbeugender chemischer Holzschutz (1990)
DIN EN 350-2
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 (1994)
DIN EN 460
Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz;

Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung in Gefährdungsklassen (1994)

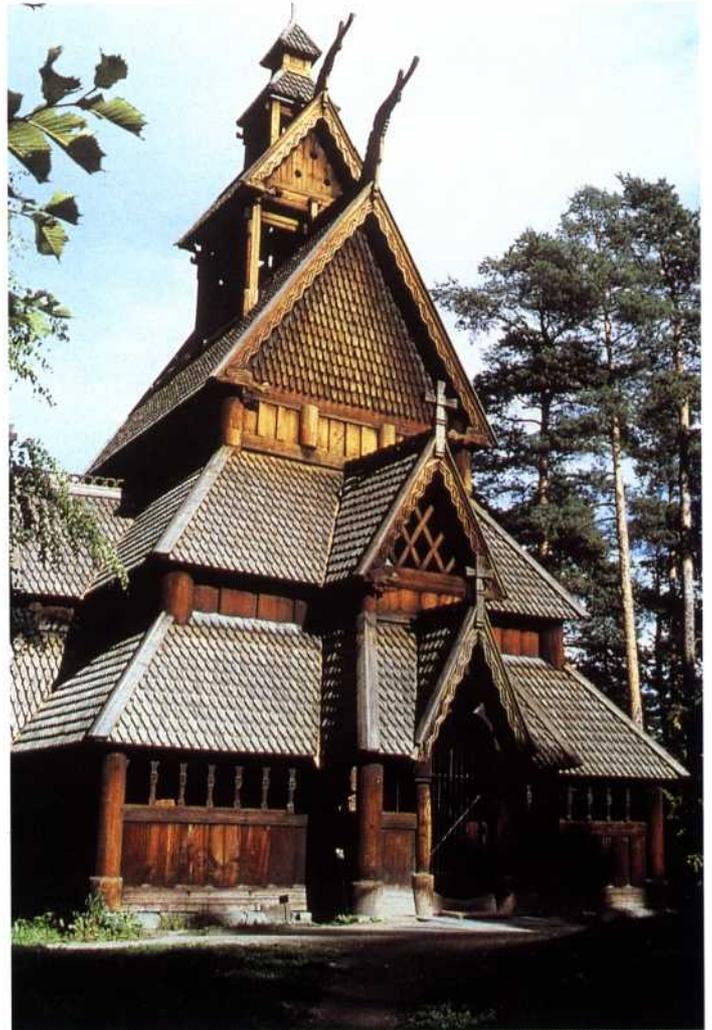
Wärmeschutzverordnung
Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 16.8.1994

Literatur

- [11] Schulze, H.: Holzschutz; Baulicher Holzschutz. Informationsdienst Holz der EGH. 1991.
[21] Lewitzki, W., Schulze, H.: Holzschutz; Bauliche Empfehlungen. Informationsdienst Holz der EGH. 1997.
[31] Hauser, G., Stiegel, H.: Wärmebrückenatlas für den Holzbau. Bauverlag. 1992.
[41] Kommentar zu DIN 68 800. Druck für 1997 vorgesehen.
[51] Schulze, H.: Sicherung des baulichen Holzschutzes; Grundlagen und bauliche Auswirkungen der Festlegungen in DIN 68 800-2 (Ausgabe 1996). Forschungsbericht. 1997.
[61] Schulze, H.: Dampfsperren in Holzaußenbauteilen - Erfordernis und Risiko. Bauphysik. Heft 6. 1996.
[71] Schulze, H.: Holzbau - Wände, Decken, Dächer-Konstruktion, Bauphysik, Holzschutz. Teubner-Verlag. 1996.
[81] Schulze, H.: Möglichkeiten und Grenzen des baulichen/chemischen Holzschutzes. Forschungsbericht. 1989.
[91] Schulze, H.: Überprüfung der Notwendigkeit von Dampfsperren durch Klimaversuche an **Dächern mit weitgehend dampfdurchlässiger unterer Bekleidung**. Forschungsbericht. 1991.
[101] Schulze, H.: Außenwände in Holztafelbauart mit Mauerwerk-Vorsatzschalen; Teil 2 - Freilandversuche. Forschungsbericht. 1997.
[111] Schulze, H.: Untersuchung nicht belüfteter Dachquerschnitte hinsichtlich des Austrocknungsverhaltens von zu feucht eingebauten Holzteilen, Versuchsreihe V7. Interner Forschungsbericht, nicht veröffentlicht. 1995.
[12] Schulze, H.: Holzhäuser, eine Entscheidung für Generationen; Aussagen zur Lebensdauer. Informationsdienst Holz der EGH. 1991.
[131] Schulze, H.: Nachträglicher Dachgeschoßausbau. Informationsdienst Holz der EGH. 1992.
[141] Schulze, H.: Warum diffusionsoffene Unterspannbahnen? wksb - Zeitschrift für Wärmeschutz - Kälteschutz - Schallschutz - Brandschutz. Heft 33. 1993.
[151] Schulze, H.: Vorschläge zur Reduzierung des chemischen Holzschutzes in Wohngebäuden. Holz als Roh- und Werkstoff. S. 373-381. 1989.
[161] Schulze, H.: Geneigte Dächer ohne chemischen Holzschutz? wksb - Zeitschrift für Wärmeschutz - Kälteschutz - Schallschutz - Brandschutz. Heft 27. 1989.
[171] Schulze, H.: Geneigte Dächer ohne chemischen Holzschutz auch ohne Dampfsperre? bauen mit holz. S. 646-659. 1992.
[181] Schulze, H.: Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen. bauen mit holz. S. 26-30. 1993.
[19] Schulze, H.: Naßbereiche in Bädern. Informationsdienst Holz der EGH. 2000.
[20] Schulze, H.: Schäden an Wänden und Decken in Holzbauart. IRB-Verlag. 1993.
[21] Grünzweig + Hartmann AG: Dämmstoffanordnung, Voldämmung nach DIN 4108.



Und Deine Welt
hat wieder ein Gesicht.



EGH

Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
in der
Deutschen Gesellschaft für Holzforschung