

# PROFI WISSEN

Holzbau

**SSW:**Dach & Holz  
[ssw-dach-holz.de](http://ssw-dach-holz.de)



Bildnachweis: © GUTEX/Martin Granacher (NABU)

**kronospan**



**MOCOPINUS**



**häussermann®**



# Inhalt

<b>A. Neubau</b> .....	<b>7</b>
<b>A1. Außenwand</b> .....	<b>8</b>
1. Holzrahmenbau mit WDVS.....	9
2. Holzrahmenbau mit VHF .....	12
3. Holzrahmenbau mit Verblender.....	14
4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene.....	15
5. Holzmassivbau mit VHF .....	16
6. Holzmassivbau mit WDVS.....	19
<b>A2. Dach</b> .....	<b>21</b>
1. Dach mit Mindestausstattung .....	22
2. Dach mit guter Ausstattung .....	23
3. Flache Dachneigung ab 7° .....	24
4. Metalldeckung .....	25
<b>A3. Decke</b> .....	<b>26</b>
1. Balkenlage, sichtbar, EFH.....	27
2. Balkenlage, bekleidet, EFH .....	28
3. Balkenlage, bekl., ZE, MFH.....	29
4. Balkenlage, bekl., TE, MFH.....	30
5. Holzmassiv, sichtb., ZE, MFH .....	31
6. Holzmassiv, bekl., ZE, MFH .....	32
7. Holzmassiv, Installationsraum .....	33
<b>A4. Dach mit Abdichtung</b> .....	<b>34</b>
1. Aufdachdämmung (Typ I).....	36
2. Aufdachdämmung, Holzmassiv (Typ I).....	37
3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II).....	38
4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III) .....	40
5. belüftetes Dach (Typ IV).....	41
6. belüftetes Dach, Binder (Typ V) .....	42
<b>A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand</b> .....	<b>43</b>
1. Gipswerkstoffe .....	44
2. mit Witterungsschutz .....	45
3. Holzwerkstoffe .....	46
4. Gipswerkstoffe, Schallschutz.....	47
5. Brettsperrholz .....	48
6. Brandwandersatzwand, Gebäudeklasse 4 .....	49
<b>A6. Innenwand, tragend-aussteifend</b> .....	<b>50</b>
1. Holzwerkstoffe .....	50
2. Gipswerkstoffe .....	51
3. Gipswerkstoffe, Schallschutz.....	52
4. zweischalig, Holzwerkstoffe.....	53
5. zweischalig, Gipswerkstoffe .....	54
<b>B. Altbau</b> .....	<b>55</b>
<b>B1. Dachsanierung von außen</b> .....	<b>57</b>
1. Zusatzdämmung mit Holzfaser-Dämmplatten .....	63
2. Zusatzdämmung durch Aufdoppelung .....	64
3. Zusatzdämmung mit Hartschaum-Dämmplatten .....	65
<b>B2. Wand mit Dämmung von außen</b> .....	<b>66</b>
1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung .....	69
2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung .....	71
<b>C. Bauphysik</b> .....	<b>73</b>
<b>C1. Wärmeschutz</b> .....	<b>74</b>
1. U-Wert – was ist das? .....	74
2. Der Energiebedarf .....	79
3. Wärmeschutzstandards.....	83
4. sommerlicher Hitzeschutz .....	86
5. Innendämmung .....	89
<b>C2. Luftdichtung</b> .....	<b>90</b>
1. Konzept zur Luftdichtung im Neubau .....	90
2. Ausführung von Luftdichtungen.....	92
3. Luftdichtheit überprüfen.....	94
<b>C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen</b> .....	<b>95</b>
<b>C4. Feuchteschutz</b> .....	<b>97</b>
1. Klima und Feuchte .....	97
2. Dampfbremse versus Dampfsperre .....	99
3. Der $s_d$ -Wert.....	102
4. Umkehrdiffusion .....	105
5. Winddichtung.....	108
6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk .....	108
7. Schimmel.....	110
<b>C5. Holzschutz</b> .....	<b>114</b>
1. Gefährdungspotenziale .....	115
2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser.....	117
3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen .....	117
4. Chemischer Holzschutz.....	123
5. Lattungen beim Dach .....	124
6. Fassaden an Außenwänden .....	125
<b>C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz</b> .....	<b>127</b>
1. Gebäude und Nutzung .....	127
2. Bauteile und Ausrüstung .....	131
3. Baustoffe.....	133
4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten .....	135
5. Fassadenbekleidungen.....	139
6. Muster-Holzbaurichtlinie.....	141

<b>C7. Schallschutz</b> .....	<b>145</b>
1. Luftschalldämmung, Wände .....	147
2. Luftschalldämmung, Außenbauteile .....	154
3. Trittschalldämmung, Decken .....	156
<b>C8. Tragwerk</b> .....	<b>166</b>
1. Lastannahmen .....	169
2. Wandscheiben .....	171
3. Deckenscheiben .....	176
4. Aussteifung von Dachflächen .....	179
5. Tragfähigkeit von Holz .....	181
<b>D. Baustoffe im Holzbau</b> .....	<b>185</b>
<b>E. Konstruktion</b> .....	<b>187</b>
<b>E1. Sockelausbildung</b> .....	<b>188</b>
1. Gebäude bei „Hochwasser“ .....	188
2. Schutz der Holzschwelle .....	191
3. Abdichtungssystem .....	192
<b>E2. Geschossdecke</b> .....	<b>195</b>
1. Brettschichtholz und Brettsperrholz .....	195
2. Balkenlage .....	197
<b>E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen</b> .....	<b>201</b>
1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen .....	201
2. Regeldachneigung für Dachdeckungen .....	202
3. Ausführung von Unterdeckungen .....	204
4. Behelfsdeckungen .....	207
5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung .....	208
6. Dachlattung .....	209
<b>E4. Deckungen auf Schalungen</b> .....	<b>210</b>
<b>E5. Estrichaufbau</b> .....	<b>214</b>
<b>E6. Unterdecken</b> .....	<b>217</b>
<b>E7. Installationen</b> .....	<b>218</b>
<b>F. Details</b> .....	<b>221</b>
<b>F1. Sockeldetails</b> .....	<b>222</b>
1. Podesthöhen .....	222
2. Beispiele von Sockeldetails .....	226
<b>F2. Geschossstoß</b> .....	<b>229</b>
<b>F3. Fensteranschluss</b> .....	<b>231</b>

<b>F4. Dach</b> .....	<b>235</b>
1. Traufe .....	235
2. Dachränder Flachdach .....	237
<b>F5. Vordächer</b> .....	<b>239</b>
<b>F6. Terrassen und Balkone</b> .....	<b>241</b>
1. Balkonkonstruktionen .....	241
2. Staffelgeschoss mit Dachterrasse .....	243
<b>G. Fertigung / Arbeitsabläufe</b> .....	<b>245</b>
<b>G1. Ausführungsplanung / Werkstattplanung</b> .....	<b>246</b>
<b>G2. Betonsohlplatte</b> .....	<b>249</b>
1. Auflagerung auf Beton .....	249
2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten .....	251
<b>G3. Holzrahmenbau</b> .....	<b>254</b>
1. Güteüberwachung .....	254
2. Vorfertigung Werkhalle .....	256
3. Fertigung Baustelle .....	259
<b>G4. Dachgeschoss</b> .....	<b>261</b>
1. Übergang der Gewerke Mauerwerk / Holzbau .....	261
2. Der Bauablauf .....	263
3. Staffelgeschoss mit vorgesetztem Dach .....	264
4. Auskragendes Dachgeschoss .....	264
5. Bündiges Dachgeschoss .....	265
<b>G5. Aufstockung</b> .....	<b>266</b>
1. Übersicht .....	266
2. Binderdach .....	267
3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig .....	268
4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig .....	269
<b>G6. Anbau</b> .....	<b>270</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>272</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>286</b>
<b>Schlagwortverzeichnis</b> .....	<b>288</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>295</b>
<b>Legende</b> .....	<b>296</b>

#### Haftungshinweis

Bei diesen Unterlagen handelt es sich um Empfehlungen des Verfassers, welche nach bestem Wissen und Gewissen und nach gründlichen Recherchen erstellt wurden. Irrtümer oder Fehler, welche sich z. B. aus veränderten Randbedingungen ergeben könnten, sind dennoch nicht ausgeschlossen, so dass der Verfasser und der Herausgeber keinerlei Haftung übernehmen können.

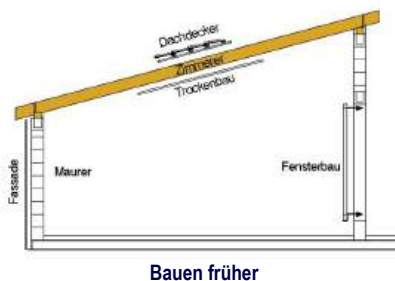
## Einführung und Motive für mehr Holzbau

Viele alte und neue Fachregeln geben dem Holzbau wichtige Leitplanken für die Planung und Ausführung. Man ist vorangekommen gerade im Brandschutz und Schallschutz. Aber auch in den modernen Fertigungsverfahren steckt viel Innovation.

Welche Bauprodukte verwenden wir im Holzbau? Dies wird wesentlich durch die europäischen Normen bestimmt. Diese Zusammenhänge sind in dem geschätzten Kompendium „ProfiWissen 1x1 der Holzprodukte“ übersichtlich dargestellt. Ein wertvolles Nachschlagewerk, das in der 2. Auflage bereits über 300 Seiten erreicht hat.

Wie bauen wir und welche Standards setzen wir beim Bauen? Das ist und bleibt die Sache der Nationalstaaten. Das hört sich unübersichtlich an und ist es auch. Schon deshalb unübersichtlich, weil der Holzbau beim Bauen enorm vielseitig geworden ist.

Dächer, klar, das hat Tradition. Hier waren die Holzbaukonstruktionen im städtischen Bauen schon immer nahezu konkurrenzlos. Der Zimmerer, zuständig für das Tragwerk der Dächer, war allerdings nur einer von vielen Gewerken. Es hat sich die Erkenntnis verbreitet, dass die mehrfache Gewerkeaufteilung bei Gebäuden bis zu einer mittleren Größe keinen Vorteil bietet. Noch dazu ist der Gewerkeübergang zwischen mineralischen Bauweisen und dem Holzbau an der Dachkante denkbar ungünstig, will man Zeit und Kosten sparen und dazu eine zeitgemäße hohe Qualität erreichen.



Das Zimmererhandwerk hat sich enorm weiterentwickelt. Wer sich die Teams in den gut aufgestellten Betrieben anschaut, findet neben den Zimmerern die Dachdecker, Schreiner und Spengler. Entsprechend vielseitig sind die Leistungsangebote. Das Zimmererhandwerk hat sich zum Geschosshandwerk entwickelt.



Dächer, Wände und Decken werden zu Geschossen zusammengefügt. Dabei werden Fenster eingebaut, Fassaden verschiedenster Art hergestellt und Dächer bis zur Eindeckung fertiggestellt. „Außen komplett fertig“ ist Programm. Wenn der Zimmerer fertig ist, kann das Gerüst abgebaut werden. Das kommt bei den Investoren wie bei den bauleitenden Architekten sehr gut an.

Das Zimmerer-Geschosshandwerk findet starken Zuspruch beim Neubau von Gebäuden. Dort wächst der Holzbau quasi von Etage zu Etage nach unten. Das Dach selbstverständlich aus Holz. Fundament oder Keller

selbstverständlich mineralisch hergestellt. Wo aber ist die Schnittstelle zwischen den Bauarten?

Die Geschosdecke ist die sinnvolle Schnittstelle. Oberhalb Holz, unterhalb mineralisch. Welche Geschosdecke es ist, das entscheiden bei jedem Gebäude wiederum neu die Investoren mit ihren Planern.



Halbkeller in Beton, Erdgeschoss als Mauerwerk und das Staffelgeschoss in der Holzrahmenbauweise (Bild). Die Geschosdecke bildet die sinnvolle Grenzlinie. Während auf der Baustelle noch die untere Etage hergestellt wird, fertigt der Zimmerer in seiner Werkhalle das Staffelgeschoss vor.

Wie steht es um die Geschosdecke selbst? Bietet der Holzbau Alternativen? Ja, unbedingt. Im Brandschutz und Schallschutz werden die geforderten Niveaus erreicht. Wirtschaftlich sind die vorgefertigten Varianten ebenfalls interessant, weil mehrere Wochen Bauzeit gespart werden. Trocken und dazu ein riesiger Gewinn bei der Ökobilanz. Planern und Investoren können die neuen Möglichkeiten in Betracht zu ziehen. Bei den Projekten geht es nicht nur um den Neubau. Dem Holzbau werden beste Aussichten für die Bestandserweiterung zugeschrieben. An- und Umbauten, die Aufstockungen sind bereits vom Holzbau dominiert. Dazu die energetische Ertüchtigung der Bestandsmauerwerke. Hier könnten sich die manuelle und die serielle Methode stark entwickeln.

Es gibt viel zu entdecken bei den vielen Lösungen, die der Holzbau bietet. Grund genug für die Fachwelt eine Neuauflage des „ProfiWissen Holzbau“ zu schaffen. Stammler und auch Neuleser halten ein Handbuch in den Händen, das einen „roten Faden“ durch die vielseitige Welt des Holzbaus zieht. Betrachtet wird die Kernkonstruktion, Kapitel A „Neubau“ und Kapitel B „Altbau“. Dort die Sanierung von der Außenseite. Es werden die typischen und weit verbreiteten Konstruktionen vorgeschlagen und in den weiteren Kapiteln hintergründig erläutert.

Der Fachhandel in der Eurobaustoff ist sich zusammen mit seinen Partnern seiner Verantwortung gegenüber der Holzbaubranche bewusst. Den Architekten, Fachplanern und nicht zuletzt den Investoren soll der Einstieg gelingen. Fach- und Hintergrundwissen sollen vertieft werden. Die Quellen aus Normen und Fachregeln werden benannt. So kann Jedem eine professionelle Planung und Ausführung gelingen.



Bild: Sonae Arauco / Agepan® System

# A. Neubau

<b>A1. Außenwand.....</b>	<b>8</b>	<b>A4. Dach mit Abdichtung.....</b>	<b>34</b>
1. Holzrahmenbau mit WDVS.....	9	1. Aufdachdämmung (Typ I).....	36
2. Holzrahmenbau mit VHF.....	12	2. Aufdachdämmung, Holzmassiv (Typ I).....	37
3. Holzrahmenbau mit Verblender.....	14	3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II).....	38
4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene.....	15	4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III).....	40
5. Holzmassivbau mit VHF.....	16	5. belüftetes Dach (Typ IV).....	41
6. Holzmassivbau mit WDVS.....	19	6. belüftetes Dach, Binder (Typ V).....	42
<b>A2. Dach.....</b>	<b>21</b>	<b>A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand.....</b>	<b>43</b>
1. Dach mit Mindestausstattung.....	22	1. Gipswerkstoffe.....	44
2. Dach mit guter Ausstattung.....	23	2. mit Witterungsschutz.....	45
3. Flache Dachneigung ab 7°.....	24	3. Holzwerkstoffe.....	46
4. Metalldeckung.....	25	4. Gipswerkstoffe, Schallschutz.....	47
<b>A3. Decke.....</b>	<b>26</b>	5. Brettsperrholz.....	48
1. Balkenlage, sichtbar, EFH.....	27	6. Brandwandersatzwand, Gebäudeklasse 4.....	49
2. Balkenlage, bekleidet, EFH.....	28	<b>A6. Innenwand, tragend-aussteifend.....</b>	<b>50</b>
3. Balkenlage, bekl., ZE, MFH.....	29	1. Holzwerkstoffe.....	50
4. Balkenlage, bekl., TE, MFH.....	30	2. Gipswerkstoffe.....	51
5. Holzmassiv, sichtb., ZE, MFH.....	31	3. Gipswerkstoffe, Schallschutz.....	52
6. Holzmassiv, bekl., ZE, MFH.....	32	4. zweischalig, Holzwerkstoffe.....	53
7. Holzmassiv, Installationsraum.....	33	5. zweischalig, Gipswerkstoffe.....	54

„ProfiWissen Holzbau“ – Handhabung

Für die Arbeit mit diesem Handbuch ist der Bauteilkatalog in den Kapiteln A und B von zentraler Bedeutung. Sowohl Planenden wie auch Ausführenden ist es möglich mit einem schnellen Überblick die Anforderungen an die verschiedenen Funktionsebenen der Bauteile zu erfassen. Dazu gehören Materialspezifikationen, die auf den Regeln der Tragwerksplanung, dem Holz- und Feuchteschutz sowie dem Schall- und Brandschutz basieren. Die Tabellen enthalten Abkürzungen, die auf Materialeigenschaften abzielen. Die Legende auf Seite 296 kann ausgeklappt werden. Lesende arbeiten sich recht schnell in die Begrifflichkeiten mit Hilfe des Glossars ein. Werden Hintergrundinformationen benötigt, so hilft das Schlagwortverzeichnis ab Seite 288.

**Schlagwortverzeichnis**

In einem umfassenden Kompendium bestimmte Inhalte zu finden ist nicht immer leicht. Die Inhaltsverzeichnisse helfen nicht immer. Bei der Erstellung dieses ProfiWissen ist die Verschlagwortung ein wichtiges Element. Das Schlagwortverzeichnis ist der schnellste Einstieg bei der Arbeit mit dem ProfiWissen Holzbau. Wichtig: auch Abkürzungen und Normen in numerischer Reihe sind enthalten.

Abdichtung	
Bodenplatte	249
Dachterrasse	244
Fensterbrüstung	233
abG siehe allgemeine Bauartgenehmigung	
Abhänger, optimiert	158
abP siehe allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis	
Absorption	283
Abtropfbarkeit	133
AD siehe Holztafel	
Absorption	283
Alzeia	116
Akustik	145
allgemeine Bauartgenehmigung	141
allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis	141
Altbau	
Fassade U-Werte	71
Fassadendämmung	68

**Glossar**




Zahlreiche Fachbegriffe können in einem Glossar nachgelesen werden. Die dort erläuterten Begriffe sind in dieser Broschüre mit einem nach oben gerichteten Pfeil „↑“ markiert.

**Legende**

Beim Schall- und Brandschutz gibt es Anforderungen an die Materialien, die sich in den Konstruktionen im Kapitel A regelmäßig wiederholen. So werden die verschiedenen Bauteilschichten zur weiteren Erläuterung mit Abkürzungen versehen. Die Erklärungen dazu finden sich in der Legende auf Seite 296. Diese Seite lässt sich ausklappen und so ist auch hier ein schneller Überblick möglich.

BS	gespundete Bretter aus Nadelholz (DIN 4072)
DA	Dachabdichtung beliebig, die Anforderungen aus Flugfeuer sind zu beachten, siehe DIN 4102-4 Abs. 11.4
DD	Dachdeckung beliebig, die Anforderungen aus Flugfeuer sind zu beachten, siehe DIN 4102-4 Abs. 11.4
Estrich	aus Mortel, Gips oder Gussasphalt
HW	Holzwerkstoffplatte mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ , Angabe der Dicke [mm] In klassifizierten Wänden sind Holzwerkstoffplatten mit geringerer Rohdichte zulässig, wenn die Dicke erhöht wird, siehe Tabelle C5.20 auf Seite 136.
GF	Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283 Teil 2, Rohdichte $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$

Sehr große Varianz besteht bei den Dämmstoffen. Einerseits haben Baufamilien bestimmte Präferenzen. Andererseits werden seitens der Bauregeln Anforderungen gestellt. In den 3D-Konstruktionsbildern werden die Dämmstoffe in unterschiedlichen Farben dargestellt. So lässt sich auf den ersten Blick erkennen, ob freie Wahlmöglichkeit besteht.

-  Dämmstoff ohne besondere Anforderungen
-  Dämmstoff Mineralwolle mit Anforderungen, z. B. Rohdichte
-  Dämmstoff Steinwolle, nicht brennbar, Schmelzpunkt  $\geq 1000 \text{ °C}$

# A1. Außenwand

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war das Herstellen von Wandkonstruktionen aus dem Leistungsangebot der Zimmereien schon fast verschwunden. Ausnahmen waren der Blockhausbau, der Fachwerkbau, Holzskelettbau und der industrielle Fertigungsbau. Mit Beginn der 1990er Jahre ist mit dem Holzrahmenbau eine hochentwickelte Wandkonstruktion in das Tagesgeschäft vieler Zimmereibetriebe zurückgekehrt.



Bild: Ing.-Büro Meyer

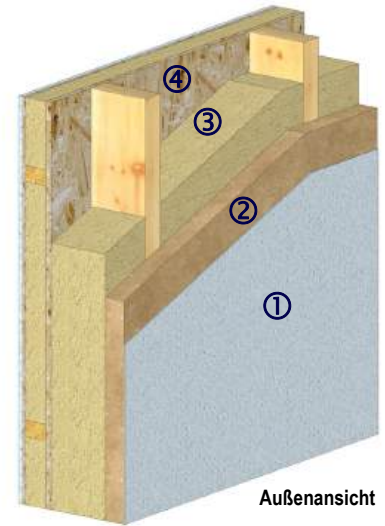
Äußerst flexibel und robust hat der Holzbau seinen Platz zwischen den konventionellen Mauerwerksbauarten erobert. Trocken statt Nass; Vorplanung und Werkhalle statt Baustelle; präzise und schnell statt Stein auf Stein; variantenreich statt immer nur Putz und Klinker; platzsparend statt dicker Wände; natürliche statt künstliche Baustoffe. Selbst wenn es allein auf eine preiswerte Erstellung im verdichteten Wohnungsbau ankommt, hat der Holzrahmenbau immer wieder seine Leistungsfähigkeit bewiesen. Bei den Aufstockungen von Gebäuden ist der Holzrahmenbau längst Marktführer. Das Kapitel A Neubau zeigt die Konstruktionen, die eine große Verbreitung gefunden haben.

Die Anforderungen an den Schall- und Brandschutz werden nach anerkannten Regeln erfüllt. Jeder Baustoff kann dabei seine Vorzüge zur Geltung bringen. Eine durchdachte Planung mit erfahrenen Beteiligten kann sehr effiziente Resultate hervorbringen. Immer wieder werden Beispiele in den Fachmedien veröffentlicht.

# 1. Holzrahmenbau mit WDVS

Schon viele Jahre werden Wärmedämm-Verbundsysteme auf der Basis Holzfaser-Dämmplatten ausgeführt. Diese Konstruktionsart wurde in den Anhang A der DIN 68800 aufgenommen. Hier werden Beispiele von Konstruktionen gezeigt, bei denen die Bedingungen der Gebrauchsklasse GK 0 erfüllt sind.

Wichtig ist, dass ein Verwendbarkeitsnachweis vorgelegt wird. Der Verarbeiter hat die Vorgaben genauestens zu befolgen. Dies schließt ausdrücklich die Putzbeschichtung mit ein. Bei Gewerketrennung sollte ein Übergabeprotokoll erstellt werden. Dazu wurde eine Checkliste „Übergabe putzfähiger Untergrund“ [24] herausgegeben.



## Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.6
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 56 / 57, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9] Tab. 6, Legende im Anhang
- Wärmeschutz siehe Tab. A1.1 auf Seite 11

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend tragend und raumabschließend			Schallschutz
		vollständige Hohlraumdämmung aus			$R_w = 50 \text{ dB}$
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)	Mineralwolle (MW)	Holzfaser (WF)	Zellulose (ZF)		
① Putzbeschichtung mit Armierung	Putz und Armierung gemäß Verwendbarkeitsnachweis			Putz	
② Holzfaser-Dämmplatte mit Verwendbarkeitsnachweis, Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben	WF, $d \geq 60 \text{ mm}$ $\rho \geq 180 \text{ kg/m}^3$			WF, $d = 60 \text{ mm}$	
③ Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	RW, $\geq 60 \times 160 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^a \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	RW, $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5 \text{ N/mm}^2$	RW, $\geq 60 \times 160 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^a \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	RW, $h \geq 160 \text{ mm}$	
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	MW1000, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$	WF, $\rho \geq 45 \text{ kg/m}^3$	ZF, $\rho \geq 50 \text{ kg/m}^3$	WH, $d \geq 140 \text{ mm}$
④ Tragende und aussteifende Beplankung <sup>↑</sup> aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12 \text{ mm}$ , Format 1,247 x 2,65 m (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen	HW, $d = 15 \text{ mm}$	HW, $d \geq 15 \text{ mm}$ GKB <sup>b</sup> , $d \geq 9,5 \text{ mm}$	HW, $d = 15 \text{ mm}$	HW, $d = 15 - 16 \text{ mm}$ GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	
⑤ Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH <sup>®</sup> NKL 1, GK 0, Abstand $e = 50 \text{ cm}$ ; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI	Alternativ: GKF / GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ RW $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$	Alternativ: HW, $d \geq 12 \text{ mm}$ GKB, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	Alternativ: GKF / GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ RW $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$ ZF, $\rho \geq 45 \text{ kg/m}^3$		
				Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)	Alternativ: GKF / GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$

<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “, sprich: „sigma, c, null“

<sup>b</sup> Es dürfen auch Gipskartonfeuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) verwendet werden.

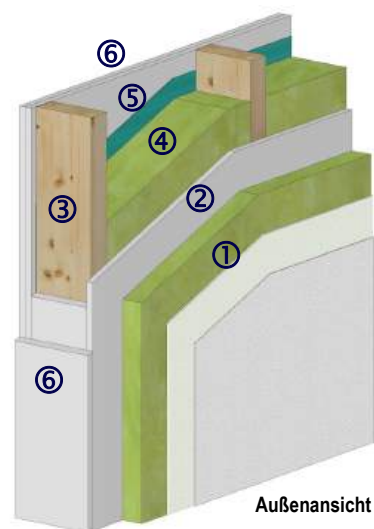
- A. Neubau
- A1. Außenwand
  - 1. Holzrahmenbau mit WDVS

### Brandschutz in der Gebäudeklasse 4 und 5

Vermutlich ist diese Art der Ausführung für die Gebäudeklasse 4 und 5 bezogen auf den Holzbau die Häufigste. Der recht schlichte Aufbau sollte in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Investition) gegenüber anderen Fassadenvarianten vorn liegen. Als Dämmschicht für das WDVS können Dämmstoffe verwendet werden, die den Nachweis „schwerentflammbar“ erbringen und zugleich einen Verwendbarkeitsnachweis für ein WDVS im Holzbau aufweisen. Die Ausführung von nichtbrennbaren Brandriegeln (Steinwolle) ist wichtiger Bestandteil der Ausführung.

Die äußere „brandschutztechnisch wirksame Bekleidung“ (bwB) ② erfüllt einen Mehrfachfachnutzen. Sie bildet im Sinne des Brandschutzes den äußeren Abschluss der Holzrahmenwand. Dazu kann sie zu Aussteifungszwecken herangezogen werden. Außerdem ist sie als Trägerplatte für das WDV-System auszulegen. In dem Verwendbarkeitsnachweis des Wärmedämm-Verbundsystems werden genaue Anforderungen an den Untergrund benannt.

Die Tabelle zeigt Anforderungen an die Ausführung auf Grundlage der Muster-Holzbaurichtlinie MHolzBauRL-2024, siehe Legende im Anhang. Die Außenwand ist als „raumabschließendes Bauteil“ ausgelegt.



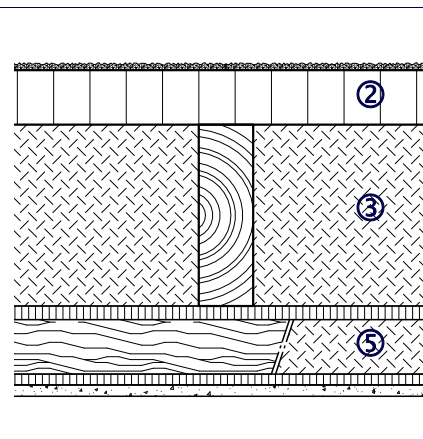
Bauteilschicht und Material	Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend		Gebäudeklasse 5 feuerbeständig	
	400 m <sup>2</sup> ≥ NE > 200 m <sup>2</sup>	NE ≤ 200 m <sup>2</sup>	NE > 200 m <sup>2</sup>	NE ≤ 200 m <sup>2</sup>
① Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)	Mindestdicke der Putzschicht gemäß Verwendbarkeitsnachweis; mindestens schwerentflammbarer Dämmstoff, z. B. Mineralwolle			
② brandschutztechnisch wirksame Bekleidung↑	18 mm Gipskartonfeuerschutzplatte oder Gipsfaserplatte (GKF/GF)			
③ Rahmenwerk	Konstruktionsebene mit der Mindestdicke d ≥ 80 mm			
④ Gefachdämmung	nichtbrennbar, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C, Hohlräume vollständig ausgefüllt; einlagige Dämmschichten: vollflächig und dichtgestoßen; versetzte Stöße bei zwei- oder mehrlagigen Dämmschichten; bei matten- oder plattenförmigen Dämmschichten mind. 2 % Übermaß der Gefachbreite			
⑤ Dampfbremse↑ bei Bekleidung↑ aus Gipsplatten	normalentflammbare Bahnen sind zulässig, der s <sub>d</sub> -Wert sollte im Bereich zwischen 2,0 m und 5,0 m liegen			
⑥ brandschutztechnisch wirksame Bekleidung↑	2 x 15 mm GKF/GF	2 x 12,5 mm GKF/GF oder 18 mm GKF/GF + 12 mm HW	2 x 18 mm GKF/GF	

### Wärmeschutz Außenwand

Die obere Tabelle stellt die Wärmeschutzwerte zum Bauteil 1. „Holzrahmenbau mit WDVS“ auf Seite 9 dar.

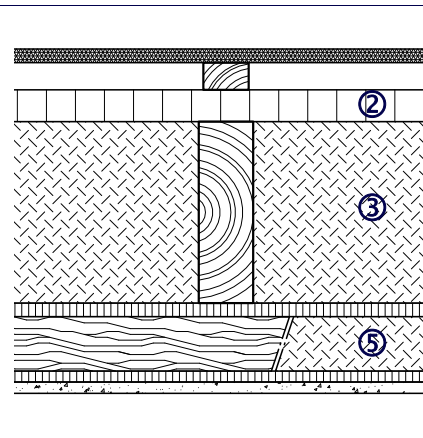
Die untere Tabelle gehört zum Bauteil 2. „Holzrahmenbau mit VHF“ auf Seite 12“.

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	gedämmte Querlattung ⑤ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	keine	—	160	140	120
0,18	5,55	keine	—	180	160	140
		40 mm	0,035 W/mK	120	120	100
0,15	6,66	40 mm	0,035 W/mK	180	160	140
		60 mm	0,035 W/mK	160	140	120
0,12	8,33	60 mm	0,035 W/mK	220	200	180
		80 mm	0,035 W/mK	200	180	160



Tab. A1.1 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 mit 60 mm Putzträgerplatte ② WDVS aus Holzfaser-Dämmplatten Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow \lambda = 0,045 \text{ W/mK}$ .

Wärmeschutz U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Unterdeckplatte ② aus Holzfaser mit		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	15 mm	0,090 W/mK	140	120	100
		22 mm	0,050 W/mK	140	120	120
0,18	5,55	22 mm	0,050 W/mK	160	140	120
		35 mm	0,050 W/mK	140	120	100
0,15	6,66	22 mm	0,050 W/mK	200	180	160
		35 mm	0,050 W/mK	200	160	140
0,12	8,33	60 mm	0,045 W/mK	240	200	180



Tab. A1.2 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 mit 60 mm Installationsebene ⑤ mit Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow \lambda = 0,035 \text{ W/mK}$

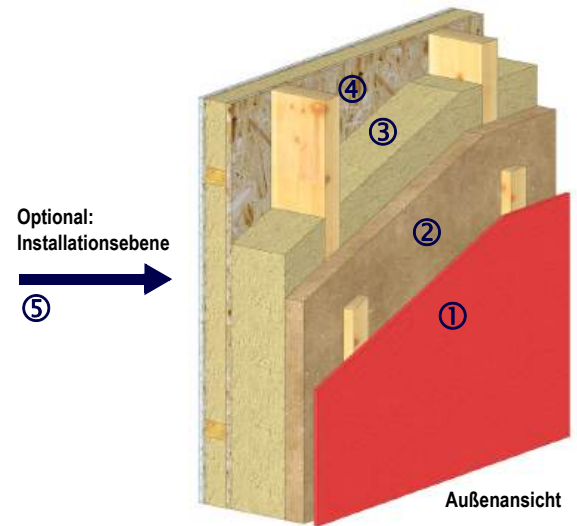
- A. Neubau
- A1. Außenwand
  - 2. Holzrahmenbau mit VHF

## 2. Holzrahmenbau mit VHF

Zu den international verbreitetsten Konstruktionsarten gehört der Holzrahmenbau mit der vorgehängten hinterlüfteten Fassade „VHF“↑. Dieses Aufbauprinzip hat seit vielen Jahrzehnten sowohl in Nordamerika als auch in Nordeuropa die Marktführerschaft im Wohnungsbau. Besonders in Regionen mit extremen Wetterlagen wird der mehrstufige Witterschutz bevorzugt. Die Fassade selbst kann sehr individuell aus den verschiedensten Materialien hergestellt werden. Wichtig ist, dass eindringende Feuchte abgelüftet wird. Zusätzlich dient eine Unterdeckung↑ als weitere Schutzebene. Konstruktionen mit VHF↑ bleiben dauerhaft trocken und gelten als extrem robust.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.2
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 55 - 57, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9] Tab. 6, Legende im Anhang
- Wärmeschutz siehe Tab. A1.2 auf Seite 11



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend tragend und raumabschließend			Schallschutz
		vollständige Hohlraumdämmung aus			$R_w = 44 \text{ dB}$
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse↑ GK 0)		Mineralwolle (MW)	Holzfaser (WF) <sup>a</sup>	Zellulose (ZF) <sup>a</sup>	
① Geschlossene Fassadenbekleidung auf Unterkonstruktion aus Holzlatten S10, GK 0, Querschnitt $\geq 30 \times 50 \text{ mm}$		nicht erforderlich			FAS
	Luftschicht↑ mit Belüftung oder Hinterlüftung				LS
② Unterdeckung↑ als Holzfaser-Dämmplatte, Befestigung mit der Grundlattung (S10, GK 0) nach Herstellerangaben zur Aufnahme der Fassade		HW, $d \geq 13 \text{ mm}$	WF, $d \geq 40 \text{ mm}^b$ , $\rho \geq 250 \text{ kg/m}^3$	WF, $d \geq 60 \text{ mm}$ $\rho \geq 180 \text{ kg/m}^3$	HW, $d = 10 - 16 \text{ mm}$
③ Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$		RW $\geq 40 \times 80 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^c \leq 2,5 \text{ N/mm}^2$	RW, $\geq 60 \times 80 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^c \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	RW, $\geq 60 \times 160 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^c \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	RW,
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	MW30, $d \geq 80 \text{ mm}$	WF, $\rho \geq 45 \text{ kg/m}^3$	ZF, $\rho \geq 50 \text{ kg/m}^3$	WH, $d \geq 70 \text{ mm}$
④ Tragende und aussteifende Beplankung↑ aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12 \text{ mm}$ , Format 1,247 x 2,65 m (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen		HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - GKF/GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 18 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 2 \times 9,5 \text{ mm}$	HW, $d \geq 15 \text{ mm}$ GKB, $d \geq 9,5 \text{ mm}$	HW, $d = 15 \text{ mm}$  Alternativ: GKF / GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ mit RW $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$ ZF, $\rho \geq 45 \text{ kg/m}^3$	HW, $d = 10 - 16 \text{ mm}$ GP, $d \geq 9,5 \text{ mm}$
⑤ Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH® NKL 1, GK 0, Abstand $e = 50 \text{ cm}$ ; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI		Alternativ:			
	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)	- HW, $d \geq 10 \text{ mm}$ GKF/GF, $d \geq 9,5 \text{ mm}$			

<sup>a</sup> Darf ersetzt werden durch nichtbrennbaren Mineralwolle-Dämmstoff mit Schmelzpunkt  $\geq 1000 \text{ °C}$  nach DIN 4102-17, Rohdichte  $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ .

<sup>b</sup> Bei Verwendung WF  $d \geq 60 \text{ mm}$  und  $\rho \geq 180 \text{ kg/m}^3$  sowie Hohlraumdämmung aus Holzfaser sind die Mindestanforderungen Rahmenwerk  $\geq 60 \times 140 \text{ mm}$ ,  $\sigma_{c,0} \geq 2,5 \text{ N/mm}^2$ , HW  $\geq 12 \text{ mm}$ , GKB  $\geq 12,5 \text{ mm}$ .

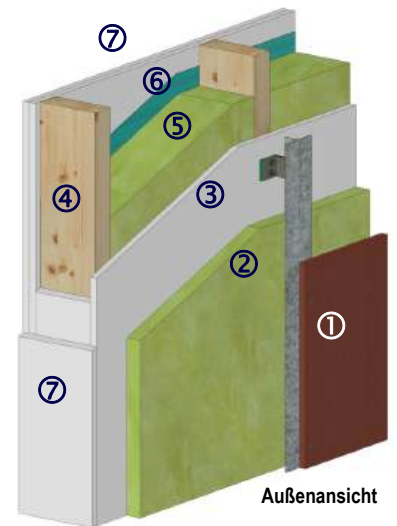
<sup>c</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “↑, sprich: „sigma, c, null“

## Brandschutz in der Gebäudeklasse 4 und 5

Unterschiedliche Werkstoffe stehen zur Verfügung, wenn es um Fassaden mit hoher Dauerhaftigkeit und langfristigen Wartungsintervallen geht. Verschiedene Plattenwerkstoffe bieten sich an, aber auch Bekleidung ↑ aus Holzbrettprofilen, die nach M-Holz-Bau-RL auf Holz-Unterkonstruktionen montiert werden dürfen. Die Begrenzung der Brandweiterleitung im Luftraum hinter der Fassadenbekleidung steht dabei im Fokus. Brandsperren sind notwendig.

Wird ein Plattenwerkstoff als Fassade mit einer flexiblen Rasterung unabhängig vom Tragwerk gewünscht, sei auf das Bauteil 5. „Holzmassivbau mit VHF“ auf Seite 18 verwiesen.

Die Tabelle zeigt Anforderungen an die Ausführung auf Grundlage der Muster-Holzbaurichtlinie M-Holz-Bau-RL-2024, siehe Legende im Anhang. Die Außenwand ist als „raumabschließendes Bauteil“ ausgelegt.

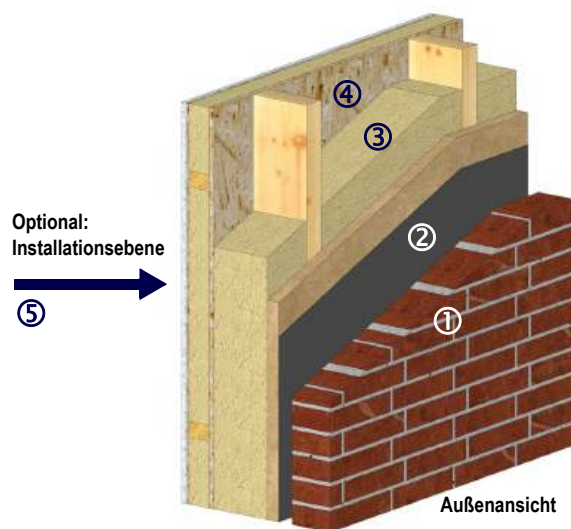


Brandschutz nach M-Holz-Bau-RL 2024		Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend		Gebäudeklasse 5 feuerbeständig	
		400 m <sup>2</sup> ≥ NE > 200 m <sup>2</sup>	NE ≤ 200 m <sup>2</sup>	NE > 200 m <sup>2</sup>	NE ≤ 200 m <sup>2</sup>
①	Geschlossene nichtbrennbare Außenwandbekleidung auf Metall-Unterkonstruktion	nichtbrennbare Fassadentafeln, Baustoffklasse A2-s1, d0 nach EN 13501-1, z. B. Faserzement-Tafeln alternativ: hinterlüftete Außenwandbekleidung aus Holz oder Holzwerkstoffen, Ausführung gemäß M-Holz-Bau-RL-2024			
②	Dämmung, nichtbrennbar	Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungstyp WAB T3 WL(P)			
③	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ↑	18 mm GKF/GF			
④	Rahmenwerk	Konstruktionsebene mit der Mindestdicke d ≥ 80 mm			
⑤	Gefachdämmung	nichtbrennbar, Schmelzpunkt ≥ 1000 °C, Hohlräume vollständig ausgefüllt; einlagige Dämmschichten: vollflächig und dichtgestoßen; versetzte Stöße bei zwei- oder mehrlagigen Dämmschichten bei matten- oder plattenförmigen Dämmschichten mind. 2 % Übermaß der Gefachbreite			
⑥	Dampfbremse ↑ bei Bekleidung ↑ aus Gipsplatten	normalentflammable Bahnen sind zulässig, der s <sub>d</sub> -Wert sollte im Bereich zwischen 2,0 m und 5,0 m liegen			
⑦	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ↑	2 x 15 mm GKF/GF	2 x 12,5 mm GKF/GF oder 18 mm GKF/GF + 12 mm HW	2 x 18 mm GKF/GF	

- A. Neubau
- A1. Außenwand
- 3. Holzrahmenbau mit Verblender

### 3. Holzrahmenbau mit Verblender

Holzrahmenbauwände mit Verblendmauerwerk sind eine geografische Besonderheit im Norden und Westen Deutschlands. Wichtig ist, dass in der Luftschicht  $\uparrow$  zum Teil erhebliche Mengen Wasser vorkommen. Zum Schutz der Konstruktion ist ② notwendig. Soll das Verblendmauerwerk bezüglich des Brandschutznachweises eingebunden werden, ist ein gesonderter Nachweis zu führen (siehe DIN 4102 Teil 4 Abschn. 4.12.7.2).



#### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.8
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 55, siehe Bauteil „Holzrahmenbau mit VHF“ auf Seite 12
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9] Tab. 6, Legende im Anhang
- Wärmeschutz siehe Tab. A1.2 auf Seite 11

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		$R_w = 52 \text{ dB}$
①	Fassade mit Verblendmauerwerk, Dicke ab 90 mm, selbsttragend auf Fundament, Verankerung zum Rahmenwerk mit Einschraubanker mit Zulassung, $d = 3 \text{ mm}$ (bis 7 cm Schalenabstand), $e \leq 30 \text{ cm}$	Mauerwerk-Vorsatzschale $d \geq 115 \text{ mm}$
	Luftschicht $\uparrow d \geq 40 \text{ mm}$ , mit Zu- und Abluftöffnungen $150 \text{ cm}^2$ pro $20 \text{ qm}$ Fassadenfläche	LS, $d \geq 40 \text{ mm}$
②	Wasser ableitende Schicht als spezielle Bahn, $0,3 \text{ m} \leq s_d \leq 1,0 \text{ m}$ (siehe DIN 68800 Teil 2)	
	diffusionsoffene Holzfaser-Dämmplatte NKL 2	HW, $d \geq 6 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$ ; Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	RW, $h \geq 140 \text{ mm}$ WH, $d \geq 100 \text{ mm}$
④	Tragende und aussteifende Beplankung $\uparrow$ aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12 \text{ mm}$ , Format $1,247 \times 2,65 \text{ m}$ (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen	HW, $d = 10 - 19 \text{ mm}$ GP, $d \geq 9,5 \text{ mm}$
	Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH <sup>®</sup> NKL 1, GK 0, Abstand $e = 50 \text{ cm}$ ; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI	
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)	

## 4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene

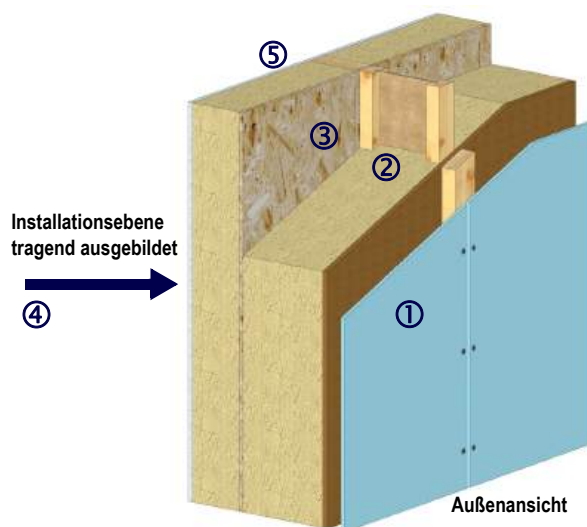
Dieses Bauteil bietet einen völlig anderen Ansatz für einen Holzrahmenbau und lohnt sich besonders in zwei Fällen:

- Es wird ein hoher Dämmwert für die Außenwand benötigt.
- Eine dicke Fassade des darunter liegenden Geschosses soll überbrückt werden, Details siehe G5 „Aufstockung“, Abschn. G5.3 auf Seite 268.

Die Vorgehensweise ist recht einfach. Das Ständerwerk der Installationsebene hat eine Dicke von z. B. 80 - 100 mm. Die OSB-Platte ist in diesem Fall außen und luftdicht ausgebildet. Beide zusammen bilden die tragende / aussteifende Konstruktion. Der Stegträger kann Vorort montiert werden.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.2

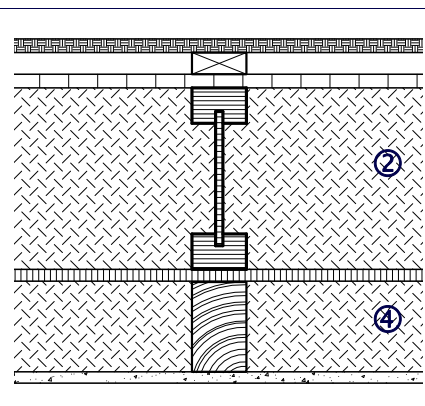


### Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung

Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0)

①	Fassade wie in den Bauteilen der Seite 9 und Seite 12 Unterdeckung $\uparrow$ aus mitteldichten Holzfaserverplatten
②	Hauptdämmebene, hergestellt aus Stegträgern (nichttragend), NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm; Hohlraumdämmung ideal im Einblasverfahren (a. b. Zulassung). Zum Erreichen der Gebrauchsklassen $\uparrow$ GK 0 muss der Anteil dieser Dämmschicht 80 % der gesamten Dämmwirkung des Bauteils betragen.
③	Tragende und aussteifende Beplankung $\uparrow$ aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12$ mm, Format 1,247 x 2,65 m (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen
④	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm; Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)

Wärmeschutz U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Tragwerk ④ als gedämmte Installationsebene		Dicke [mm] der Hauptdämmebene ② im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	0,040	0,035	0,032
0,18 <sup>a</sup>	5,55	80 mm	0,035 W/mK	160	160	160
0,15 <sup>a</sup>	6,66	80 mm	0,035 W/mK	200	200	160
		100 mm		200	160	160
0,12 <sup>a</sup>	8,33	80 mm	0,035 W/mK	300	240	220
		100 mm		240	220	200
0,10	10,00	100 mm	0,035 W/mK	360	300	300



Tab. A1.3 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 mit 16 mm Unterdeckplatte der Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow \lambda = 0,09$  W/mK.

<sup>a</sup> Feuchteschutznachweis  $\uparrow$  erforderlich (siehe Beschreibung ②)

- A. Neubau
- A1. Außenwand
- 5. Holzmassivbau mit VHF

## 5. Holzmassivbau mit VHF

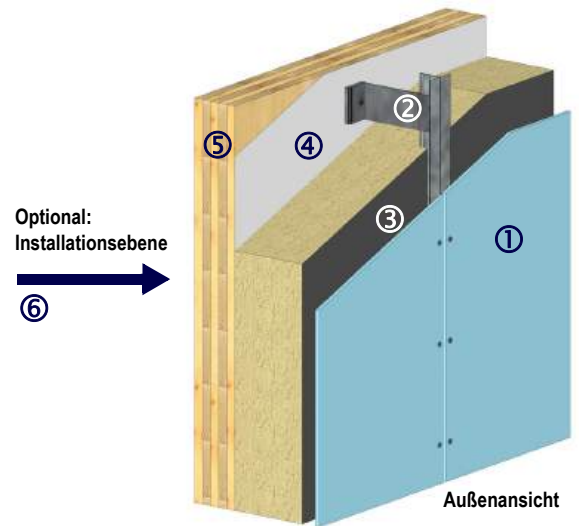
Fassaden aus großformatigen Tafeln sind bei Objekten, aber auch bei Aufstockungen gewünscht. Die pflegeleichte Bekleidung↑ und die äußerst variable Gestaltung sprechen für sich. Eine besonders wirtschaftliche Kombination ergibt sich mit einem Tragwerk aus Holzmassivelementen. Die leichte und hoch tragfähige Konstruktion mit besonders geringem Wandaufbau spricht für sich.

Besonders effizient ist die Konstruktion, weil die Verankerung mit Grundhaltern an beliebiger Stelle mit einfachen Holzschrauben montiert werden kann. Der Aufwand des Bohrens und Dübelns wie bei Stein oder Beton entfällt.

- Besonders schnelle Montage
- Trockene Baustoffe
- Nutzflächengewinn durch geringen Wandaufbau
- Bei Aufstockungen kann eine dicke Fassade des darunter liegenden Geschosses überbrückt werden

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12]



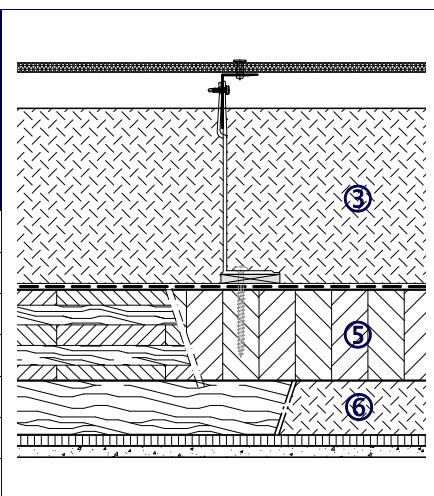
→ In dieser Konstruktionsart ist eine Putzfassade auf hinterlüfteten Putzträgerplatten möglich.

### Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung

#### Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse↑ GK 0)

①	Fassadenbekleidung aus großformatigen Platten mit Nachweis der charakteristischen↑ Festigkeiten (z. B. a. b. Zulassung); Material, Dicke, Farbton, Oberfläche, nach gesonderter Beschreibung; Befestigung z. B. mit gefärbten Nieten nach Statik Luftschicht↑ als Hinterlüftung
②	Unterkonstruktionen mit Aluminiumschiene nach Anforderung der Bekleidungsart und der statischen Berechnung, Maximallänge nach Herstellerangaben; Verbindung zu den Grundhaltern; Verankerung zum tragenden Untergrund nach Statik mit thermisch getrennten Grundhaltern (Festlager, Gleitlager)
③	vollflächige Dämmung (hydrophobiert) als formstabile Mineralwolleplatten, Anwendungstyp WAB, Kaschierung aus schwarzer Glasfaser, Befestigung mit Dämmstoffschrauben
④	Luftdichtung als vollflächige Bahn (Dampfbremse↑) oder bei luftdichten Holzmassivelementen eine Verklebung der Fugen
⑤	tragende und aussteifende Holzmassivelemente in einer Ausführung nach den statischen Berechnungen
⑥	Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH® NKL 1, GK 0, Abstand e = 50 cm; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)

U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	gedämmte Querlattung ⑤ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ (Hauptdämmebene) bei einer Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$	0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	keine	—	200	180	160
0,18	5,55	keine	—	220	200	180
		40 mm	0,035 W/mK	180	160	140
0,15	6,66	40 mm	0,035 W/mK	240	220	200
		60 mm	0,035 W/mK	220	200	180
0,12	8,33	60 mm	0,035 W/mK	300	280	260
		80 mm	0,035 W/mK	280	260	240



Tab. A1.4 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 Wand ⑤ aus Holzmassivelementen  $d = 100$  mm,  $\Delta U = 0,02$  W/m²K für UK Fassade.

Konsolen der Fassadenunterkonstruktion (Gleit- und Festpunkte) stellen punktuelle Wärmebrücken dar. Der hierdurch verursachte Wärmeverlust wird mit dem punktbezogenen Wärmebrückenverlustkoeffizienten  $\chi$ -Wert (Chi) ausgedrückt. Dabei spielt der Werkstoff eine entscheidende Rolle. Infolge der sehr geringen Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  von glasfaserverstärktem Kunststoff (GKF) mit  $\lambda = 0,3 - 0,9$  W/m²K gegenüber Aluminium mit  $\lambda = 115 - 170$  W/m²K sind auch die Wärmebrückenverluste von GKF-Konsolen sehr gering, siehe Tab. A1.6. Einfluss auf die  $\chi$ -Werte hat auch der Verankerungsgrund, z. B. Beton, Mauerwerk oder Holz, mit den verschiedenen thermischen Widerständen R.

Bei regelmäßigen Abständen der Fassadenunterkonstruktion werden die  $\chi$ -Werte in einen Zuschlag zum U-Wert ( $\Delta U$ ) umgerechnet. Dieser ist abhängig von der Anzahl der unterschiedlichen Konsolen (Gleitpunkte, Festpunkte) pro Bezugsfläche sowie Art und Dicke der Wärmedämmung. Entsprechende U-Wert-Tabellen werden von den Herstellern zur Verfügung gestellt.



Abb. A1.5 Konsolen aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GKF) reduzieren die punktuellen Wärmebrückenverluste.

Konsolle L-Form aus Aluminium <sup>a</sup> ohne thermische Trennung		Konsolle L-Form aus Aluminium <sup>a</sup> mit thermischer Trennung <sup>b</sup>		Konsolle T-Form aus GKF „Tekofix“ <sup>a c</sup>	
$\chi$ -Wert [W/K]	Konsolart	$\chi$ -Wert [W/K]	Konsolart	$\chi$ -Wert [W/K]	Konsolart
0,0790	Gleitpunkt, H = 50 mm	0,0360	Gleitpunkt, H = 50 mm	0,0005	Gleit- / Festpunkt, H = 100 mm
0,0860	Gleitpunkt, H = 70 mm	0,0460	Gleitpunkt, H = 70 mm	0,0011	Gleit- / Festpunkt, H = 200 mm
0,1100	Festpunkt, H = 150 mm	0,0810	Festpunkt, H = 150 mm	0,0016	Festpunkt, H = 300 mm

Tab. A1.6 Auswahl von  $\chi$ -Werten verschiedener Konsolen als Orientierungswerte. Quelle: ibh Dr. Heller Ingenieurbüro, www.windimnet.de

<sup>a</sup> Thermischer Widerstand Ankergrund Beton  $R = 0,1$  m²K/W.

<sup>b</sup> Thermostop 6 mm,  $\lambda = 0,09$  W/mK.

<sup>c</sup> Dämmung  $d = 300$  mm,  $\lambda = 0,035$  W/mK.

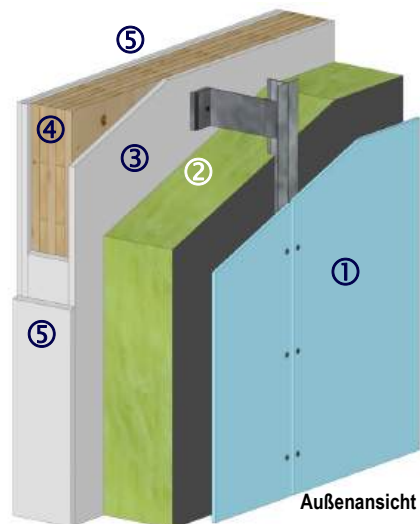
- A. Neubau
- A1. Außenwand
- 5. Holzmassivbau mit VHF

### Brandschutz in der Gebäudeklasse 4 und 5

Unterschiedliche Werkstoffe stehen zur Verfügung, wenn es um Fassaden mit hoher Dauerhaftigkeit und langfristigen Wartungsintervallen geht. Verschiedene Plattenwerkstoffe bieten sich an, aber auch Bekleidung ↑ aus Holzbrettprofilen, die nach MHolzBauRL auf Holz-Unterkonstruktionen montiert werden dürfen. Die Begrenzung der Brandweiterleitung im Luftraum hinter der Fassadenbekleidung steht dabei im Fokus. Brandsperrn sind notwendig.

Für Wände aus Holzmassivelementen mit reduzierter Brandschutzbekleidung ( $NE \leq 200 \text{ m}^2$ ) kann der Nachweis des Raumabschlusses über die Einhaltung der Mindestdicke geführt werden, siehe Tabelle unten.

Die Tabelle zeigt Anforderungen an die Ausführung auf Grundlage der Muster-Holzbaurichtlinie MHolzBauRL-2024, siehe Legende im Anhang. Die Außenwand ist als „raumabschließendes Bauteil“ ausgelegt.



Brandschutz nach M-HolzBau-RL 2024		Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend		Gebäudeklasse 5 feuerbeständig	
		$400 \text{ m}^2 \geq NE > 200 \text{ m}^2$	$NE \leq 200 \text{ m}^2$	$NE > 200 \text{ m}^2$	$NE \leq 200 \text{ m}^2$
①	Geschlossene nichtbrennbare Fassadenbekleidung auf Metallunterkonstruktion	nichtbrennbare Fassadentafeln, Baustoffklasse A2-s1, d0 nach EN 13501-1, z. B. Faserzement-Tafeln alternativ: hinterlüftete Außenwandbekleidung aus Holz oder Holzwerkstoffen, Ausführung gemäß MHolzBauRL-2024			
②	vollflächige Dämmung, nichtbrennbar	Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungstyp WAB T3 WL(P)			
③	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ↑	18 mm GKF/GF			
④	Holzmassivelemente <sup>a</sup> , hohlraumfrei (raumabschließende Bauteile) <ul style="list-style-type: none"> <li>• beidseitig 18 mm GKF/GF</li> <li>• unbekleidet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestdicke <math>d \geq 90 \text{ mm}</math></li> <li>• Mindestdicke <math>d \geq 120 \text{ mm}</math></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestdicke <math>d \geq 130 \text{ mm}</math></li> <li>• Mindestdicke <math>d \geq 180 \text{ mm}</math></li> </ul>	
⑤	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung ↑	2 x 15 mm GKF/GF	18 mm GKF/GF oder unbekleidet bis 25 % BGF <sup>b</sup>	2 x 18 mm GKF/GF	18 mm GKF/GF oder unbekleidet bis 25 % BGF <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Tragende und aussteifende Holzmassivelemente in einer Ausführung nach statischer Berechnung.

<sup>b</sup> Zulässig, wenn die Decken bekleidet sind.

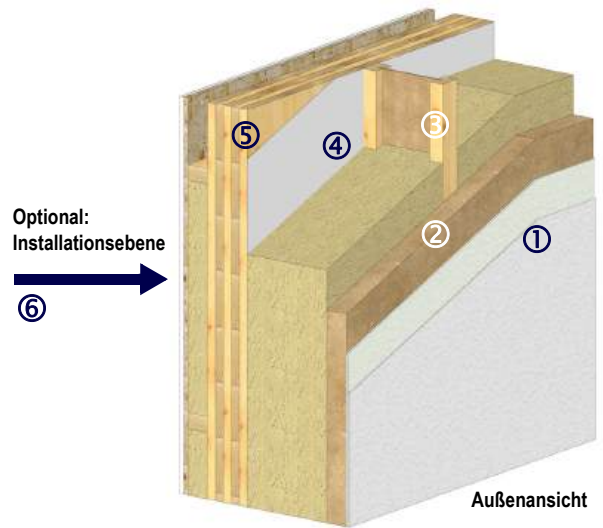
## 6. Holzmassivbau mit WDVS

Die Putzfassade ist in Deutschland die führende Fassadenvariante. Im Holzbau haben sich die Holzfaser-Dämmplatten als Putzträgerplatten durchgesetzt. Die einfache Montage und die Diffusionsoffenheit bilden die Alleinstellungsmerkmale.

Die Hauptdämmebene wird sehr rationell mit Stegträgern hergestellt, die als Abstandshalter in der Dicke variabel dimensioniert werden. Diese werden mit zugelassenen, selbstbohrenden Holzschrauben durch den hinteren Gurt befestigt. Alternativ: Klammern oder Rillennägel (Zulassung erforderlich). Abstände und Position der Stegträger auf dem tragenden Untergrund aus Holzmasselementen sind variabel.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12]
- Brandschutz nach P-SAC-02/III-669 (Steico SE), Legende im Anhang
- Schallschutz nach Prüfbericht (Steico SE), Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 47$ dB
①	Putzbeschichtung mit Armierung gemäß Zulassung WDVS	Steico secure Putzsystem, $d \geq 7$ mm	mineralischer Putz $d \geq 5$ mm
②	Holzfaser-Dämmplatte als WDVS mit Zulassung Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben	Steico protect H, $d \geq 40$ mm	Steico protect, $d \geq 40$ mm
③	Hauptdämmebene, hergestellt aus Stegträgern (nichttragend), NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm; Hohlraumdämmung im Einblasverfahren	Steico wall, Steico zell $d \geq 160$ mm	Steico wall $d \geq 200$ mm
④	Luftdichtung als vollflächige Bahn (Dampfbremse $\uparrow$ ) oder bei luftdichten Holzmasselementen eine Verklebung der Fugen		
⑤	Tragende und aussteifende Holzmasselemente in einer Ausführung nach den statischen Berechnungen	Brettsperrholz, $d \geq 80$ mm	Brettsperrholz, $d \geq 80$ mm
⑥	Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH <sup>®</sup> NKL 1, GK 0, Abstand $e = 50$ cm; mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WI	HW, $d \geq 22$ mm	
	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)	Alternativ: - GKF, $d \geq 12,5$ mm	

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	$R_T$ [m <sup>2</sup> K/W]	gedämmte Querlattung ⑥ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	0,040	0,035	0,032
0,18	5,55	keine	—	160	160	160
0,15	6,66	keine	—	200	200	200
		40 mm	0,035 W/mK	160	160	160
0,12	8,33	40 mm	0,035 W/mK	240	220	200
		60 mm		220	200	200
		80 mm		200	200	200
0,10	10,00	80 mm	0,035 W/mK	300	240	240

Tab. A1.7 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 mit 60 mm Putzträgerplatte ② WDVS aus Holzfaser-Dämmplatten Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow \lambda = 0,050$  W/mK, Brettsperrholz ⑤  $d = 80$  mm.

- A. Neubau
- A1. Außenwand
- 6. Holzmassivbau mit WDVS

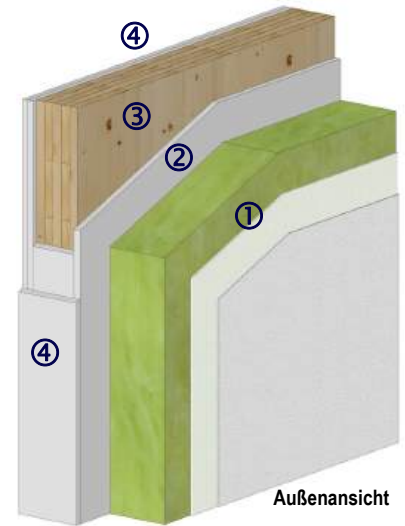
### Brandschutz in der Gebäudeklasse 4 und 5

Vermutlich ist diese Art der Ausführung für die Gebäudeklasse 4 und 5 bezogen auf den Holzbau die Häufigste. Der recht schlichte Aufbau sollte in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (Investition) gegenüber anderen Fassadenvarianten vorn liegen. Als Dämmschicht für das WDVS können Dämmstoffe verwendet werden die den Nachweis „schwerentflammbar“ erbringen und zugleich eine Zulassung für ein WDVS im Holzbau nachweisen. Die Ausführung von nichtbrennbaren Brandriegeln (Steinwolle) ist wichtiger Bestandteil der Ausführung.

Die äußere „brandschutztechnisch wirksame Bekleidung“ (bwB) ② erfüllt einen Mehrfachfachnutzen. Sie bildet im Sinne des Brandschutzes den äußeren Abschluss der Holzmassivwand. Außerdem ist sie als Trägerplatte für das WDV-System auszulegen. In dem Verwendbarkeitsnachweis des Wärmedämm-Verbundsystems werden genaue Anforderungen an den Untergrund benannt.

Für Wände aus Holzmassivelementen mit reduzierter Brandschutzbekleidung ( $NE \leq 200 \text{ m}^2$ ) kann der Nachweis des Raumabschlusses über die Einhaltung der Mindestdicke geführt werden, siehe Tabelle unten.

Die Tabelle zeigt Anforderungen an die Ausführung auf Grundlage der Muster-Holzbaurichtlinie M-HolzBauRL-2024, siehe Legende im Anhang. Die Außenwand ist als „raumabschließendes Bauteil“ ausgelegt.



Brandschutz nach M-HolzBau-RL 2024		Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend		Gebäudeklasse 5 feuerbeständig	
		$400 \text{ m}^2 \geq NE > 200 \text{ m}^2$	$NE \leq 200 \text{ m}^2$	$NE > 200 \text{ m}^2$	$NE \leq 200 \text{ m}^2$
①	Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) auf Basis eines Verwendbarkeitsnachweises Holzbau	Mindestdicke der Putzschicht gemäß Zulassung WDVS; mindestens schwerentflammbarer Dämmstoff, z. B. Mineralwolle			
②	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung↑	18 mm Gipsplatte Typ GKF oder Gipsfaserplatte			
③	Holzmassivelemente <sup>a</sup> , hohlraumfrei (raumabschließende Bauteile) <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Brandschutzbekleidung (<math>NE &gt; 200 \text{ m}^2</math>)</li> <li>• reduziert, beidseitig 18 mm GKF/GF</li> <li>• unbekleidet</li> </ul>	$d \geq 80 \text{ mm}$	$d \geq 90 \text{ mm}$ $d \geq 120 \text{ mm}$	$d \geq 80 \text{ mm}$	$d \geq 130 \text{ mm}$ $d \geq 180 \text{ mm}$
④	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung↑	2 x 15 mm GKF/GF	18 mm GKF/GF oder unbekleidet bis 25 % BGF <sup>b</sup>	2 x 18 mm GKF/GF	18 mm GKF/GF oder unbekleidet bis 25 % BGF <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Tragende und aussteifende Holzmassivelemente in einer Ausführung nach statischer Berechnung.

<sup>b</sup> Zulässig, wenn die Decken bekleidet sind.

## A2. Dach

Das Dach ist die Domäne des Holzbaus. Jeder verbindet die Dachkonstruktion mit dem Beruf des Zimmermanns. Allerdings hat sich in den vergangenen Jahren das verwendbare Material erheblich verändert, siehe Tab. A2.2.

➔ Im Holzbau sind heutige Anforderungen mit den lagergängigen Sortimenten zu erfüllen.



Bild: Sonae Arauco / Agepan® System

Abb. A2.1 Dachgeschosse sind heute vollwertige Wohnräume. Dies lässt sich nur mit vergütetem Konstruktionsholz ↑ sicherstellen.

früher üblich (heute bei Wohngebäuden nicht zulässig)	heute wird eingesetzt
 <p>Bild: Ing.-Büro Meyer</p>	 <p>Bild: binderholz</p>
nasses oder halbtrockenes Holz	technisch getrocknetes Konstruktionsholz ↑
untermaßiges Holz	vollmäßig und egalisiert
imprägniertes Holz	natürliches Holz in der Gebrauchsklasse ↑ GK 0
ausgeprägte Baumkanten	nur geringe Baumkanten zulässig und nur da, wo konstruktiv unproblematisch
Mittelpfetten aus Vollholz ↑ bei ausgebauten Dachgeschossen	BS-Holz oder Balkenschichtholz sind als Mittelpfetten dringend zu empfehlen, Setzungen werden so vermieden
überlüftete Dämmebenen	Vollsparrendämmung mit diffusionsoffenen Unterdeckungen aus Bahnen oder besser noch aus Holzfaser-Dämmplatten

Tab. A2.2 Im Holzbau hat sich in den letzten Jahren viel verändert. Das „früher üblich“ genügt für heutige Anforderungen nicht mehr.

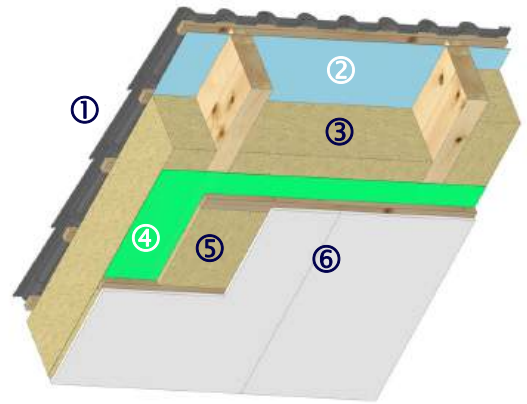
# 1. Dach mit Mindestausstattung

## ... wenn es sehr preisgünstig sein muss

Bei dieser Konstruktion werden leichte Baustoffe eingesetzt. Die Anforderungen an den Schallschutz, den sommerlichen Hitzeschutz oder an die Robustheit der Baustoffe bleiben begrenzt.

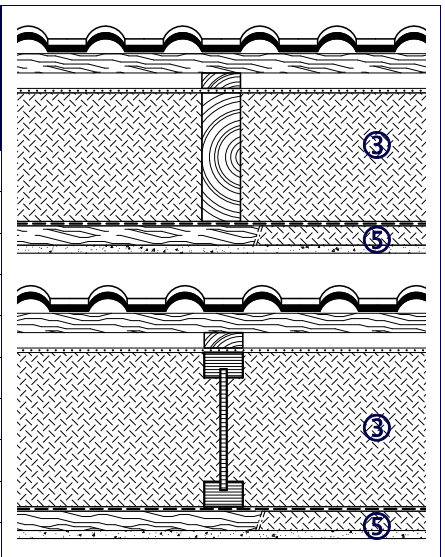
### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.15
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 77, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9] Tab. 12, Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)		F 30 feuerhemmend	R <sub>w</sub> = 52 / 57 dB
①	Eindeckung als Hartdach aus Dachziegeln und Dachsteinen auf Traglattung S10, NKL 2, GK 0, Querschnitt 30 x 50 mm (trocken); Luftschiicht ↑ mit Hinterlüftung nach ZVDH-Fachregeln bzw. DIN 68800	DD	DD
②	Unterdeckung ↑ als diffusionsoffene Bahn Befestigung mit Konterlattung (S10, GK 0), Querschnitt 24 x 60 mm (trocken)		
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm; mit „Dämmstoff GK 0“ ↑, Anwendungstyp DZ		DZ d ≥ 200 mm
④	Dampfbremse ↑ aus Bahnen, s <sub>d</sub> -Wert 2,0 m bis 5,0 m; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen		
⑤	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI	e ≤ 50 cm	
⑥	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 2 x 12,5 mm	GF, d ≥ 10 mm / d ≥ 2 x 10 mm

U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	gedämmte Querlattung ⑤		Sparren	Dicke [mm] der Dämmung ③ im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ		0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	keine	—	KVH®	220	200	180
		24 mm	0,035 W/mK		200	180	160
0,17	5,88	24 mm	0,035 W/mK	KVH®	240	220	200
		40 mm			220	200	180
0,14	7,14	40 mm	0,035 W/mK	KVH®	280	260	240
		60 mm			260	240	220
0,14	7,14	24 mm	0,035 W/mK	Steg-träger	300	240	220
		40 mm			240	220	200
0,11	9,09	24 mm	0,035 W/mK	Steg-träger	360	300	300
		40 mm			360	300	300



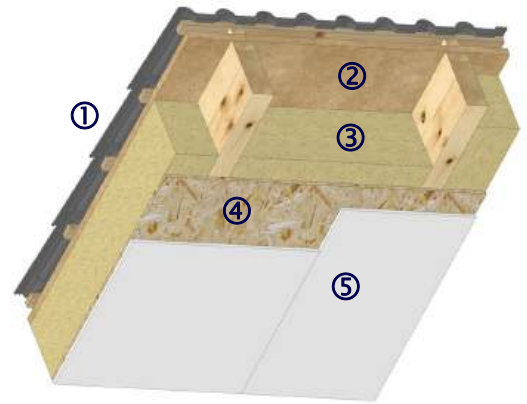
Tab. A2.3 Dämmwerte nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40.  
 Die Querlattung (Unterkonstruktion der Innenbekleidung) ist als Zusatzdämmebene sehr effektiv.

## 2. Dach mit guter Ausstattung

### ... das Dach gebaut wie eine Wand

Warum sollte ein Dach geringer ausgestattet werden als eine normale Holzrahmenwand? Sind die Anforderungen tatsächlich geringer? Baufamilien und Investoren werden noch zu wenig über die Vorzüge einer Dachkonstruktion mit „guter Ausstattung“ aufgeklärt.

Kennzeichen einer guten Ausstattung ist die Verwendung von Holzwerkstoffen als oberen und unteren Abschluss der Hauptdämmebene zwischen den Sparren. Insbesondere die Holzfaser-Dämmplatte auf der Oberseite leistet viel und lohnt sich allemal.



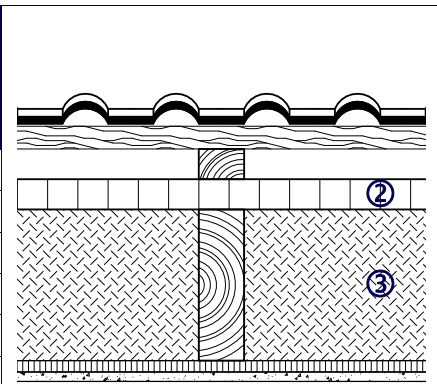
### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

■ Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.15

■ Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 77, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)		F 30 feuerhemmend		
①	Eindeckung als Harddach aus Dachziegeln und Dachsteinen auf Traglattung S10, NKL 2, GK 0, Querschnitt 30 x 50 mm (trocken) Luftschicht ↑ mit Hinterlüftung nach ZVDH-Fachregeln bzw. DIN 68800	DD		
②	Unterdeckung ↑ als diffusionsoffene Holzfaser-Dämmplatte, Dicke, Sparrenabstand und Mindestdachneigung ↑ nach Herstellerangaben, Befestigung mit Konterlattung (S10, GK 0), Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben zur Aufnahme der Eindeckung			
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm; mit „Dämmstoff GK 0“ ↑, Anwendungstyp DZ	nicht erforderlich	MW30, MW1000 d ≥ 80 mm	
④	Vollschalung und Dampfbremse ↑ aus OSB-Platten, OSB/3, NKL 2, d ≥ 15mm; mit luftdichter Ablebung der Stöße	HW, d ≥ 15 mm	HW, d ≥ 12 mm	
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 12,5 mm e ≤ 625 mm	GKF/GF, d ≥ 15 mm e ≤ 625 mm	GKF/GF, d ≥ 15 mm e ≤ 400 mm

U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Unterdeckplatte aus Holzfaser mit		Sparren	Dicke [mm] der Dämmung im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ		0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	15 mm	0,090 W/mK	KVH®	200	180	180
		22 mm	0,050 W/mK		200	180	160
0,17	5,88	35 mm	0,050 W/mK	KVH®	220	200	180
		60 mm	0,045 W/mK		200	180	160
0,14	7,14	60 mm	0,045 W/mK	KVH®	240	220	200
		80 mm	0,045 W/mK		220	200	180
0,11	9,09	35 mm	0,050 W/mK	Steg-träger	360	300	300
		60 mm	0,045 W/mK		300	300	240



Tab. A2.4 Dämmwerte nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40. Die Art und Dicke der Holzfaser-Dämmplatte kann variiert werden.

- A. Neubau
- A2. Dach
- 3. Flache Dachneigung ab 7°

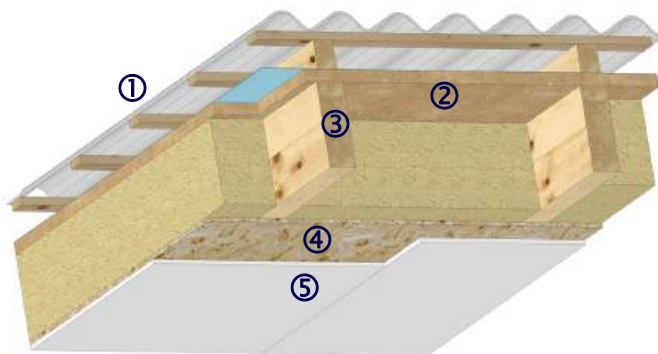
### 3. Flache Dachneigung ab 7°

Dächer ab einer Neigung von 7 Grad können sehr wirtschaftlich und sicher hergestellt werden. Immer dann, wenn die äußere Abdeckung diffusionsoffen bleiben kann, sind die Dächer sehr feuchterobust. Es stehen verschiedene Dachdeckungsarten zur Verfügung:

- Doppelstehfalzdeckung auf Holzschalung (vorzugsweise Rauspund)
- Selbsttragende großformatige Metalltafeln (Trapezblech)
- Faserzement-Wellplatten im Standardformat

#### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12] , Anhang A Bild A.15
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 77, Legende im Anhang
- Wärmeschutz siehe Tab. A2.4 auf Seite 23

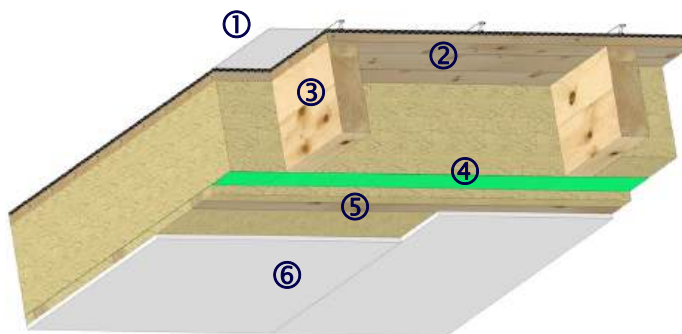


Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)		F 30 feuerhemmend		
①	Eindeckung mit Faserzement-Wellplatten mit Dichtschnur, auf Traglattung S10, NKL 2, GK 0, Querschnitt 40 x 60 mm (trocken); Regel- und Mindestdachneigung ↑ beachten  Konterlattung (S10, GK 0) als Luftschicht ↑ nach DIN 68800; bei Metall- oder Schieferdeckung auf Schalung gilt eine Höhe von ≥ 80 mm bei der Dachneigung ↑ bis 15°	DD		
②	Unterdeckung ↑ (Klasse 3 / 4) als diffusionsoffene Unterdeckbahn (Herstellerangaben über Mindestdachneigung ↑ und Ausführung beachten)  Holzfaser-Dämmplatte, Dicke und Sparrenabstand nach Herstellerangaben			
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm; mit „Dämmstoff GK 0“ ↑, Anwendungstyp DZ	nicht erforderlich		MW30, MW1000 d ≥ 80 mm
④	Vollschalung und Dampfbremse ↑ aus OSB-Platten, OSB/3, NKL 2, d ≥ 15 mm; mit luftdichter Abklebung der Stöße	HW, d ≥ 15 mm	HW, d ≥ 12 mm	
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 12,5 mm e ≤ 625 mm	GKF/GF, d ≥ 15 mm e ≤ 625 mm	GKF/GF, d ≥ 15 mm e ≤ 400 mm

## 4. Metalldeckung

In der modernen Architektur sind Metalldeckungen beliebt. Im Sinne eines robusten Feuchteschutzes ist das Bauteil auf Seite 24 zu empfehlen. Soll eine Unterlüftung der Dachdeckung entfallen, sind einige Anforderungen zu stellen:

- Die Bedachung verbleibt dauerhaft ohne Verschattung (Gewährleistung der Umkehrdiffusion)
- Dachneigung  $\uparrow$  bei Doppelstehfalzdeckung  $RDN \geq 7^\circ$
- Räume mit hoher Feuchte sind zu vermeiden



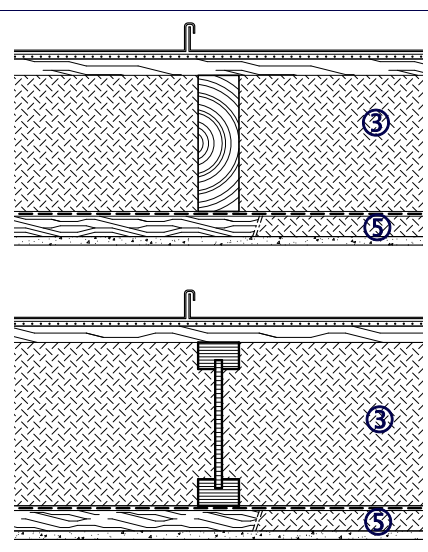
### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Anhang A Bild A.19
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 76, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		F 30 feuerhemmend	
①	Metalldeckung (z. B. Doppelstehfalz), nach Herstellerempfehlungen, die Regeldachneigung $\uparrow$ ist zu beachten Vordeckung $\uparrow$ als strukturierte Trennlage $\uparrow$	DD nicht selbsttragende Metalldeckungen, $d \geq 0,7$ mm	
②	Holzschalung NKL 2, $d \geq 24$ mm, $b \leq 0,16$ m, mind. parallel besäumt	BS, $d \geq 16$ mm	
③	Sparren aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60$ mm, Abstand $e \leq 80$ cm; mit „Dämmstoff GK 0“ $\uparrow$ , Anwendungstyp DZ	$b \geq 60$ mm Dämmstoff nicht erforderlich	$b \geq 40$ mm Dämmstoff nicht erforderlich
④	feuchtevariable Dampfbremse $\uparrow$ <sup>a</sup> , mit luftdichter Verklebung der Überlappungen und zu den seitlichen Anschlüssen		
⑤	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand $e \approx 40$ cm; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI	$e \leq 41,7$ cm	$e \leq 50$ cm
⑥	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 15$ mm

<sup>a</sup>  $s_d \geq 3$  m bei  $\leq 45$  % relative Luftfeuchte und  $1,5$  m  $\leq s_d \leq 2,5$  m bei  $71,5$  % relative Luftfeuchte.

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	gedämmte Querlattung ⑤		Sparren	Dicke [mm] der Dämmung ③ im Sparrenfach bei einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$		0,040	0,035	0,032
0,20	5,00	keine	—	KVH <sup>®</sup>	220	200	200
		24 mm	0,035 W/mK		200	180	160
0,17	5,88	24 mm	0,035 W/mK	KVH <sup>®</sup>	240	220	200
		40 mm			220	200	180
0,14	7,14	40 mm	0,035 W/mK	KVH <sup>®</sup>	280	260	240
		60 mm			260	240	220
0,14	7,14	24 mm	0,035 W/mK	Steg-träger	300	240	220
		60 mm	0,032 W/mK		240	220	200
0,11	9,09	40 mm	0,035 W/mK	Steg-träger	360	300	300



Tab. A2.5 Dämmwerte nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55/ 40. Die Querlattung (UK der Innenbekleidung) ist als Zusatzdämmebene sehr effektiv.

## A3. Decke

Bei den Wänden war bereits von der Vielseitigkeit des Holzbaus die Rede. Die Deckenkonstruktion ist ein weiteres gutes Beispiel dafür. Es stehen verschiedene Konstruktionsarten zur Verfügung. Auch die Anforderungsniveaus unterscheiden sich. Wohnungstrenndecken sind möglich. Bezogen auf den Schall- und Brandschutz müssen sie den Betondecken nicht nachstehen. Holzkonstruktionen werden außerdem gewählt, wenn es auf eine schnelle trockene Bauweise ankommt, wenn haustechnische Installationen „versteckt“ werden sollen.

Je nach Gebäudekategorie können sich Anforderungen unterschiedlichen Niveaus bei Geschossdecken ergeben. Bei den nachfolgenden Konstruktionsbeispielen wird unterschieden zwischen Konstruktionen:

- ohne besondere Anforderungen, z. B. Einfamilienhaus und
- mit besonderen Anforderungen, z. B. Geschosswohnungsbau.

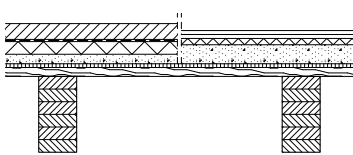
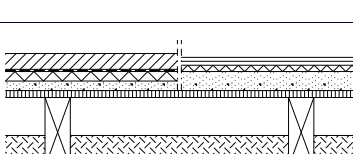
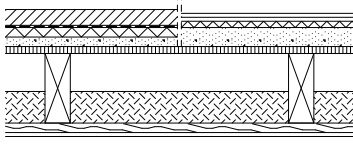
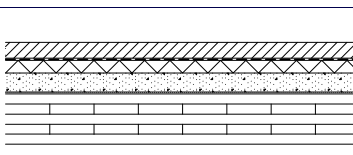
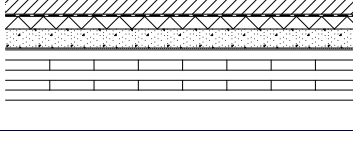
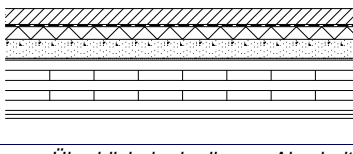
Insbesondere im Hinblick auf den Schallschutz sind Holzbalkendecken und Holzmassivdecken zwei verschiedene Bauarten. Schallschutztechnische Optimierungsmaßnahmen sind daher unterschiedlich wirksam. Das schalltechnisch überaus positive Wirkprinzip der Balkenlage ist der

große Schalenabstand. Bei den Holzmassivelementen ist das schwere Granulat (Deckenbeschwerung) ein wichtiges Element im Schallschutz.

Bei den nachfolgend beschriebenen Deckenkonstruktionen wird neben der Kenngröße des Norm-Trittschallpegels  $L_{n,w}$  auch der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$  aufgeführt. Dieser ist für die „gehörrichtige“ Bewertung des Trittschallschutzes einer Holzdecke zu berücksichtigen. Weitere Ausführungen siehe C7. Schallschutz, Abschn. 3. „Trittschalldämmung, Decken“ ab Seite 156.

Bei den schalltechnisch optimierten Deckenkonstruktionen ist es notwendig, dass der Zimmerer Anforderung und Ausführung des Estrichs definiert. Hinweise siehe E5. „Estrichaufbau“ ab Seite 214.

In Sachen Brandschutz liegt der generelle Unterschied darin, ob die tragende Holzstruktur durch sichtbar und im Brandfall damit unmittelbar den Flammen ausgesetzt ist oder ob unterseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung vorhanden ist. Sichtbare Konstruktionen werden vom Tragwerksplaner entsprechend der Feuerwiderstandsdauer stärker dimensioniert („Bemessung für den Brandfall“ auf Seite 134).

Konstruktionsart der Decke		Gebäudekategorie		
	Grundkonstruktion	Estrichart	EFH <sup>a</sup>	MFH, GK 2-3 <sup>b</sup>
Balkenlage sichtbar		Zementestrich ZE	1. siehe Seite 27	—
		Trockenestrich TE		—
Balkenlage bekleidet		Zementestrich ZE	2. siehe Seite 28	3. siehe Seite 29
		Trockenestrich TE		4. siehe Seite 30
Holzmassiv sichtbar		Zementestrich ZE	—	5. siehe Seite 31
Holzmassiv bekleidet		Zementestrich ZE	—	6. siehe Seite 32

Tab. A3.1 Überblick der in diesem Abschnitt beschriebenen Deckenkonstruktionen in Hinblick auf die bauphysikalischen Anforderungen aus der Gebäudekategorie

<sup>a</sup> ohne Anforderungen an Brand- oder Schallschutz

<sup>b</sup> Wohnungstrenndecken feuerhemmend mit Schallschutzanforderung.

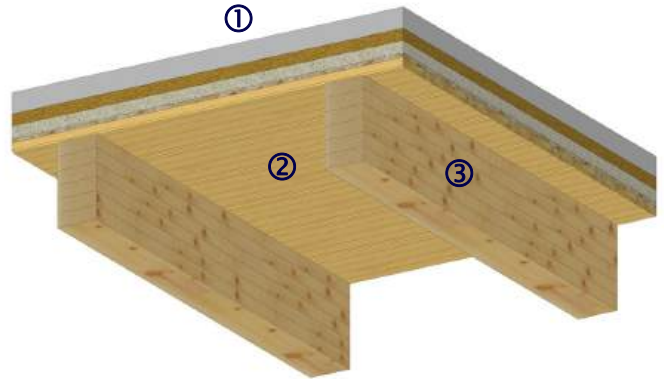
# 1. Balkenlage, sichtbar, EFH

## Offene Holzbalkendecke als sichtbare Konstruktion ohne besondere Anforderungen (z. B. Einfamilienhaus)

Diese Deckenkonstruktion kann dann eingesetzt werden, wenn es keine besonderen Anforderungen an den Schallschutz gibt. Eine offene Balkenlage wird als dekoratives Element in der Raumgestaltung innerhalb einer Nutzungseinheit eingesetzt. Es ist möglich, dass die Mindestanforderungen an den Schallschutz nicht erreicht werden.

### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 72, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 15 und [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		feuerhemmend	$L_{n,w} = 50$ dB $C_{1,50-2500} = 4$ dB
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich, $d \geq 20$ mm	Estrich, $d \geq 50$ mm
	Alternativ: Trockenestrich (bitte beachten: der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ ist höher)	HW, $d \geq 16$ mm Alternativ: - GF, $d \geq 9,5$ mm - Bretter <sup>a</sup> , $d \geq 16$ mm	
	jeweils auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, MW30, $d \geq 15$ mm	DES, $s' \leq 6$ MN/m <sup>3</sup> , $d \geq 40$ mm
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung, ggf. mit Rieselschutz als diffusionsoffene Bahn		TS, $d \geq 30$ mm, $m' \geq 45$ kg/m <sup>2</sup>
②	Tragende und aussteifende Beplankung <sup>b</sup> nach den statischen Berechnungen ausführen (Dicke z. B. 22 mm), NKL 1; bei Brandschutzanforderungen kann eine zusätzliche oder dickere Beplankung <sup>b</sup> erforderlich werden (vgl. Abb. C6.17 auf Seite 134)	HW, $d \geq 25$ mm	HW, $d \geq 22$ mm, $m' \geq 15$ kg/m <sup>2</sup>
	Alternativ: Dielung, sichtbar bleibend, Nut-Feder, Holzfeuchte <sup>b</sup> $u \leq 12\%$ , Dicke $d \geq 22,5$ mm, Brettbreite ca. 140 mm, Kanten gefast, Oberfläche fein gehobelt, vor der Montage allseitig grundiert, ggf. Endbehandlung der Sichtseite mit einer pigmentierten Lasur	$d \geq 28$ mm (Nettoquerschnitt)	$d = 28$ mm, zusätzlich 12 mm BFU-Platte
③	Balkenlage aus Brettschichtholz (Auslesequalität), NKL 1, GK 0, Breite $\geq 100$ mm, Abstand $e \leq 80$ cm; Oberfläche fein gehobelt, ggf. geschliffen, vor der Montage mit einer filmbildenden Grundierung ohne Pigmentierung behandelt	Bemessung nach Norm für den Brandfall (siehe Seite 134)	Balkenl.

<sup>a</sup> mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

<sup>b</sup> In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist  $b \geq 1,0$  Meter (vgl. Seite 177).

- A. Neubau
- A3. Decke
  - 2. Balkenlage, bekleidet, EFH

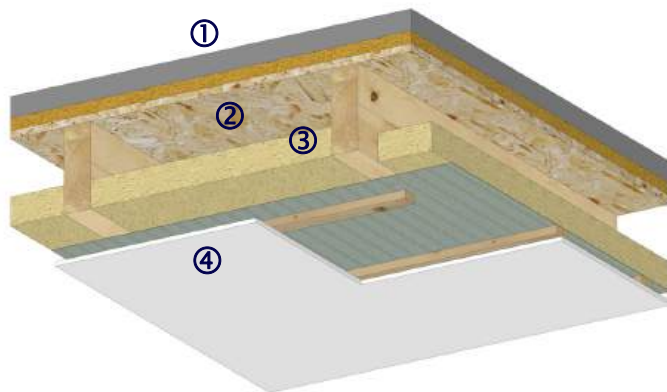
## 2. Balkenlage, bekleidet, EFH

### Geschlossene Holzbalkendecke ohne besondere Anforderungen (z. B. Einfamilienhaus)

Diese Deckenkonstruktion kann dann eingesetzt werden, wenn es keine besonderen Anforderungen an den Schallschutz gibt. Dies kann der Fall sein, wenn sich die Decke innerhalb einer Nutzungseinheit befindet.

#### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 17/18 und [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		feuerhemmend	$L_{n,w} = 54$ dB $C_{1,50-2500} = 7$ dB
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich, $d \geq 20$ mm	Estrich, $d \geq 50$ mm
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, MW30, $d \geq 15$ mm	DES, $s' \leq 6$ MN/m <sup>3</sup> , $d \geq 40$ mm
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 46$ dB ( $C_{1,50-2500} = 12$ dB) möglich, mit verbesserter Trittschalldämmung und Deckenbeschwerung als trockene Schüttung		DES, $s' \leq 8$ MN/m <sup>3</sup> , $d \geq 20$ mm; TS, $d \geq 30$ mm, $m' \geq 45$ kg/m <sup>2</sup>
②	Tragende und ggf. aussteifende <sup>a</sup> Beplankung $\uparrow$ nach den statischen Berechnungen ausführen, Dicke z. B. 22 mm, NKL 1,	HW, $d \geq 13$ mm Alternativ: - BS, $d \geq 21$ mm	HW, $d \geq 22$ mm, $m' \geq 15$ kg/m <sup>2</sup>
③	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60$ mm, Abstand $e \leq 80$ cm	$b \geq 40$ mm	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ	MW30, MW1000, $d \geq 60$ mm	DZ, $d \geq 100$ mm
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		
	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0, Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand $e \approx 40$ cm, direkte Befestigung z. B. mittels zugelassener Schrauben	$e \leq 50$ cm	Lattung 24 x 48 mm, $e \geq 415$ mm
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	GP, $d \geq 12,5$ mm Alternativ: - GF, $d \geq 10$ mm

<sup>a</sup> In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist  $b \geq 1,0$  Meter.

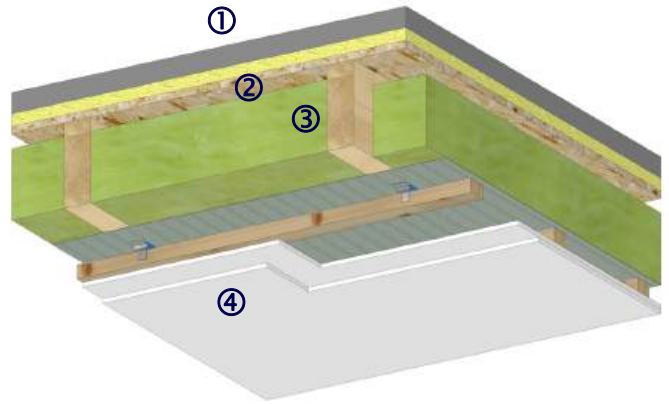
### 3. Balkenlage, bekl., ZE, MFH

#### Geschlossene Holzbalkendecke mit besonderen Anforderungen (z. B. Geschosswohnungsbau)

Bei Decken zwischen zwei Nutzungsbereichen sind bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Dabei ist insbesondere auf den Trittschallschutz zu achten. Allerdings gibt es verschiedene Regeln, die als Planungsbasis verwendet werden können. Somit sollten die zu erzielenden Grenzwerte im Einzelnen vereinbart werden. Dazu bitte den Abschn. C7. „Schallschutz“ ab Seite 145 beachten.

#### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67, Legende im Anhang
- Brandschutz hochfeuerhemmend: nach MHolzBauRL [5], Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		feuerhemmend	hochfeuerhemmend	$L_{n,w} = 39 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 11 \text{ dB}$
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)				
①	Zementestrich ZE (symbolisch dargestellt)	ZE, $d \geq 20 \text{ mm}$	ZE, $d \geq 30 \text{ mm}$	ZE, $d \geq 50 \text{ mm}$
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, MW30, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, MW30, $d \geq 20 \text{ mm}$	$d \geq 40 \text{ mm}$ $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$
②	Tragende und ggf. aussteifende <sup>a</sup> Bepankung $\uparrow$ nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 1,	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, $d \geq 22 \text{ mm}$ , $m' \geq 15 \text{ kg/m}^2$
③	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60 \text{ mm}$ , Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ, $d = 200 \text{ mm}$ oder $d = 100 \text{ mm}$ und am Balken seitlich hochgezogen	MW30, MW1000, $d \geq 60 \text{ mm}$	MW1000, hohlraumfüllend	DZ, $d = 200 \text{ mm}$
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		normalentflammbare Bahnen zulässig	
	Unterkonstruktion als optimierte Abhänger mit Traglattung aus Holz S10, Querschnitt $24 \times 60 \text{ mm}$ , GK 0, Abstand $e \geq 40 \text{ cm}$ , Abhängöhe $d \geq 57 \text{ mm}$	$e \leq 50 \text{ cm}$	Traglattung oder Federschiene	Lattung $24 \times 60 \text{ mm}$ , $e \geq 400 \text{ mm}$
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 37 \text{ dB}$ möglich, mit CD-Profil			
	Deckenbekleidung <sup>b</sup> z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GKF/GF, $> 200: 2 \times 15 \text{ mm}$ $\leq 200: 2 \times 12,5 \text{ mm}$	GKF, zweilagig, $d = 12,5 \text{ mm}$ , $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$

<sup>a</sup> In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist  $b \geq 1,0 \text{ Meter}$ .

<sup>b</sup> Einbauleuchten nicht bei Brand- oder Schallschutzanforderungen

- A. Neubau  
 A3. Decke  
 4. Balkenlage, bekl., TE, MFH

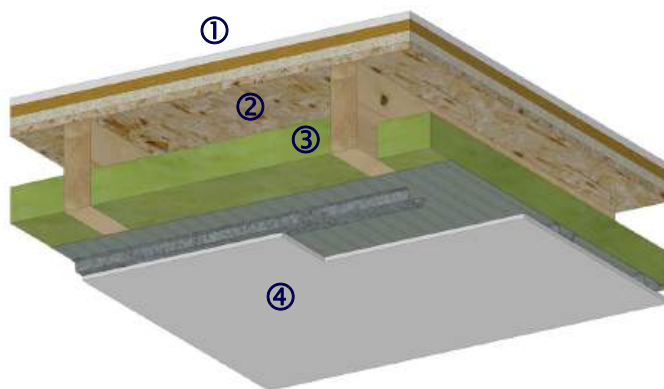
## 4. Balkenlage, bekl., TE, MFH

### Geschlossene Holzbalkendecke mit besonderen Anforderungen (z. B. Geschosswohnungsbau)

Bei Decken zwischen zwei Nutzungsbereichen sind bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Dabei ist insbesondere auf den Trittschallschutz ist zu achten. Allerdings gibt es verschiedenen Regeln, die als Planungsbasis verwendet werden können. Somit sollten die zu erzielenden Grenzwerte im Einzelnen vereinbart werden. Dazu bitte den Abschn. C7. „Schallschutz“ ab Seite 145 beachten.

### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67, Legende im Anhang
- Brandschutz hochfeuerhemmend: nach MHolzBauRL [5], bei Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		feuerhemmend	hochfeuerhemmend	$L_{n,w} = 41 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 8 \text{ dB}$
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)				
①	Trockenestrich (symbolisch dargestellt)	HW, $d \geq 16 \text{ mm}$ Alternativ: - GF, $d \geq 9,5 \text{ mm}$ - Bretter <sup>a</sup> , $d \geq 16 \text{ mm}$	GKF/GF, $d \geq 2 \times 12,5 \text{ mm}$	GF, $d \geq 22 \text{ mm}$ , $m' \geq 29 \text{ kg/m}^2$
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, MW30, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, MW30, $d \geq 20 \text{ mm}$ ,	DES, $d \geq 20 \text{ mm}$ $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung, ggf. mit Rieselschutz als diffusionsoffene Bahn		nichtbrennbare Schüttung	TS, $d \geq 30 \text{ mm}$ , $m' \geq 45 \text{ kg/m}^2$
②	Tragende und ggf. aussteifende Beplankung <sup>↑</sup> <sup>b</sup> nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 1,	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, $d \geq 22 \text{ mm}$ , $m' \geq 15 \text{ kg/m}^2$
③	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60 \text{ mm}$ , Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ, $d = 100 \text{ mm}$	MW30, MW1000 $d \geq 60 \text{ mm}$	MW1000, hohlraumfüllend	DZ, $d = 100 \text{ mm}$
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		normalentflammbare Bahnen zulässig	
	Unterkonstruktion als Federschiene, Abstand $e \geq 40 \text{ cm}$ , Abhängehöhe $d \geq 27 \text{ mm}$	$e \leq 50 \text{ cm}$	Federschiene	Federschiene $e \geq 417 \text{ mm}$
	Deckenbekleidung <sup>c</sup> z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GKF/GF, > 200: $2 \times 15 \text{ mm}$ $\leq 200$ : $2 \times 12,5 \text{ mm}$	GKF, einlagig, $d = 12,5 \text{ mm}$ , $m' \geq 8,5 \text{ kg/m}^2$

<sup>a</sup> mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

<sup>b</sup> In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist  $b \geq 1,0 \text{ Meter}$ .

<sup>c</sup> Einbauleuchten nicht bei Brand- oder Schallschutzanforderungen

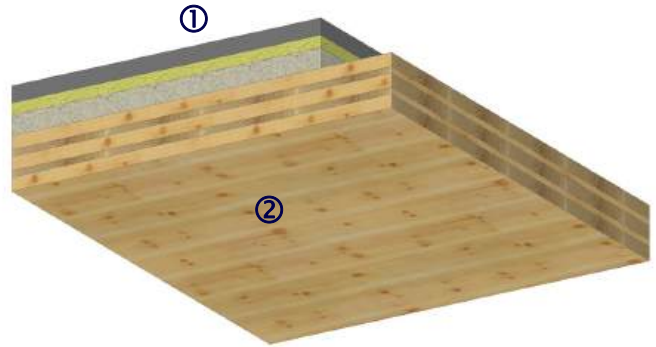
## 5. Holzmassiv, sichtb., ZE, MFH

### Holzmassivdecke als sichtbare Konstruktion mit besonderen Anforderungen (z. B. Geschosswohnungsbau)

Eine offene Holzmassivdecke wird als dekoratives Element in der Raumgestaltung innerhalb einer Nutzungseinheit (max. 200 m<sup>2</sup> BGF) eingesetzt. Es ist möglich, den Schallschutzstandard „Basis+“ nach [4] zu erreichen.

#### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse ↑ GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67 und Tab. 75, Legende im Anhang
- Brandschutz hochfeuerhemmend: nach MHolzBauRL [5], bei einer Brutto-Grundfläche bis 200 qm, Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		feuerhemmend	hochfeuerhemmend ≤ 200	$L_{n,w} = 40$ dB $C_{1,50-2500} = 8$ dB
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)				
①	Zementestrich ZE (symbolisch dargestellt)	ZE <sup>a</sup> , $d \geq 20$ mm	ZE, $d \geq 30$ mm	ZE, $d \geq 50$ mm
	Alternativ: Trockenestrich (bitte beachten: der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ ist höher)	HW, $d \geq 16$ mm Alternativ: - GF, $d \geq 9,5$ mm - Bretter <sup>b</sup> , $d \geq 16$ mm	Alternativ TE: GKF/GF, $d \geq 2 \times 12,5$ mm	
	jeweils auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, MW30, $d \geq 15$ mm	DES, MW30, $d \geq 20$ mm,	DES, $d \geq 40$ mm $s' \leq 7$ MN/m <sup>3</sup>
	Verbesserung des Schallschutzes mit Deckenbeschwerung als trockene Schüttung		nichtbrennbare Schüttung	TS, $d \geq 60$ mm, $m' \geq 90$ kg/m <sup>2</sup>
②	Brettchichtholz-Elemente (BS), gespundet, NKL 1, GK 0, Empfehlung: Breite ≤ 40 cm (Verteilung der Schwindverformung ↑) Dicke nach Statik (Berechnungsansatz: Festigkeitsklasse C24)	BS, $d \geq 80$ mm <sup>c</sup>	BS, $d \geq 120$ mm	BS, $d \geq 120$ mm
	Alternativ: Brettsperrholz-Elemente (BSP), NKL 1, GK 0, mit Verwendbarkeitsnachweis (abZ / ETA ↑)	BSP, $d \geq 80$ mm <sup>c</sup>	BSP, $d \geq 170$ mm	BSP, $d \geq 120$ mm
	Oberfläche fein gehobelt, ggf. geschliffen, ggf. vor der Montage mit einer filmbildenden Grundierung behandelt, Deckenunterseite sichtbar	Bemessung nach Norm für den Brandfall (siehe Seite 134)		

<sup>a</sup> Abschnitt 10.4.2.4 der Norm

<sup>b</sup> mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

<sup>c</sup> ohne Berücksichtigung der Tragfähigkeit

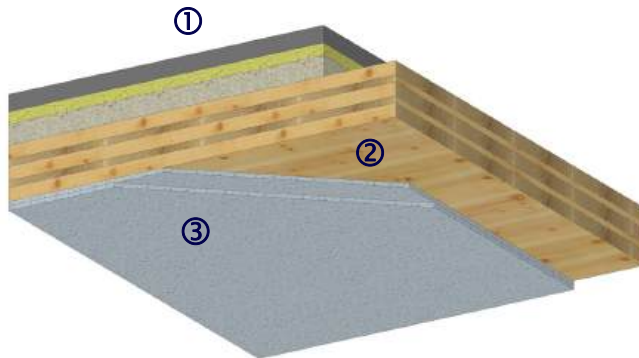
## 6. Holzmassiv, bekl., ZE, MFH

### Holzmassivdecke aus BS-Holz-Elementen mit besonderen Anforderungen (z. B. Geschosswohnungsbau)

Bei Decken zwischen zwei Nutzungsbereichen sind bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Dabei ist insbesondere auf den Trittschallschutz zu achten. Allerdings gibt es verschiedene Regeln, die als Planungsbasis verwendet werden können. Somit sollten die zu erzielenden Grenzwerte im Einzelnen vereinbart werden. Dazu bitte den Abschn. C7. „Schallschutz“ ab Seite 145 beachten.

### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67 und Tab. 75, Legende im Anhang
- Brandschutz hochfeuerhemmend: nach MHolzBauRL [5], Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ , weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		feuerhemmend	hochfeuerhemmend	$L_{n,w} = 40$ dB $C_{1,50-2500} = 7$ dB
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)				
①	Zementestrich ZE (symbolisch dargestellt)	ZE <sup>a</sup> , $d \geq 20$ mm	ZE, $d \geq 30$ mm	ZE, $d \geq 50$ mm, $m' \geq 120$ kg/m <sup>2</sup>
	Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES <sup>a</sup> , MW30 $d \geq 15$ mm	DES, MW30, $d \geq 20$ mm,	DES, $d \geq 40$ mm, $s' \leq 7$ MN/m <sup>3</sup>
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung oder Betonplatten		nichtbrennbare Schüttung	TS, $d \geq 60$ mm, $m' \geq 90$ kg/m <sup>2</sup>
②	Brettschichtholz-Elemente (BS), gespundet, NKL 1, GK 0, Empfehlung: Breite $\leq 40$ cm (Verteilung der Schwindverformung $\uparrow$ ) Dicke nach Statik (Berechnungsansatz: Festigkeitsklasse C24)	BS, $d \geq 60$ mm <sup>b</sup>	BS, $d \geq 100$ mm	BS, $d \geq 120$ mm
	Alternativ: Brettspertholz-Elemente (BSP), , NKL 1, GK 0, mit Verwendbarkeitsnachweis (abZ / ETA $\uparrow$ )	BSP, $d \geq 60$ mm <sup>b</sup>	BSP, $d \geq 110$ mm	BSP, $d \geq 120$ mm
③	Bekleidung $\uparrow$ aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	GKF/GF, > 200: 2 x 15 mm $\leq 200$ : 18 mm	GF zweilagig, direkt befestigt <sup>c</sup> , $d = 2 \times 15$ mm, $m' \geq 17$ kg/m <sup>2</sup>

<sup>a</sup> DIN 4102-4, Abschnitt 10.4.2.4

<sup>b</sup> ohne Berücksichtigung der Tragfähigkeit

<sup>c</sup> Eine zusätzliche dünne Sparlattung kann den Schalldämmwert reduzieren. Erst größere Abhängigkeiten wie auf Seite Seite 33 dargestellt, gelten als verbesserndes Wirkprinzip im Schallschutz.

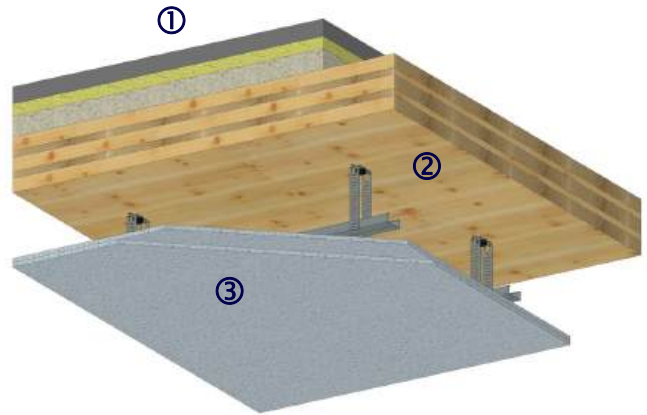
## 7. Holzmassiv, Installationsraum

### Holzmassivdecke aus BS-Holz-Elementen mit besonderen Anforderungen (z. B. Geschosswohnungsbau)

Bei Decken zwischen zwei Nutzungsbereichen sind bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Dabei ist insbesondere auf den Trittschallschutz zu achten. Allerdings gibt es verschiedene Regeln, die als Planungsbasis verwendet werden können. Somit sollten die zu erzielenden Grenzwerte im Einzelnen vereinbart werden. Dazu bitte den Abschn. C7. „Schallschutz“ ab Seite 145 beachten.

#### Quellenangaben für die nachfolgende Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz: feuerhemmend: nach DIN 4102-4 Tab. 67 und Tab. 75, Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], angegeben wird der Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w}$  und der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$ ; weitere Erläuterungen siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		feuerhemmend	$L_{n,w} = 23 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 26 \text{ dB}$
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	ZE <sup>a</sup> , $d \geq 20 \text{ mm}$	Estrich, $d \geq 50 \text{ mm}$ , $m' \geq 120 \text{ kg/m}^2$
	Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES <sup>a</sup> , MW30, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, $s' \leq 8 \text{ MN/m}^2$ , $d \geq 30 \text{ mm}$ ,
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung oder Betonplatten		TS, $d \geq 60 \text{ mm}$ , $m' \geq 90 \text{ kg/m}^2$
②	Brettschichtholz-Elemente (BS), gespundet, NKL 1, GK 0, Empfehlung: Breite $\leq 40 \text{ cm}$ (Verteilung der Schwindverformung $\uparrow$ ) Dicke nach Statik (Berechnungsansatz: Festigkeitsklasse C24)	BS, $d \geq 80 \text{ mm}^b$	BS, $d \geq 120 \text{ mm}$
	Alternativ: Brettspertholz-Elemente (BSP), , NKL 1, GK 0, mit Verwendbarkeitsnachweis (abZ / ETA $\uparrow$ )	BSP, $d \geq 80 \text{ mm}^b$	BSP, $d \geq 120 \text{ mm}$
③	Unterkonstruktion aus Direktschwingabhängern und CD-Profilen, Achsabstand $e \geq 400 \text{ mm}$		Direktschwingabhänger, CD-Profile, Abhängehöhe $d \geq 180 \text{ mm}^c$
	Bekleidung $\uparrow$ aus Gipswerkstoffplatten		2 x GKF, $d = 12,5 \text{ mm}$ , $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$

<sup>a</sup> DIN 4102-4, Abschnitt 10.4.2.4

<sup>b</sup> ohne Berücksichtigung der Tragfähigkeit

<sup>c</sup> Geringere Abhängehöhen können den Schalldämmwert reduzieren. Ein größerer „Schalenabstand“ ist ein verbesserndes Wirkprinzip beim Schallschutz im Holzbau.

→ Eine hochfeuerhemmende Ausführung ist in dieser Konstruktionsart nicht möglich. Soll ein Installationsraum bei der hochfeuerhemmenden Anforderung geschaffen werden, so ist zusätzlich zu einer abgehängten Unterdecke eine brandschutzwirksame Bekleidung  $\uparrow$  der Holzunterseite wie auf Seite 32 beschrieben auszuführen.

# A4. Dach mit Abdichtung

→ Zum Thema Dach mit Abdichtung ist Ende des Jahres 2024 das „ProfiWissen – Flachdach“ erschienen. Auf mehr als 80 Seiten werden die Hintergründe dargestellt und viele Konstruktionsbeispiele bis ins Detail vorgestellt. Dieser Abschnitt enthält einen Auszug im Wesentlichen bezogen auf die Holzkonstruktion. Dächer mit Abdichtungen gehören zu den feuchtesensiblen Bauteilen und bedürfen hoher planerischer Aufmerksamkeit.

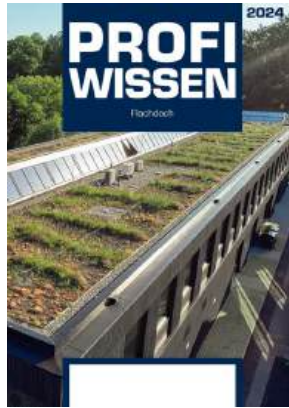


Bild: Stora Enso

Abb. A4.1 Bei Flachdächern gibt es sehr unterschiedliche Bedingungen. Die sinnvollste Konstruktion sollte im Einzelfall ermittelt werden.

Bei Dächern mit Abdichtungen handelt es sich zumeist um flach geneigte Dächer oder Flachdächer. Metalldeckungen oder Abdichtungsbahnen bilden den oberen Abschluss. Diese sind quasi diffusionsdicht. Die Konstruktionen auf Seite 36 bis Seite 42 sind in DIN 68800 Teil 2 als nachweisfrei aufgeführt und werden damit der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet.

In der Broschüre des Informationsdienstes Holz [3] „Flachdächer in Holzbauweise“ wird der Stand der Technik für diese bauphysikalisch anspruchsvolle Bauaufgabe umfassend dargestellt. Es werden fünf unterschiedliche Typen von Flachdächern definiert. Planende und Verarbeitende haben damit eine praxistaugliche Orientierungshilfe.

Typ I „80/20“ Holzmassiv-Element	Typ II „50/50“	Typ III „Sonderkonstruktion“	Typ IV „belüftet“	Typ V „Binderdach“
Der wesentliche Teil der Wärmedämmung liegt oberhalb der Tragebene  (Aufdachdämmung)	Wärmedämmung in der Tragebene  mit Überdämmung (Hybrid)   ohne Überdämmung (Sonderkonstruktion)		belüftet  separate Belüftungsebene   Belüftung im Dachraum	
Nutzung				
Deckschichten möglich (Terrassenbelag, Bekiesung oder extensive Begrünung)	Deckschichten sind bauphysikalisch zu planen, die Überdämmung zu dimensionieren	Als Sonderkonstruktion nur mit erheblichen Einschränkungen möglich	Deckschichten können das Feuchteverhalten negativ beeinflussen, Metalldeckung möglich	Deckschichten möglich (Terrassenbelag, Bekiesung, Begrünung oder PV-Anlage) Empfehlung: Metalldeckung ab 7°
Abschnitt in PW Holzbau				
1. Aufdachdämmung (Typ I) 2. Aufdachdämmung, Holzmassiv (Typ I)	3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II) 4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)		5. belüftetes Dach (Typ IV) 6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)	

Tab. A4.2 Übersicht der Flachdach-Typen nach Informationsdienst Holz.

### Schalungen oberhalb der Balkenlage

Modern muss nicht besser sein. Holzwerkstoffe, gerade OSB, gelten als moderne Werkstoffe. Die Schalung aus Brettern dagegen gilt eher als nostalgisch. Eine rationelle Verarbeitung wie bei OSB ist wichtig, darf aber nicht zu Lasten der Sicherheit der Konstruktion gehen.

Die einleitenden Sätze zeigen deutlich den erhobenen Zeigefinger. Was gibt Anlass zu kritischen Anmerkungen? Es besteht Gefahr in einem großen Einsatzfeld für Holzschalungen. Es geht um Dächer mit „kalten“ Dachabdichtungen ↑ aus Schweißbahnen oder auch Metalldeckungen. Dachabdichtungen, die direkt auf Holzschalungen befestigt werden. Kalt sind sie dann, wenn oberseitig keine weiteren Dämmschichten angeordnet sind (z. B. Typ III, ab Seite 40). Kalte Abdichtungen neigen zur Kondensatbildung, sie „schwitzen“ unterseitig (Abb. A4.3).

Dauerhaft ist diese Konstruktion nur dann, wenn die Feuchtigkeit zunächst in der Fläche gespeichert und beizeiten wieder austrocknen kann. Die Austrocknung erfolgt:

- über eine ausreichend dimensionierte Luftschicht ↑ unterhalb der Holzschalung
- oder durch Umkehrdiffusion (siehe Seite 105).

Im Feuchteverhalten ist eine Vollholzschalung einer Holzwerkstoffplatte an dieser Stelle überlegen. Warum? An der Unterseite der Abdichtung entsteht Kondensat (Abb. A4.3). Dieses Wasser wird von der Schalung aufgenommen. Bei Sonneneinstrahlung erwärmt sich die Dachabdichtung ↑ auf durchaus 40 °C und mehr. Diese Erwärmung ist erwünscht, denn dadurch entsteht ein Wasserdampfstrom in Richtung Raumseite. Der Wasserdampf wird dann z. B. über die Luftschicht ↑ abgeführt (Abb. A4.4).

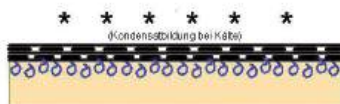


Abb. A4.3 Bei Kälte entsteht bei einem Dach mit Abdichtung regelmäßig im Bereich zwischen Abdichtung und Holzschalung Kondensat. Wie kann die Feuchtigkeit wieder austrocknen?

Holzwerkstoffplatten haben in diesem Zusammenhang eine unglückliche Eigenschaft. Die Feuchte diffundiert nur sehr träge. OSB-Platten haben

einen ca. sechsfach höheren Diffusionswiderstand gegenüber einer Vollholzschalung. Dies ist leicht zu erklären. Ausschlaggebend dafür sind die vielen Klebstoffschichten in der OSB-Platte (Abb. A4.4).

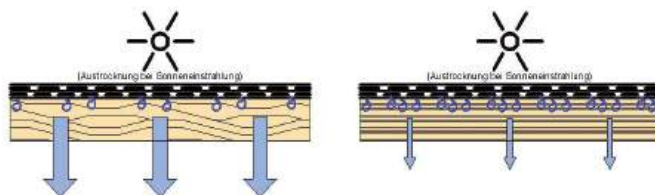


Abb. A4.4 Die Rücktrocknung bei Dächern mit Abdichtung nach Typ III ist entscheidend, soll die Konstruktion dauerhaft funktionieren. Die zur Verfügung stehenden Sonnenstunden werden bei einer diffusionsaktiven Vollholzschalung (links) besser genutzt als bei den Holzwerkstoffen mit den Klebstoffanteilen (rechts).

→ Die Erwärmung erfolgt allerdings nur, wenn kein stehendes Wasser auf der Abdichtung steht (keine Pfützenbildung). Dazu ist eine Dachneigung ↑ ab 3 % erforderlich. Dachbekiesungen und -begrünungen sowie Verschattungen verringern ebenfalls eine Erwärmung.

### Ausführung von Vollholzschalungen

Die Fachregeln machen genaue Angaben zur Ausführung von Vollholzschalung unter Abdichtungen:

- Rauspund (Nut und Feder nach DIN 4072) der Sortierklasse S10 nach DIN 4074; Dicke  $\geq 24$  mm; Brettbreite bis 160 mm (VOB/C DIN 18334 Abschn. 3.5 und ZVDH-Fachregeln).
- Holzfeuchte ↑ max. 20 % (DIN 68800 Teil 2).
- Ausführungen nach DIN 68800 Teil 2 sind zu bevorzugen, sodann ist auf einen chemischen Holzschutz zu verzichten.

### Belüftete Konstruktionen

Für die Dimensionierung der „belüfteten Luftschicht“ sind zu beachten:

1. aus Sicht des Holzschutzes die DIN 68800 Teil 2 [12], sowie
2. zum klimabedingten Feuchteschutz die DIN 4108 Teil 3 [8].

Die Anforderungen der Normen sind ähnlich, aber nicht deckungsgleich, siehe Tab. A4.5.

Dachneigung	freier Lüftungsquerschnitt			Sparrenlänge	Fachregel
	Höhe	Traufe / Pult	First / Grat		
$3^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$	$\geq 50$ mm <sup>a</sup>	$\geq 200$ cm <sup>2</sup> /m <sup>a</sup>	—	$\leq 10$ m	DIN 4108-3
	$\geq 50$ mm bis 10 m Länge; +20 mm je Meter weiterer Hohlraumlänge	$\geq 200$ cm <sup>2</sup> /m <sup>a</sup> bis 10 m Länge; +80 cm <sup>2</sup> je Meter weiterer Hohlraumlänge	—	$\leq 15$ m	DIN 68800-2 <sup>b</sup>
ab 5°	$\geq 20$ mm	$\geq 200$ cm <sup>2</sup> /m <sup>a</sup>	$\geq 50$ cm <sup>2</sup> /m <sup>c</sup>	—	DIN 4108-3 DIN 68800-2

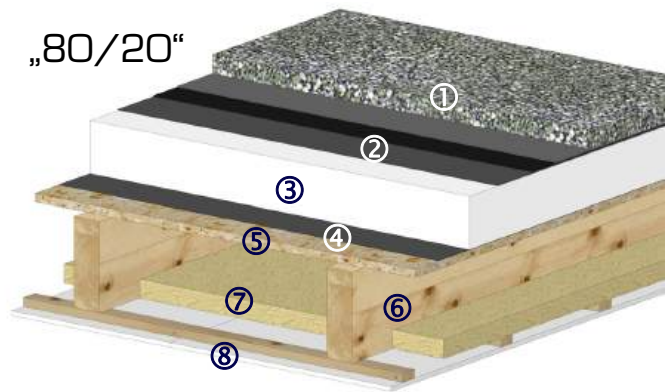
Tab. A4.5 Anforderungen an belüftete Luftschichten bei Dächern mit Abdichtung

<sup>a</sup> 2 ‰ der zugehörigen Dachfläche  
<sup>b</sup> Einhaltung der Gebrauchsklasse GK 0  
<sup>c</sup> 0,5 ‰ der zugehörigen Dachfläche

- A. Neubau
- A4. Dach mit Abdichtung
  - 1. Aufdachdämmung (Typ I)

# 1. Aufdachdämmung (Typ I)

Die Holzkonstruktion einschl. der Schalung befinden sich auf der Warmseite. Der Raum zwischen den Balken darf max. eine Dämmwirkung von 20 % der gesamten Dämmung annehmen. Eine weitere Bahn unterhalb der Balken wird nicht empfohlen. Vorteil: Haustechnische Installationen können zwischen den Balken verzogen werden. Verschattungen oder Begrünungen sind unproblematisch.



## Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A.17, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 14, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		F 30 feuerhemmend		$R_w = 42$ dB
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)				
①	Bekiesung (symbolisch dargestellt), stellvertretend für Arten der Dachnutzung wie Begrünung, Terrassendecks			ohne; mit 30 mm Kies $R_w = 45$ dB
②	Dachabdichtung $\uparrow$ , ein- oder mehrlagig	DA		
③	druckfeste Dachdämmung mit Gefälle ( $\geq 2\%$ )			
④	Dampfsperre verschweißt, auch als Behelfsabdichtung, $s_d$ -Wert $\geq 100$ m			
⑤	Tragende und ggf. aussteifende <sup>a</sup> Beplankung $\uparrow$ nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 2, z. B. aus OSB-Platten, mind. längsseitig Nut-Feder, Querstöße versetzt auf den Balken, $d \geq 22$ mm	HW, $d \geq 16$ mm	BS, $d \geq 21$ mm	HW, $d = 22$ mm
⑥	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60$ mm, Abstand $e \leq 80$ cm, Ausführung nach Statik	$b \geq 60$ mm	$b \geq 40$ mm	Balkenl., $h \geq 160$ mm
⑦	„Dämmstoff GK 0“ $\uparrow$ , Anwendungstyp DZ; $R \leq 20\%$ <sup>b</sup> Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich	nicht erforderlich		DZ, $d \geq 60$ mm
⑧	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand $e \approx 40$ cm	$e \leq 41,7$ cm	$e \leq 62,5$ cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	HW $d \geq 15$ mm GP $d \geq 9,5$ mm	GP, $d \geq 12,5$ mm

<sup>a</sup> In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist  $b \geq 1,0$  Meter.

<sup>b</sup> Bezogen auf den Wärmedurchlasswiderstand R der gesamten Konstruktion.

<sup>c</sup> Es können auch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) eingesetzt werden.

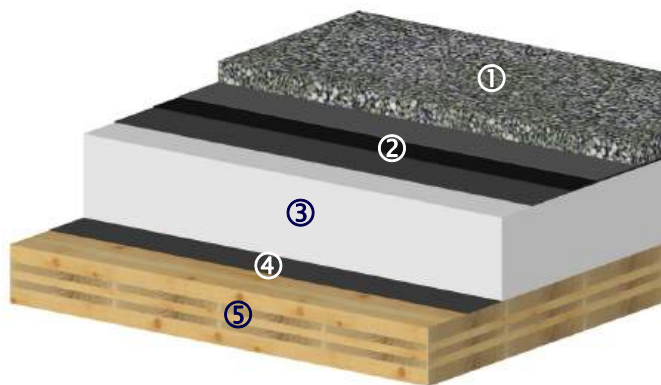
U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	$R_T$ [m <sup>2</sup> K/W]	Dämmung ⑦ zwischen den Balken „ $\leq 20\%$ “		Aufdachdämmung ③ [mm] oberhalb der Schalung bei einer Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$ [W/mK]		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$	0,035	0,028	0,022
0,20	5,00	ohne	—	170	130	110
		30 mm	0,035 W/mK	120	100	80
0,17	5,88	ohne	—	190	160	120
		40 mm	0,035 W/mK	150	120	90
0,14	7,14	ohne	—	240	190	150
		50 mm	0,035 W/mK	180	145	110
0,11	9,09	ohne	—	310	250	190
		60 mm	0,035 W/mK	240	190	150

Tab. A4.6 Aufdach- und Gefachdämmung zur Einhaltung der 80/20-Regel bei gegebenem U-Wert.

## 2. Aufdachdämmung, Holzmassiv (Typ I)

Die Methode Flachdächer aus Brettsper Holz mit aufliegender Dämmung herzustellen, gilt als das Optimum der Baukonstruktion. Hier werden viele durchschlagende Vorteile vereint:

- Holztragwerk auf der Warmseite / Raumseite, dadurch beliebige Dachnutzung
- keine Wärmebrücken bei auskragenden bzw. rückspringenden Geschossen bzw. bei Dachüberständen
- extrem schneller Bauablauf
- einfaches Herstellen der Luftdichtung
- große Spannweiten möglich



### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, abgeleitet von Bild A.18, Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 abgeleitet nach Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach IFO [4]

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz <sup>a</sup>	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 41$ dB
①	Bekiesung (symbolisch dargestellt), stellvertretend für Arten der Dachnutzung wie Begrünung, Terrassendecks		ohne; mit 50 mm Kies $R_w = 57$ dB
②	Dachabdichtung $\uparrow$ , ein- oder mehrlagig	DA	1,5 mm
③	druckfeste Dachdämmung mit Gefälle ( $\geq 2\%$ )		120 mm + 100 mm EPS DAA dh
④	Dampfsperre verschweißt, als Behelfsabdichtung ausgeführt		
⑤	Brettsper Holz-Elemente, seitlich oben gefälzt, NKL 1, GK 0, einschließlich der statischen Berechnung	Bemessung auf Abbrand <sup>b</sup> erforderlich	$d \geq 100$ mm, $m' \geq 45$ kg/m <sup>2</sup>
	Option: Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand $e \approx 40$ cm	$e \leq 41,7$ cm	
	Option: Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	

<sup>a</sup> Abgeleitet von Tabelle 76 der Norm, ggf. Prüfzeugnis des Herstellers anfordern, Ausführungshinweise beachten.

<sup>b</sup> Hinweise siehe „Beispiel Holzmassivdecke“ auf Seite 134

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	$R_T$ [m <sup>2</sup> K/W]	Aufdachdämmung ③ [mm] bei einer Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$ [W/mK]		
		0,035	0,028	0,022
0,20	5,00	130	100	80
0,17	5,88	160	130	100
0,14	7,14	200	160	130
0,11	9,09	270	220	170

Tab. A4.7 Dicke der Aufdachdämmung bei gegebenem U-Wert.  
Das tragende Holzmassivelement ist mit einer Dicke von 140 mm berechnet.

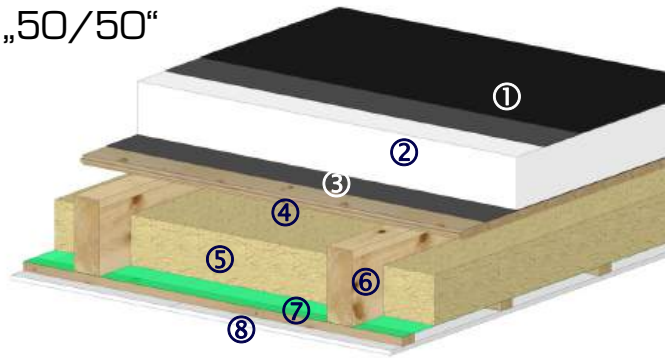
- A. Neubau
- A4. Dach mit Abdichtung
  - 3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II)

### 3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II)

Diese Konstruktion stellt einen Hybrid dar aus dem Typ I (Aufdachdämmung) und dem Typ III (ohne Zusatzdämmung). Eine feuchteadaptive Dampfbremse<sup>↑</sup> ist erforderlich. Es ergeben sich folgende Vorteile:

- Nutzung der Höhe des Balkenquerschnittes für die Dämmung, max. 50 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes
- Holztragwerk auf der Warmseite
- Deckschichten (Bekiesung, Begrünung, Terrassendecks) sowie Solaranlagen möglich

„50/50“



#### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Feuchteschutz nach DIN 4108-3, bis 10 m Gebäudehöhe nachweisfrei
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 14, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
Bauteilschicht und Material		F 30 feuerhemmend		R <sub>w</sub> = 42 dB
	Bekiesung, Begrünung, Terrassenbeläge o. ä. (nicht dargestellt)			ohne; mit 30 mm Kies R <sub>w</sub> = 45 dB
①	Dachabdichtung <sup>↑</sup> , ein- oder mehrlagig, s <sub>d</sub> -Wert ≥ 100 m	DA		
②	druckfeste Dachdämmung mit Gefälle (≥ 2%)			
③	Dampfsperre verschweißst, als Behelfsabdichtung ausgeführt, s <sub>d</sub> -Wert ≥ 100 m			
④	Rauspund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte <sup>↑</sup> u ≤ 18%, Dicke d ≥ 24 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm, NKL 2, GK 0 alternativ: Holzwerkstoffplatten (OSB/3, OSB/4, P5, P7), d ≥ 22 mm, ggf. zusätzl. Anforderung an das Format aus Scheibenbeanspruchung	HW, d ≥ 16 mm	BS, d ≥ 21 mm	HW, 22 mm
⑤	„Dämmstoff GK 0“ <sup>↑</sup> , Anwendungstyp DZ, mit einer Dämmleistung von höchstens 50 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes ggf. ruhende Luftschicht <sup>↑</sup> in Abhängigkeit von der Balkenhöhe, Herstellung einer geschlossenen Verblockung der Balkenzwischenräume an den Flachdachrändern	nicht erforderlich		DZ, d ≥ 60 mm
⑥	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 2, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm, Ausführung nach Statik	b ≥ 60 mm	b ≥ 40 mm	Balkenlage, h ≥ 160 mm
⑦	Dampfbremse <sup>↑</sup> aus Bahnen mit variablem s <sub>d</sub> -Wert <sup>a</sup> ; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen			
⑧	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	e ≤ 41,7 cm	e ≤ 62,5 cm	Lattung, direkt befestigt
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 12,5 mm	HW, d ≥ 15 mm GP <sup>b</sup> , d ≥ 9,5 mm	GP, d ≥ 12,5 mm

<sup>a</sup> Variabler s<sub>d</sub>-Wert gemäß DIN 4108 Teil 3. Bis zu einer Gebäudehöhe von 10 m ist kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich.

<sup>b</sup> Es können auch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) eingesetzt werden.

### Feuchteschutz / Tauwassernachweis nach DIN 4108-3

Mit der Ausgabe 2024 hat die DIN 4108 Teil 3 „Klimabedingter Feuchteschutz“ dieses Bauteil in die „nachweisfreien“ Konstruktionen aufgenommen. Im Unterschied zu Typ I (Seite 36) wird hier raumseitig eine feuchteadaptive Dampfbremse  $\uparrow$  eingesetzt. An diese Bahn werden besondere Anforderungen gestellt:

- $s_{d,feucht} \leq 1,0$  m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsfeuchte von  $90\% \pm 2\%$ ) und
- $s_{d,trocken} \geq 4,0$  m (gemessen bei einer mittleren Umgebungsfeuchte von  $25\% \pm 2\%$ )

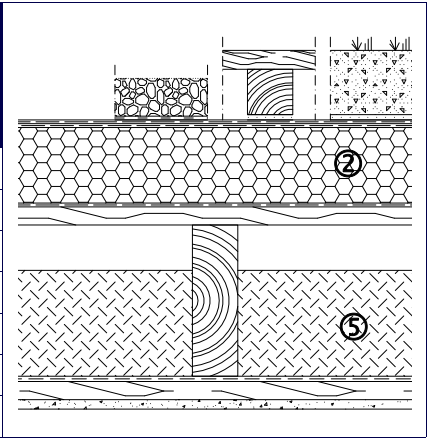
Die genannten Werte lassen die Verwendung vieler Produkte zu. Planer und Verwender sollten jedoch Bahnen mit einer hohen „Spreizung“ nachfragen. Diese erweisen sich als leistungsfähiger. Unter Spreizung versteht man die Unterschiedlichkeit der  $s_d$ -Werte. In Produktdatenblättern

werden häufig bessere Werte angegeben als in der Norm gefordert. Für eine rel. Luftfeuchte von 90 % ist ein  $s_d$ -Wert z. B. von 0,3 m und bei 25 % sind  $s_d$ -Werte ab 30 m möglich.

Durch den Einsatz der feuchtevariablen Dampfbremse  $\uparrow$  ist es möglich, den Anteil der Gefächdämmung an der Gesamtdämmwirkung von 20 % auf 50 % zu erhöhen, ohne eine unzuträgliche Auffeuchtung der Dachschalung zu riskieren. Die Nachweisfreiheit dieser Variante ist auf eine Gebäudehöhe von 10 m begrenzt.

Von der Leitungsverlegung in der Balkenebene ist abzuraten, da die Luftdichtheit  $\uparrow$  der dampfbremsenden Ebene für die Schadenfreiheit von zentraler Bedeutung ist. Beim Typ I („80/20“) mit seinem höheren Überdämmungsgrad liegt die luftdichte Ebene oberhalb der Schalung (Dampfsperre). Dort steht die Höhe der Balkenlage für Installationen gefahrlos zur Verfügung.

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Dicke der Dämmung ⑤ [mm] im Gefach „≤ 50 %“ bei einer Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$ [W/mK]			Aufdachdämmung ② [mm] oberhalb der Schalung bei einer Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda$ [W/mK]		
		0,040	0,035	0,032	0,040	0,035	0,023
		0,20	5,00	70	70	60	110
0,17	5,88	90	80	70	130	110	70
0,15	6,67	110	100	90	140	120	80
0,14	7,14	120	100	90	150	130	90
0,13	7,69	130	110	100	160	140	100
0,12	8,33	140	130	120	170	150	100
0,11	9,09	160	140	130	190	160	110



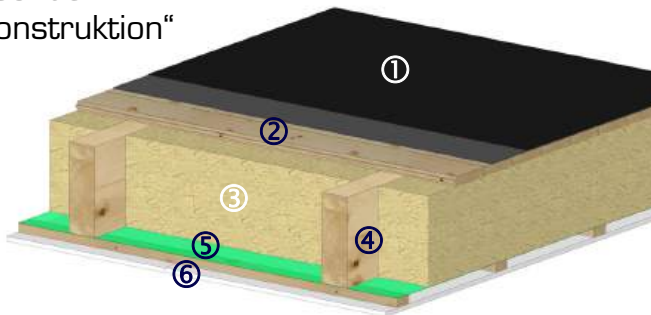
Tab. A4.8 Aufdach- und Gefächdämmung zur Einhaltung der 50/50-Regel bei gegebenem U-Wert.

- A. Neubau
- A4. Dach mit Abdichtung
  - 4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)

## 4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)

Unbelüftete und im Balkenquerschnitt voll gedämmte Dächer mit Abdichtungen gelten als Sonderkonstruktion, die eine geringe Fehlertoleranz aufweist. Diese ist nur dauerhaft, wenn die „Umkehrdiffusion“ zuverlässig für eine Austrocknung der Konstruktion sorgt (siehe Seite 105). In jedem Fall muss ein Feuchteschutznachweis<sup>↑</sup> mittels hygrothermischer Simulation nach DIN EN 15026 („WUFI-Nachweise“) geführt werden. Sollte dabei eine Verschattungsfreiheit gefordert werden, ist diese gemäß DIN 68800-2 baurechtlich dauerhaft sicherzustellen. Deckschichten (Kies, Gründach, Terrasse) sind i. d. R. nicht möglich. Auch teilweise Verschattung (z. B. durch eine Attika) ist problematisch.

„Sonderkonstruktion“



### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A.19, Gebrauchsklasse<sup>↑</sup> GK 0 nur unter Einhaltung bestimmter Bedingungen
- Feuchteschutz nach DIN 4108-3, Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich (hygrothermische Simulation)
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 14, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
		F 30 feuerhemmend		R <sub>w</sub> = 42 dB
Bauteilschicht und Material				
①	Dachabdichtung <sup>↑</sup> , ein- oder mehrlagig	DA		
②	Raupund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte <sup>↑</sup> u ≤ 18%, Dicke d ≥ 24 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm, NKL 2, GK 0 <sup>a</sup>	HW, d ≥ 16 mm	BS, d ≥ 21 mm	HW, 22 mm
③	„Dämmstoff GK 0“ <sup>↑</sup> , Anwendungstyp DZ	nicht erforderlich		DZ, d ≥ 60 mm
④	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 2, GK 0 <sup>a</sup> , Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm, Ausführung nach Statik	b ≥ 60 mm	b ≥ 40 mm	Balkenl., h ≥ 160 mm
⑤	Dampfbremse <sup>↑</sup> aus Bahnen mit variablem s <sub>d</sub> -Wert <sup>a</sup> ; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen			
⑥	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	e ≤ 41,7 cm	e ≤ 62,5 cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 12,5 mm	HW, d ≥ 15 mm GP <sup>b</sup> , d ≥ 9,5 mm	GP, d ≥ 12,5 mm

<sup>a</sup> Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich.

<sup>b</sup> Es können auch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) eingesetzt werden.

### Feuchteschutz / Tauwassernachweis nach DIN 4108-3

Bei kalten Abdichtungen kommt es zu Kondensatbildung unter der Abdichtungsbahn bzw. der Schalung. Die Menge ist unbekannt und hängt von den baulichen Gegebenheiten ab. Bei diesem Dachsystem erfolgt die Austrocknung zur Raumseite. Antrieb dafür ist die Aufheizung des Daches aus Sonneneinstrahlung und die Umkehr des Diffusionsstroms zur Raumseite, siehe C. Bauphysik, Abschn. 4. „Umkehrdiffusion“ ab Seite 105. Teil der Lösung ist die Anordnung einer feuchtevariablen Dampfbremse<sup>↑</sup> auf der Raumseite. Der Feuchteschutznachweis<sup>↑</sup> ist nach DIN EN 15026 mit den spezifischen Rahmendaten individuell für das jeweilige Dach zu führen.

### Holzschutz nach DIN 68800-2

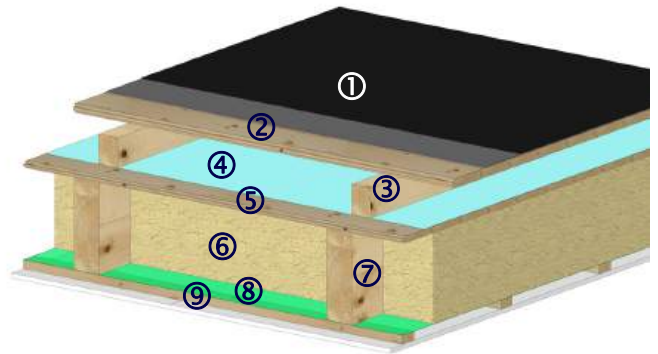
Im Anhang A von Teil 2 der Norm (Bild A.19) ist eine vergleichbare Konstruktion aufgeführt, wonach Holzbauteile nur unter Einhaltung besonderer Bedingungen in die GK 0 eingeordnet werden können. Die Dachelemente sind möglichst werksseitig vorzufertigen. Eine Baustellenfertigung ist nur zulässig, wenn

- die Dachfläche auf 20 m<sup>2</sup> begrenzt ist
- die Konstruktion sofort vor Niederschlägen (ggf. durch ein Behelddach) geschützt wird
- das Dach einschl. aller Anschlüsse unverzüglich abgedichtet, gedämmt und die feuchtevariable Dampfbremse<sup>↑</sup> eingebaut wird

## 5. belüftetes Dach (Typ IV)

Belüftete Dächer sind nur dann zu empfehlen, wenn die Luftschicht<sup>↑</sup> ausreichend dimensioniert ist und die Dachtiefe bestimmte Grenzen nicht überschreitet. Ebenfalls wichtig ist, dass das Dach durch den Wind frei angeströmt werden kann (Luv / Lee), sowie Be- und Entlüftung effektiv funktionieren.

Anmerkung: Dieser Dachtyp bietet unter Einhaltung der Belüftungsregeln gegenüber dem Typ mit Aufdachdämmung kaum Vorteile. Bestehen Zweifel an einer effektiv funktionierenden Belüftung, sollte nicht belüftete Konstruktionen (z. B. Seite 36) der Vorzug gegeben werden.



### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A.16, Gebrauchsklasse<sup>↑</sup> GK 0
- Feuchteschutz nach DIN 4108-3, Abschn. 5.3.4 „Dächer“
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 14, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse <sup>↑</sup> GK 0)		F 30 feuerhemmend		R <sub>w</sub> = 42 dB
	Bekiesung, Begrünung o. ä. (nicht dargestellt)			ohne; mit 30 mm Kies R <sub>w</sub> = 45 dB
①	Dachabdichtung <sup>↑</sup> , ein- oder mehrlagig	DA		
②	Rauspund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte <sup>↑</sup> u ≤ 18 %, Dicke d ≥ 24 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm alternativ für NKL 3 geeignete HW	HW, d ≥ 16 mm	BS, d ≥ 21 mm	HW, 22 mm
③	Luftschicht <sup>↑</sup> / Lattung, Mindestquerschnitt siehe unten			
④	diffusionsoffene Feuchteschutzbahn, um das unmittelbare Eindringen von Feuchte in die Konstruktion zu reduzieren (keine Behelfsdeckung!), mit verklebten Überlappungen und Nageldichtband. s <sub>d</sub> -Wert ≤ 0,3 m			
⑤	zusätzlich empfehlenswert: raue Schalung, Holzfeuchte <sup>↑</sup> u ≤ 18 %, Dicke d ≥ 18 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm			
⑥	„Dämmstoff GK 0“ <sup>↑</sup> , Anwendungsgebiet DZ	nicht erforderlich		DZ, d ≥ 60 mm
⑦	Balkenlage aus KVH <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm, Ausführung nach Statik	b ≥ 60 mm	b ≥ 40 mm	Balkenl., h ≥ 160 mm
⑧	Diffusionsbremse aus Bahnen, s <sub>d</sub> -Wert ≥ 2,0 m; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen, Empfehlung: Begrenzung des s <sub>d</sub> -Wertes auf 5,0 m oder Verwendung einer feuchteadaptiven Diffusionsbremse			
⑨	Querlattung S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	e ≤ 41,7 cm	e ≤ 62,5 cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, d ≥ 12,5 mm	HW, d ≥ 15 mm GP <sup>a</sup> , d ≥ 9,5 mm	GP, d ≥ 12,5 mm

<sup>a</sup> Es können auch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) eingesetzt werden.

### Ausführung von Lüftungsquerschnitten bei Flachdächern

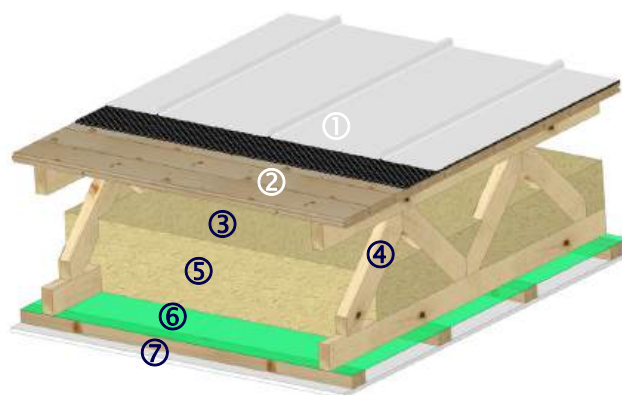
- Die Mindestdachneigung<sup>↑</sup> soll 3° betragen.
- Zwischen 3° und 5° ist die Länge des durchgehenden Hohlraums auf 15 m zu begrenzen. Bei nachweisfreien Dächern nach DIN 4108-3 mit Dachneigung<sup>↑</sup> unter 5° ist die Dachlänge (Entfernung von Zu- und Abluftöffnung) auf 10 m zu begrenzen.
- Die Höhe der Belüftungsebene beträgt bis 10 m Länge mindestens 50 mm. Bei Dachlängen über 10 m erhöht sich der freie Querschnitt um 20 mm je Meter.
- Der freie Querschnitt an mindestens zwei gegenüberliegenden Dachrändern soll jeweils mindestens 200 cm<sup>2</sup>/m betragen.

- A. Neubau
- A4. Dach mit Abdichtung
- 6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)

## 6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)

Binderdächer sind bei gewerblich genutzten Gebäuden weit verbreitet, können aber auch im Wohnungsbau bei besonders flach geneigten Dächern wirtschaftlich eingesetzt werden. Binderkonstruktionen haben den Vorteil der größeren freitragenden Spannweiten. Auf diese Weise ergibt sich in Wohnhäusern die Möglichkeit der freien Raumaufteilung mit nichttragenden Innenwänden.

Bei flach geneigten Dächern mit einem kostengünstigen Tragwerk aus freispannenden Bindern erfolgt die Belüftung in der Konstruktionsebene. Die Zu- und Abluftöffnungen sind konkret zu planen. Bei diesen Dächern bietet sich das sogenannte und sehr empfehlenswerte „7°-Dach“ an, siehe „Regeldachneigung für Dachdeckungen“ ab Seite 202.



### Holzschutz

In der Dämmebene belüftete Konstruktionen sind in der DIN 68800-2 [12] nicht mehr als nachweisfreie Konstruktion aufgeführt. Damit ist die Zugehörigkeit zur Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 fraglich und muss im Einzelfall geprüft werden.

### Feuchteschutz / Tauwassernachweis

In DIN 4108-3 [8] ist diese Konstruktion im Abschn. 5.3.4 als nachweisfrei aufgeführt. Zur Ausführung siehe auch „belüftetes Dach (Typ IV)“ auf Seite 41.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tab. 76, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tab. 14, Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz		Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)		F 30 feuerhemmend		$R_w = 42$ dB
	Bekiesung, Begrünung o. ä. (nicht dargestellt)			ohne; mit 30 mm Kies $R_w = 45$ dB
①	Dachabdichtung $\uparrow$ , ein- oder mehrlagig oder Metalldeckung auf strukturierter Trennlage $\uparrow$ (ab 7° empfohlen)	DA		
②	Rauspund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte $\uparrow$ $u \leq 18\%$ , Dicke $d \geq 24$ mm, Brettbreite $b \leq 160$ mm	HW, $d \geq 16$ mm	BS, $d \geq 21$ mm	HW, 22 mm
③	belüfteter Hohlraum <sup>a</sup> , Mindestquerschnitt siehe „Ausführung von Lüftungsquerschnitten bei Flachdächern“ auf Seite 41			
④	Tragkonstruktion als vorgefertigte Binderkonstruktion	$b \geq 60$ mm	$b \geq 40$ mm	
⑤	„Dämmstoff GK 0“ $\uparrow$ , Anwendungstyp DZ	nicht erforderlich		DZ, $d \geq 60$ mm
⑥	Dampfbremse $\uparrow$ aus Bahnen (armiert), $s_d$ -Wert 2,0 m bis 5,0 m; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen			
⑦	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand $e \approx 30$ cm; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	$e \leq 41,7$ cm	$e \leq 62,5$ cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	HW, $d \geq 15$ mm GP <sup>b</sup> , $d \geq 9,5$ mm	GP, $d \geq 12,5$ mm

<sup>a</sup> Empfehlung: allseitige Lüftungsöffnungen am Dachrand

<sup>b</sup> Es können auch Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF) eingesetzt werden.

# A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand

Die Gebäudeabschlusswand ist eine sogenannte Brandwandersatzwand. Die Ausführung als Gebäudeabschlusswand anstelle einer Brandwand ist gemäß Musterbauordnung (MBO), § 30, Absatz 3, in den Gebäudeklassen 1 bis 3 als Erleichterung zulässig. Die Brandschutzanforderungen an eine Gebäudeabschlusswand ist in der Regel F 90 von außen und F 30 von innen. Erforderlich sind Gebäudeabschlusswände in folgenden Fällen:

- zwischen Wohngebäuden und angebauten landwirtschaftlich genutzten Gebäuden
- zwischen dem Wohnteil und dem landwirtschaftlich genutzten Teil eines Gebäude
- bei einem Gebäude mit einem Abstand zur Grundstücksgrenze von 2,5 m oder weniger (Abb. A5.1 links)

Der Brandausstrahlungsbereich wird mit einer Tiefe von 5 Metern angesetzt, siehe Abb. A5.1. rechts.

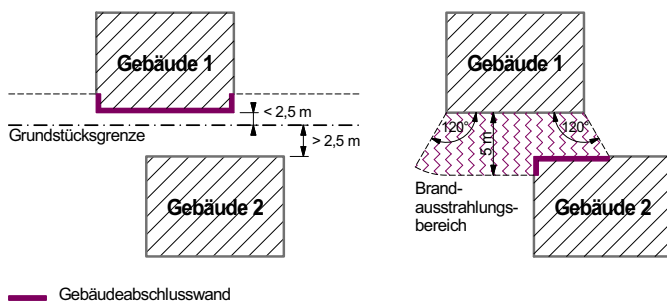


Abb. A5.1 Abstände von Gebäuden und Erfordernis von Gebäudeabschlusswänden

Auch bei Reihen- und Doppelhäusern ist eine Gebäudeabschlusswand notwendig, wenn eine Grundstücksgrenze zwischen den einzelnen Gebäuden besteht. Dabei hat jedes Gebäude eine eigene Wand. Kommt es in einem der Gebäude zu einem Brand, so muss das Gebäude selbst 30 Minuten der Brandlast standhalten. Hier sind alle flankierenden aussteifenden Bauteile ausdrücklich einbezogen. Außen- und Innenwände, sowie Decken sind ebenfalls als F 30-Konstruktionen auszuführen. Das Nachbargebäude wird für den Brandfall besonders geschützt, um eine Brandausbreitung zu verhindern. Das Bauordnungsrecht schreibt „feuerbeständig“ F 90 „von außen“ vor. Insgesamt wird somit eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 120 Minuten erreicht. Alternativ ist eine hochfeuerhemmende Ausführung (F 60) beider angrenzender Gebäude möglich, scheidet allerdings aus wirtschaftlichen Gründen in der GK 1-3 zumeist aus.

Gebäudeabschlusswände werden mit einer Fuge voneinander getrennt. Es dürfen keine Bauteile durchlaufen. Dies gilt ebenfalls für die Fassadenkonstruktionen oder dem Dach einschl. der Lattung. Die globale Trennung ist ebenfalls notwendig, um einen hinreichenden Schallschutz sicherzustellen.

➔ Gebäudeabschlusswände sind „raumabschließende“ Wände. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Brandlast lediglich von einer Seite einwirkt.

Gebäudeabschlusswände, die ein Gebäude zu einem direkt anschließendem Gebäude, z. B. bei Doppel- oder Reihenhäusern, abschließen, müssen neben Anforderungen an den Brandschutz auch besondere Anforderungen an den Schallschutz erfüllen.

Ein Vergleich von Gebäudeabschlusswänden unterschiedlicher Bauarten ist Tab. A5.2 dargestellt.

	Kalksandstein <sup>a</sup>	Holzrahmenbau	Brettsper Holz
Prinzipskizze			
Dicke	d = 35 cm	d = 40,1 cm	d = 39,2 cm
Schallschutz	$R'_w = 60\text{ dB}$ (Erdgeschoss) <sup>b</sup> $R'_w = 66\text{ dB}$ (Obergeschoss) <sup>b</sup>	$R_w = 69\text{ dB}$ $C_{50-5000} = -2\text{ dB}$ $R'_w \geq 62\text{ dB}$	$R_w = 75\text{ dB}$ $C_{50-5000} = -3\text{ dB}$ $R'_w \geq 68\text{ dB}$
Bauteil	–	siehe Seite 47	siehe Seite 48

Tab. A5.2 Gebäudeabschlusswände F 90 bzw. F 30 / F 90 verschiedener Bauarten im Schallschutzvergleich

<sup>a</sup> Rohdichteklasse 2,0

<sup>b</sup> Werte (ohne Angabe über den tieffrequenten Anteil) für Doppel- / Reihenhäuser ohne Kellergeschoss, Bodenplatte durchgehend

- A. Neubau  
 A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand  
 1. Gipswerkstoffe

# 1. Gipswerkstoffe

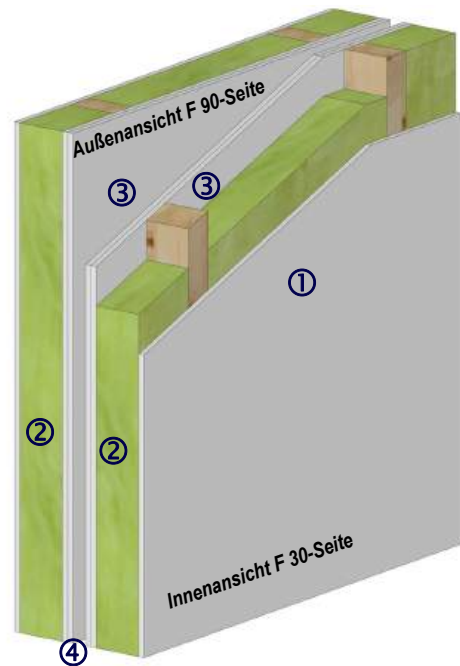
Gegenüber Gebäudeabschlusswänden gemäß Teil 4 der DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ sind in Prüfzeugnissen ggf. dünnere Beplankungen möglich.

Folien und Bahnen (z. B. Dampfbremse↑) innerhalb der Wände, auch aus brennbaren Baustoffen, mit einer Dicke  $\leq 0,5$  mm beeinflussen die angegebenen Feuerwiderstandsklassen nicht.

In den Basiswerten des Schallschutzes ist diese Wand leistungsfähig, nicht aber in den tieffrequenten Bereichen. Hier ist ein Abschlag von 12 dB zu berücksichtigen. Soll eine bessere Performance erreicht werden, bietet die Konstruktion 4. auf Seite 47 eine Alternative.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse↑ GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 62, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 5 und [4], siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen		raumabschließend (F 30-B) + (F 90-B)	$R_w = 70$ dB $C_{50-5000} = -12$ dB
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180 oder Gipsfaserplatten (GF), ausgeführt als luftdichte Ebene Die Gipsplatten müssen für den Zweck der Gebäudeaussteifung zugelassen sein.	GKF/GK, $d \geq 12,5$ mm,	GF, $d \geq 12,5$ mm
②	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 40 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b / d \geq 60 / 120$ mm, $e \geq 600$ mm
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162, nichtbrennbar	MW30, MW1000, $d \geq 80$ mm	WH, $d \geq 120$ mm
③	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180 oder Gipsfaserplatten (GF)	GKF/GK, zweilagig, $d \geq 2 \times 18$ mm	GF, zweilagig, $d \geq 2 \times 15$ mm
④	Luftschicht↑		$d \geq 40$ mm

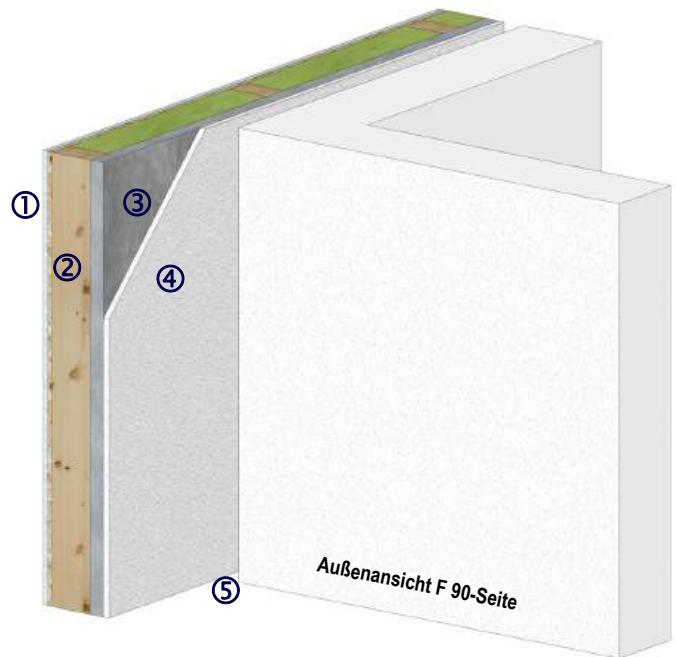
<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “↑, sprich: „sigma, c, null“

## 2. mit Witterungsschutz

Versetzen die angrenzenden Gebäude, so wird eine Gebäudeabschlusswand mit Witterungsschutz notwendig. Für den Brandschutz bietet DIN 4102-4 eine genormte Konstruktion mit dem Vorteil der freien Produktwahl. Als witterungsbeständige Außenbekleidung dient die verputzte Holzwolleleichtbauplatte HWL.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 62, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz: diese Konstruktion wurde in DIN 4109 Bbl. 1: 1989-11, Tabelle 37, Zeile 6 geführt, danach ist ein  $R'_{w,R} = 48$  dB möglich (die Norm wurde allerdings zurück gezogen)



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen		raumabschließend (F 30-B) + (F 90-B)	$R_w = 66$ dB <sup>a</sup> $C_{50-5000} = -17$ dB
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) oder Gipsfaserplatten (GF)	GKF/GF, $d \geq 9,5$ mm	Fermacell Gipsfaserplatte, $d \geq 12,5$ mm
	Tragende und aussteifende Beplankung ↑ (HW), z. B. aus OSB/3-Platten, Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. C8.27), ausgeführt als luftdichte Ebene	HW, $d \geq 16$ mm	
②	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 40 / 80$ mm $\sigma_{c,0}^b \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b / d \geq 60 / 120$ mm
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162, nichtbrennbar	MW30, MW1000, $d \geq 80$ mm	MW, $d \geq 120$ mm
③	Holzwolleplatten nach DIN EN 13168, schwerentflammbar, nicht glimmend	$d \geq 35$ mm	Fermacell Powerpanel HD, $d \geq 15$ mm
④	Putz nach DIN EN 998-1 mit DIN 18550-1	$d \geq 15$ mm	Putzsystem mit Armierung
⑤	Luftschicht ↑		$d = 35$ mm

<sup>a</sup> Prüfbericht Nr. 04-00802, MPA Braunschweig. Bei einem Schalenabstand (Luftschicht ↑) von 145 mm beträgt  $R_w = 70$  dB.

<sup>b</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}^a$  ↑, sprich: „sigma, c, null“

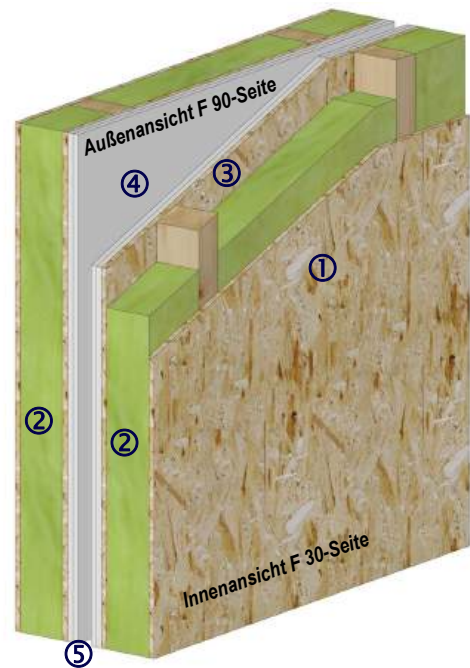
- A. Neubau
- A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand
- 3. Holzwerkstoffe

### 3. Holzwerkstoffe

#### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

Im Holzrahmenbau besteht der Wunsch auch die Gebäudeabschlusswand mit Holzwerkstoffen zu erstellen. Allerdings sind für diese Konstruktionsart keine Schallschutzwerte verfügbar. Auf der Raumseite kann eine Bekleidung<sup>↑</sup> aus Gipsplatten ergänzt werden. Einzelne Installationen sind unter Einhaltung der Vorgaben von DIN 4102-4 [7] möglich. Eine verdichtete Installation sollte in die flankierenden Wänden untergebracht werden oder es wird eine Installationsebene angeordnet.

■ Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 62, siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen		raumabschließend (F 30-B) + (F 90-B)
①	Tragende und aussteifende Beplankung <sup>↑</sup> (HW <sup>a</sup> ) z. B. aus OSB/3-Platten, ; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. C8.27), ausgeführt als luftdichte Ebene	HW, d ≥ 13 mm
②	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Abstand e = 62,5 cm	b / d ≥ 40 / 80 mm $\sigma_{c,0}$ <sup>b</sup> ≤ 2,5 N/mm <sup>2</sup>
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralwolle nach DIN EN 13162, nichtbrennbar	MW30, MW1000, d ≥ 80 mm
③	Tragende und aussteifende Beplankung <sup>↑</sup> (HW <sup>a</sup> ) z. B. aus OSB/3-Platten, Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. C8.27)	HW, d ≥ 13 mm
④	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) nach DIN 18180 oder Gipsfaserplatten (GF)	GKF/GF, zweilagig d ≥ 2 x 18 mm
⑤	Luftschicht <sup>↑</sup>	

<sup>a</sup> ersetzbar durch GKF, d ≥ 12,5 mm

<sup>b</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “<sup>↑</sup>, sprich: „sigma, c, null“

## 4. Gipswerkstoffe, Schallschutz

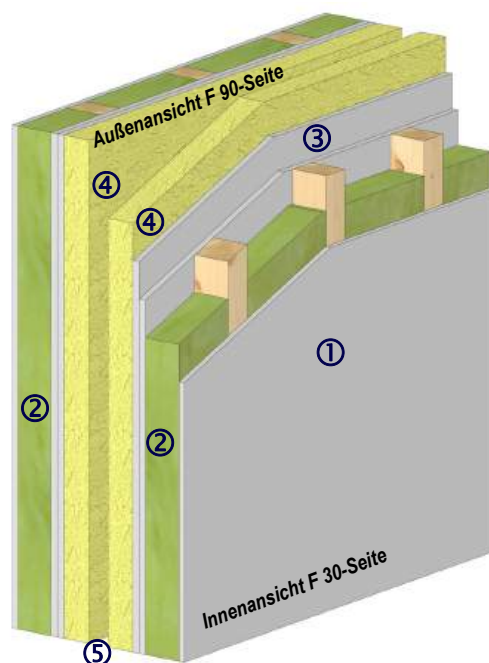
Gebäudeabschlusswand als optimierte Konstruktion (Schallschutz). Dabei wurden gleich zwei Wirkprinzipien der schalltechnischen Optimierung gegenüber der Konstruktion 1. von Seite 44 eingearbeitet:

1. Die Schalenfuge zwischen den Wänden wird auf mind. 175 mm vergrößert („weiche Luffeder“).
2. Der Ständerabstand wird mit  $e \leq 313$  mm auf die Hälfte reduziert, um die Schwingungen der Beplankung  $\uparrow$  in den tiefen Frequenzen zu behindern.
3. Eine weitere Verbesserung um ca. 3 dB würde eine zweite jeweils raumseitige Bekleidung  $\uparrow$  erzeugen (erschwerter Schallanregung). Bei der Verwendung von Gipsfaserplatten GF wäre die Dicke 15 mm.

Die drei Maßnahmen erzielen ein hervorragendes Ergebnis für den Schallschutz. Zu Erreichung der Schallschutzwerte dürfen sowohl die Schalenfuge wie auch die Ständerwerke dicker werden.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 62, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], siehe Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen		raumabschließend (F 30-B) + (F 90-B)	$R_w = 66$ dB $C_{50-5000} = -2$ dB
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180, ausgeführt als luftdichte Ebene	GKF, $d \geq 12,5$ mm Alternativ: HW, $d \geq 13$ mm	GF, $d \geq 12,5$ mm
②	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 40 / 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b / d \geq 60 / 60$ mm, $e = 313$ mm
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162, nichtbrennbar	MW30, MW1000, $d \geq 80$ mm	WH, $d \geq 60$ mm
③	Tragende und aussteifende Beplankung $\uparrow$ aus Gipskarton-Feuerschutzplatten, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen sind, Befestigung nach Statik	GKF, $d \geq 12,5$ mm Alternativ: HW, $d \geq 13$ mm	GF, zweilagig, $d \geq 2 \times 15$ mm Alternativ: GKF zweilagig $d \geq 2 \times 18$ mm
	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180	GKF, zweilagig $d \geq 2 \times 18$ mm	
④	Dämmung aus Mineralwolle	brandschutztechnisch nicht erforderlich	MW, $d \geq 60$ mm, an Tragstruktur fixiert
⑤	Luftschicht $\uparrow$		$d \geq 45$ mm

<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “  $\uparrow$ , sprich: „sigma, c, null“

- A. Neubau
- A5. Gebäudeabschlusswand / Brandwand
- 5. Brettsperrholz

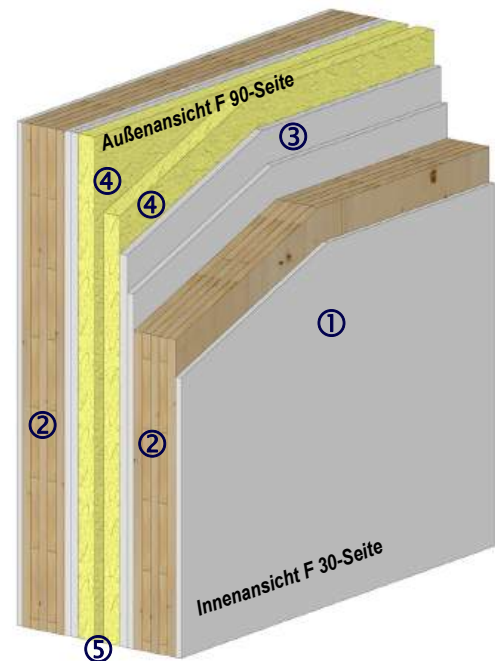
## 5. Brettsperrholz

Im Bereich der Gebäudeabschlusswand bieten die Holzmassivelemente (HME, z. B. aus Brettsperrholz) eine interessante Alternative zum Holzrahmenbau. Ein Brandschutznachweis eines Aufbaus nach dem Bild erfolgt über ein Prüfzeugnis des Gipsplattenherstellers soweit vorhanden. Eine Alternative bietet DIN 4102-4 [7] über einen Nachweis als F 90-B.

Schalltechnisch ist diese Variante einer Gebäudeabschlusswand sehr interessant. Werte im Bereich von schweren Kalksandsteinwänden sind möglich. Wichtig ist dabei die Schalenfuge, die mindestens 100 mm betragen soll. Ein größerer Abstand der Wände zueinander verbessert den Luftschall-Dämmmaß, ebenso die Belegung der Wände mit Faserdämmstoff jeweils von der Fugenseite mit einer Mattendicke von 40 mm (längenbezogener Strömungswiderstand 5 bis 50 kPa s/m<sup>2</sup>).

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutznachweis nach DIN 4102-4 [7] Tab. 66 über Mindestdicke der Holzmassivelemente, alternativ: Prüfzeugnis F 30 / F 90, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach [4], siehe Legende im Anhang. Der Prüfbericht sollte beim Hersteller angefordert werden.



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz raumabschließend		Schallschutz <sup>a</sup>
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen		F 90-B DIN 4102-4	(F 30-B) + (F 90-B) Prüfzeugnis abP (P-SAC02/III-939 <sup>b</sup> )	R <sub>w</sub> = 75 dB C <sub>50-5000</sub> = -3 dB
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180 oder Gipsfaserplatten (GF), ausgeführt als luftdichte Ebene	GKF/GF, zweilagig, d ≥ 2 x 12,5 mm	GF, d ≥ 10 mm	GKF, d = 12,5 mm
②	Brettsperrholz-Elemente, NKL 1	d ≥ 110 mm	d ≥ 80 mm	Holzmassivelement, d = 100 mm
③	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180 oder Gipsfaserplatten (GF)	GKF/GF, zweilagig, d ≥ 2 x 12,5 mm	GF, zweilagig, d ≥ 2 x 12,5 mm	GF, zweilagig, d ≥ 2 x 15 mm
④	Dämmung aus Mineralwolle	brandschutztechnisch nicht erforderlich	brandschutztechnisch nicht erforderlich	MW, d ≥ 2 x 40 mm, an Tragstruktur fixiert
⑤	Luftschicht ↑			d ≥ 20 mm

<sup>a</sup> In [4] ist eine weitere Konstruktion mit gleichen Schallschutzwerten aufgeführt, die aus zwei 84 mm dicken OSB-Elementen ② besteht und eine einlagige Dämmschicht ④ mit einer Dicke von 40 mm aufweist. Ohne diese Dämmschicht sinkt R<sub>w</sub> auf 68 dB, der Spektrumanpassungswert liegt hier bei C<sub>50-5000</sub> = -2 dB.

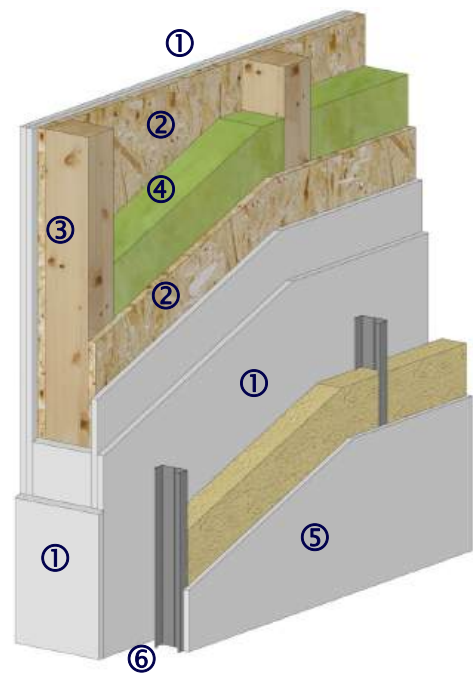
<sup>b</sup> gültig bis 2. März 2025, Antragsteller: James Hardie Europe GmbH

## 6. Brandwandersatzwand, Gebäudeklasse 4

Nach Musterbauordnung (MBO) § 30 Absatz 3 sind anstelle von Brandwänden in der Gebäudeklasse 4 Wände zulässig, die auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sind. Sie werden als innere Brandwände unter anderem zur Unterteilung ausgedehnter Gebäude in Brandabschnitte (Abstände max.40 m) eingesetzt bzw. Trennung verschiedener Nutzungsbereiche eingesetzt. Die mechanische Beanspruchbarkeit (Stoßbelastung) wird in der Regel durch beidseitig angeordnete Holzwerkstoffplatten (z. B. OSB) ② erreicht, die zusätzlich zur brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung↑ (bwB) ① ausgeführt werden. Der Nachweis „auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend“ ist durch einen Klassifizierungsbericht↑ zu erbringen.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutznachweis „hochfeuerhemmend“ nach MHolzbauRL, ausgeführt tragend und raumabschließend
- Schallschutz nach [4], Trennwand mit frei stehender Vorsatzschale, Legende im Anhang



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz <sup>a</sup>
Bauteilschicht und Material nach MHolzbauRL		hochfeuerhemmend	$R_w = 64 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -13 \text{ dB}$
①	brandschutztechnisch wirksame Bekleidung↑, Gipskartonfeuerschutzplatte (GKF) oder Gipsfaserplatte (GF)	GKF/GF, zweilagig, $d = 2 \times 15 \text{ mm}$	GKF, $d = 12,5 \text{ mm}$
②	Tragende und aussteifende Beplankung↑ (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, Befestigung nach Statik, ausgeführt als luftdichte Ebene	HW, $d \geq 18 \text{ mm}$	HW, $d \geq 12 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0	Mindestdicke der Konstruktionsebene, $d \geq 80 \text{ mm}$	$b / d \geq 60 / 100 \text{ mm}$ , $e \geq 600 \text{ mm}$
④	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralwolle (MW) nach DIN EN 13162, nichtbrennbar	MW30, MW1000, $d \geq 80 \text{ mm}$	WH, $d \geq 80 \text{ mm}$
⑤	Vorsatzschale mit Metallständerwerk und Faserdämmstoff, Bekleidung↑ mit Gipsplatten	brandschutztechnisch nicht erforderlich	C-Wandprofile, $d \geq 75 \text{ mm}$ WH, $d \geq 60 \text{ mm}$ GKF, $d = 12,5 \text{ mm}$
⑥	Luftschrift↑		$d \geq 30 \text{ mm}$

<sup>a</sup> Das Schalldämm-Maß ist abweichend für eine beidseitige Beplankung bzw. Bekleidung aus Gips- und Holzwerkstoffplatten angegeben, siehe [4] Tabelle 41.

→ Eine Reduzierung der brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung↑ in Nutzungseinheiten bis maximal 200 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche ist bei Wänden anstelle von Brandwänden (Brandwandersatzwände) nicht zulässig.

- A. Neubau
- A6. Innenwand, tragend-aussteifend
  - 1. Holzwerkstoffe

# A6. Innenwand, tragend-aussteifend

Innenwände können sehr unterschiedlich ausgeführt werden. Im Zuge der Gebäudeplanung sind die verschiedenen Anforderungen zu klären. Dazu gibt Tab. A6.1 eine Übersicht und mögliche Ausführungsvarianten. Im Sinne des Brandschutzes können Innenwände nur tragend, nur raum-

abschließend oder raumabschließend und tragend sein. Raumabschließend bedeutet Widerstand gegen strahlende Wärme und gegen Ausbreitung von Feuer und Rauch.

Anforderung	Ausführung
tragende Wand	Holzständerwerk
aussteifende Wand	Beklankung↑ mit Holzwerkstoffplatten (einseitig genügt i. d. R.) oder mit Gipswerkstoffplatten, jeweils mit Verwendbarkeitsnachweis
Installationswand	Rahmenwerk mit der Dicke $\geq 160$ mm
Trennung verschiedener Nutzungsbereiche (raumabschließend)	Wohnungstrennwand im Sinne des Brand- und Schallschutzes (Doppelständerwand)
größere Anhängelasten	Beklankung↑ mit Holzwerkstoffplatten

Tab. A6.1 Liste einiger Anforderungen an Innenwände mit Hinweisen zur Ausführung

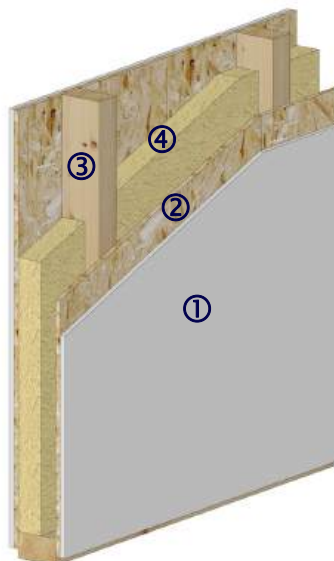
## 1. Holzwerkstoffe

Bei Verwendung von Holzwerkstoffen als aussteifende Beklankung↑ gilt diese Wand als Standard im Holzrahmenbau. Als nichtraumabschließende Wand (Innenwand innerhalb einer Nutzungseinheit) kann auf einen Dämmstoff verzichtet werden. Eine feuerhemmende Ausführung lässt sich erreichen (siehe Tabelle unten). Auch eine Sichtschalung aus Massivholzplatten ist dabei möglich. Zum Erreichen der feuerhemmenden Ausführung bitte Tab. C6.20 in Abschn. C6.3. beachten.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Abschn. 8.3
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 51 Zeilen 1 und 7, ausgeführt tragend und nichtraumabschließend, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9], Tab. 3, Zeile 10, Legende im Anhang

→ In den genannten Normen werden eine Reihe weiterer Konstruktionen aufgeführt.



Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend		Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse↑ GK 0)		nichtraumabschließend		$R_w = 48$ dB
①	Beklankung↑ aus Gipsplatten, $d \geq 9,5$ mm, die Fugen sind versetzt zur Vollschalung auszuführen	GKF/GF, $d \geq 9,5$ mm		GP, $d = 9,5$ mm
②	Tragende und aussteifende Beklankung↑ (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. C8.27)	HW, $d \geq 13$ mm	HW, $d \geq 25$ mm (Sichtschalung)	Spanplatte EN 312, $d = 13$ mm
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 60 x 80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	RW, $\geq 40 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	RW, $\geq 50 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b \leq 60$ mm, $d \geq 60$ mm, $e \geq 600$ mm
④	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	nicht erforderlich	WTR, $d \geq 40$ mm

<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “↑, sprich: „sigma, c, null“

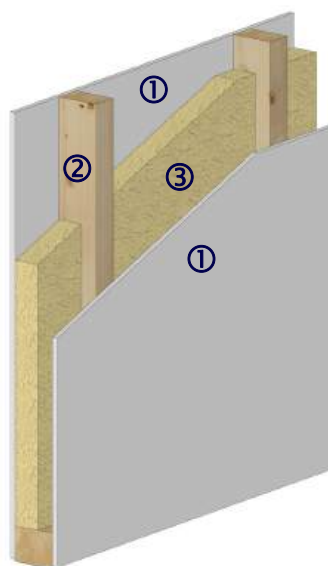
## 2. Gipswerkstoffe

Soll auf eine Doppelbeplankung verzichtet werden, kommen bestimmte Gipsplatten in Frage. Diese werden bei tragenden Wänden großformatig geschosshoch eingebaut. Als nichtraumabschließende Wand innerhalb einer Nutzungseinheit ist die feuerhemmende Ausführung ohne Vorgaben zum Dämmstoff auch einlagig möglich. Allerdings ist auf den speziellen Verwendbarkeitsnachweis zu achten. Im Sinne des Schallschutzes ist eine Doppelbeplankung mit dünneren Platten wertvoller.

### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Abschn. 8.3
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 51 Zeile 4, ausgeführt tragend und nichtraumabschließend, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9], Tab. 3, Legende im Anhang

➔ In den genannten Normen werden eine Reihe weiterer Konstruktionen aufgeführt.



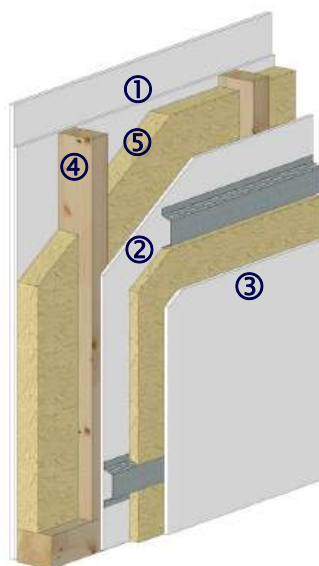
Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)		nichtraumabschließend	$R_w = 38$ dB
①	Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, $d \geq 12,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 15$ mm alternativ: GKB $d \geq 18$ mm	GP, $d = 12,5$ mm
	Verbesserung des Schallschutzes auf $R_w = 47$ dB möglich mit zweilagiger Beplankung ↑ aus Gipsfaserplatten unterschiedlicher Dicke		GF, $d = 10$ mm und $12,5$ mm
②	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $60 \times 80$ mm, Abstand $e = 62,5$ cm	$RW \geq 50 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b \leq 60$ mm, $d \geq 60$ mm, $e \geq 600$ mm
③	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	WTR, $d \geq 40$ mm

<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “ ↑, sprich: „sigma, c, null“

- A. Neubau
- A6. Innenwand, tragend-aussteifend
- 3. Gipswerkstoffe, Schallschutz

### 3. Gipswerkstoffe, Schallschutz

Bei der Brandschutzanforderung „feuerhemmend“ wäre diese Trennwand zwischen zwei Nutzungsbereichen „raumabschließend“. Innerhalb einer Nutzungseinheit dagegen „nichtraumabschließend“. Letzteres ist denkbar, wenn es schalltechnisch schützenswerte Räume gibt (z. B. Homeoffice). Es genügt eine Vorsatzschale, um ordentliche Werte zu erzeugen. Holzwerkstoffe bringen schalltechnisch in diesem Aufbau keine Vorteile. Schwere Gipswerkstoffplatten sind leistungsfähiger.



#### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Abschn. 8.3
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7], ausgeführt tragend und nichtraumabschließend gemäß Tab. 51 sowie ausgeführt tragend und raumabschließend gemäß Tab. 52 bis Tab. 54, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9], Tab. 4, Zeile 5 und [4], Legende im Anhang

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend			Schallschutz	
		nicht-raumabschließend	raumabschließend		$R_w = 60$ dB	
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0)			Mineralwolle (MW)	Holzfasern (WF)	Zellulose (ZF)	
①	Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, zweilagig	GKF/GF, $d \geq 12,5 + 9,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm alternativ: GKB $d \geq 18$ mm	HW, $d \geq 12$ mm	GF, $d = 12,5 + 10$ mm	
②	Gipswerkstoffplatte	GKF/GF, $d \geq 12,5 + 9,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm alternativ: GKB $d \geq 18$ mm oder $2 \times 9,5$ mm	GKB, $d \geq 12,5$ mm	GF, $d = 10$ mm	
③	Vorsatzschale als Gipswerkstoffplatte auf Federschiene (entkoppelte Bekleidung $\uparrow$ ), Federschiene mit Achsabstand 500 mm, Hohlraum zwischen den Federschiene gedämmt				GF, $d = 10$ mm auf Federschiene	
④	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 60 x 80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	$\geq 40 / 80$ mm	$RW, \sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup> $\geq 40 / 80$ $\geq 60 / 100$ $\geq 40 / 80$		$b \leq 60$ mm, $d \geq 100$ mm, $e \geq 600$ mm	
⑤	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	MW30, MW1000, $d \geq 40$ mm	WF, $\rho \geq 45$ kg/m <sup>3</sup> , $d \geq 100$ mm	ZF, $\rho \geq 45$ kg/m <sup>3</sup> , $d \geq 80$ mm	WTR, $d \geq 60$ mm

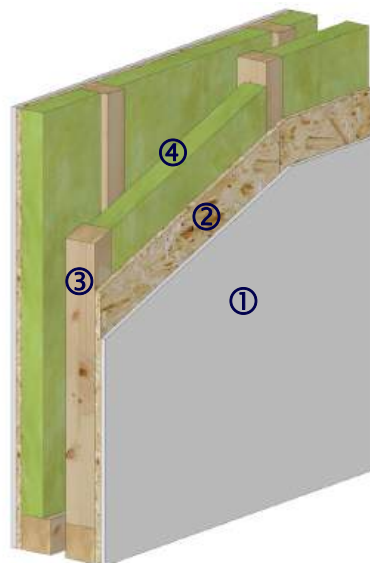
<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “  $\uparrow$ , sprich: „sigma, c, null“

## 4. zweischalig, Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe (OSB-Platten) werden auch bei Wohnungstrennwänden gewünscht. Die einfache Vorfertigung, die Robustheit und die hohe statische Leistungsfähigkeit sind bezeichnend.

Aus Sicht des Brandschutzes können in der feuerhemmenden Ausführung auf die Gipsplatten sogar verzichtet werden. Die Brandschutznorm bietet vielfältige Möglichkeiten Bekleidungen aus Holz oder Holzwerkstoffen einzusetzen. Auch Nut-Feder-Schalungen oder Massivholzplatten würden genügen (siehe Abschn. C6.3. Seite 137 und Tabelle C6.20 auf Seite 136).

Allerdings unterliegen Trennwände zwischen zwei Nutzungsbereichen schalltechnischen Anforderungen. Die dargestellte Konstruktion hat zwar ein vorteilhaftes Wirkprinzip, der große Abstand zwischen den Bekleidungsflächen - die „weiche Luftpumpe“. Die umlaufenden Entkopplungsfugen an den Flanken sind Bedingung für einen höherwertigen Schallschutz. Diese Wirkprinzipien des Schallschutzes allein genügt allerdings nicht. Es braucht zusätzlich die hohe Masse in dünnen Lagen bei der raumseitigen Bekleidung (vgl. Bauteil 5. Seite 54).



### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Abschn. 8.3
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 52 und Tab. 53, ausgeführt tragend und raumabschließend, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9], Tab. 3, Legende im Anhang

➔ In den genannten Normen werden eine Reihe weiterer Konstruktionen aufgeführt.

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend raumabschließend		Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)		Mineralwolle (MW)	Holzfaser (WF)	$R_w = 54 \text{ dB}$
①	Bekleidung ↑ aus Gipsplatten, $d \geq 9,5 \text{ mm}$ , die Fugen sind versetzt zur Vollschalung auszuführen	nicht erforderlich	GKF/GF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ alternativ: GKB $d \geq 18 \text{ mm}$ oder $2 \times 9,5 \text{ mm}$	Gipsplatte, $d = 12,5 \text{ mm}$
②	Tragende und aussteifende Beplankung ↑ (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 12 \text{ mm}$ ; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. C8.27)	HW <sup>a</sup> , $d \geq 13 \text{ mm}$ bzw. Brettschalung einseitig, $d_w \geq 22 \text{ mm}^b$	HW <sup>a</sup> $d \geq 12 \text{ mm}$	HW, $d = 13 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH <sup>®</sup> oder Duobalken <sup>®</sup> , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $60 \times 80 \text{ mm}$ , Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	RW, $\geq 40 \times 80 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^c \leq 2,5 \text{ N/mm}^2$	RW, $\geq 60 \times 80 \text{ mm}$ $\sigma_{c,0}^c \leq 2,0 \text{ N/mm}^2$	Schalensabstand $S \geq 140 \text{ mm}$ , Rähm durchlaufend, $b \leq 60 \text{ mm}$ , $h \geq 60 \text{ mm}$ , $e \geq 600 \text{ mm}$
④	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	MW30, MW1000,  $d \geq 80 \text{ mm}$	WF, $\rho \geq 45 \text{ kg/m}^3$ $d \geq 80 \text{ mm}$	WTR, $d \geq 140 \text{ mm}$

<sup>a</sup> Holzwerkstoffplatten mit geringerer Rohdichte als  $600 \text{ kg/m}^3$  dürfen verwendet werden, wenn die erforderliche Mindestdicke erhöht wird, siehe Tabelle C6.20 auf Seite 136

<sup>b</sup> Dicke der Brettschalung nach Abb. C6.22 auf Seite 137

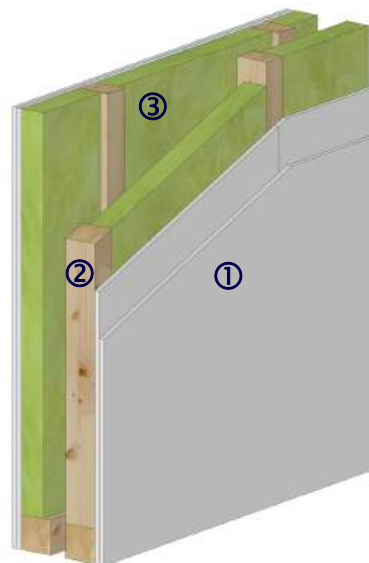
<sup>c</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “ ↑, sprich: „sigma, c, null“

- A. Neubau  
 A6. Innenwand, tragend-aussteifend  
 5. zweischalig, Gipswerkstoffe

## 5. zweischalig, Gipswerkstoffe

Gegenüber dem Bauteil 4. von Seite 53 kommt hier ein entscheidendes Wirkprinzip des Schallschutzes hinzu. Es sind dünne und schwere Lagen auf der Raumseite, die einen entscheidenden Unterschied machen. Die Anregung der Wand aus den Luftschallquellen ist bei hoher Masse erschwert, die Weiterleitung durch dünne Lagen, gern unterschiedlicher Dicke, behindert. Biegeweiche, schwere und dünne Platten sind schalltechnisch günstig.

Wohnungstrennwände sind oftmals tragend und aussteifend zu konzipieren. Dies ist kein Problem, denn es gibt genügend leistungsfähige Gipswerkstoffplatten, die einen entsprechenden Verwendbarkeitsnachweis bieten. Werden brandschutztechnisch höhere Werte als „feuerhemmend“ benötigt, bietet die DIN 4102-4 [7] vielfältige Aufbauvariationen.



### Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2 [12], Abschn. 8.3
- Brandschutz nach DIN 4102-4 [7] Tab. 52 und Tab. 53, ausgeführt tragend und raumabschließend, Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 [9], Tab. 3, Legende im Anhang

→ In den genannten Normen werden eine Reihe weiterer Konstruktionen aufgeführt.

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz F 30 feuerhemmend raumabschließend			Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse ↑ GK 0)	Mineralwolle (MW)	Holzfaser (WF)	Zellulose (ZF)	$R_w = 66$ dB	
① Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, zweilagig, $d \geq 2 \times 12,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm alternativ: GKB, $d \geq 18$ mm oder $2 \times 9,5$ mm	GKF/GF, $d \geq 15$ mm	GKF/GF, $d \geq 12,5$ mm	GF, zweilagig $d = 12,5 + 10$ mm	
② Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 60 x 80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	RW, $\geq 40 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	RW, $\geq 60 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,0$ N/mm <sup>2</sup>	RW, $\geq 40 \times 80$ mm $\sigma_{c,0}^a \leq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	Schalenabstand $S \geq 140$ mm, Rähm und Schwelle getrennt, $b \leq 60$ mm, $h \geq 60$ mm, $e \geq 600$ mm	
③ Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	MW30, MW1000, $d \geq 40$ mm	WF, $\rho \geq 45$ kg/m <sup>3</sup> $d \geq 80$ mm	ZF, $\rho \geq 45$ kg/m <sup>3</sup> $d \geq 80$ mm	WTR, $d \geq 140$ mm	

<sup>a</sup> „Druckspannung  $\sigma_{c,0}$ “ ↑, sprich: „sigma, c, null“



Bild: Gutex / Martin Granacher

Bild: Gutex / Jens Schumann

## B. Altbau

<b>B1. Dachsanierung von außen .....</b>	<b>57</b>
1. Zusatzdämmung mit Holzfaser-Dämmplatten .....	63
2. Zusatzdämmung durch Aufdoppelung .....	64
3. Zusatzdämmung mit Hartschaum-Dämmplatten .....	65
<b>B2. Wand mit Dämmung von außen .....</b>	<b>66</b>
1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung .....	69
2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung .....	71

## Beratung oder Planung?

Der Altbau ist kein Neubau. Viel zu leichtfertig werden Vertragsmodalitäten und Konstruktionen vom Neubau auf den Altbau übertragen.

Erfahrene Bauhandwerker wenden viel Zeit auf, um Hauseigentümer über Möglichkeiten, zusätzlich erreichbaren Nutzen, aber auch Grenzen einer Modernisierung aufzuklären. Dies ist unbedingt notwendig, denn die Maßnahme ist nur dann erfolgreich, wenn:

- falsche Erwartungen beizeiten beseitigt werden, und
- die Möglichkeiten von Zusatznutzen ausgeschöpft werden sowie
- über das eigene Gewerk hinaus beraten wird und dabei geeignete Maßnahmenfolgen ergriffen werden (Abstimmung der Gewerke).

Komplexe Maßnahmen im Altbau setzen viel Erfahrung voraus. Dabei muss der Handwerker nicht alles können und nicht alles allein machen. Es ist nicht nötig, die gesamte Beratungsleistung allein zu schultern. Das übersteigt die Möglichkeiten oft und wird nicht immer honoriert.

Es gibt einen entscheidenden Denkfehler bei der Beratung von Hauseigentümerfamilien und Investoren. Beratung ist oft PLANUNG. Schon die Grundlagenermittlung ist eine Planungsleistung, die Bestandsaufnahme erst recht.

Liebe Bauhandwerker, dann nennen Sie es doch bitte auch Planung! Arbeiten Sie mit externen Planern und Energieberatern zusammen. Diese werden dafür bezahlt. Das leuchtet jedem Hauseigentümer ein. Und wenn nicht? Dann kann er auch keine Grundlagenermittlung und Bestandsaufnahme erwarten, sondern nur ein überschlägiges Angebot für einen bestimmten Leistungsumfang.

### Arbeiten im Netzwerk

Viele Handwerker haben ihre Vorgehensweise erfolgreich verändert. Sie haben sich mit Planern und Energieberatern vernetzt, empfehlen sich gegenseitig und haben ihre Leistungen aufeinander abgestimmt. Vorteile: gute Beratung statt halbherzige, saubere Grundlagenermittlung statt ungefähre Annahmen; Baumaßnahmen, die das Beste für den Kunden herausholen. Die Hauseigentümerfamilien und Investoren haben mehrere Ansprechpartner, die auf den verschiedenen Planungsfeldern kompetent sind.

Jeder sollte seinen Job machen. Deshalb gibt es ja die unterschiedlichen Berufe wie Planer und Handwerker. Ist alles gut abgestimmt, wird der Kunde erkennen, dass „wildes-über-den-Markt-gehen-und-die-absolut-niedrigsten-Preise-suchen“ seine Grenzen hat. Am Ende profitieren alle, denn der Bauhandwerker kann sich wieder besser auf seine eigentlichen Leistungen konzentrieren.

Bei der Modernisierung sollten der Hauseigentümerfamilie die vielen Möglichkeiten dabei aufgezeigt werden. Denn ein Altbau ist nun mal alt. Die Nutzung hat sich im Laufe der Zeit verändert und die Ansprüche an das Wohnen ebenfalls.

- Alte Gebäude haben oft kleine Fensterflächen.
- Die Räume sind oft klein und dunkel.
- Flure sind schmal und haben kein Tageslicht.
- Hauseingänge sind eng. Oft ist es eine gute Idee, einen neuen Hauseingang mit Treppe vor das Haus zu stellen. Das schafft Platz und trennt die Nutzungsbereiche, z.B. zwischen zwei Wohnbereichen oder einem Arbeits- und einem Wohnbereich.
- Im Dachgeschoss lassen sich Gästebereich mit komfortablem Bad einrichten. Platz ist oft genug vorhanden.



Modell Foto: Colourbox.de / 12491052

# B1. Dachsanierung von außen

Bei der Dachsanierung von außen gibt es wesentliche Punkte zu beachten. Bei der Kundenberatung sind Fragen zu beantworten. Was erwartet die Hauseigentümerfamilie als Gewährleistung für die Räume im Dachgeschoss? Welche Anforderungen ergeben sich daraus bezüglich:

- dem Feuchteschutz?
- dem winterlichen Wärmeschutz?
- dem sommerlichen Hitzeschutz?
- dem Schallschutz gegenüber Außenlärm?

Besonders wichtig sind die letzten beiden Punkte bei Arbeitsräumen oder Schlafräumen unter dem Dach.



Bild: Soprema/Pavatex

Abb. B1.1 Dachsanierung im Altbau, Montage von Holzfaserdämmplatten.

➔ Für die bestehende Sparrenlage ist eine Prüfung der Tragfähigkeit für die neuen Dachlasten erforderlich sowie eine Untersuchung in Bezug auf holzerstörende Insekten<sup>↑</sup> und Pilze<sup>↑</sup> (siehe auch Seite 62 Abb. B1.14).

## Unterdeckung<sup>↑</sup> mit Holzfaser-Dämmplatten

Um die oben genannten vier Anforderungen gleichermaßen zu lösen, wird ein Dachaufbau mit Holzfaser-Dämmplatten als vollflächige Aufsparrendämmung empfohlen. Holzfaser-Dämmplatten stellen an dieser Stelle sozusagen die „eierlegende Wollmilchsau“ unter den Dämmstoffen dar. Die Dicke sollte mindestens 35 mm, besser 60 mm betragen, um die Anforderungen optimal zu erfüllen.

Für die Empfehlung eines Konstruktionsaufbaus ist darüber hinaus die vorhandene Innenbekleidung von entscheidender Bedeutung. Bei Altbauten findet man im Wesentlichen drei verschiedene Innenbekleidungen vor:

1. Putz auf Putzträgerplatten wie
  - Strohmatte (frühere Markenbezeichnung „Sirofa“)
  - Holzwoleleichtbauplatten (Markenbezeichnung „Heraklith“), auch

„Sauerkrautplatten“ genannt.

Diese Konstruktionen entweder ohne Dämmung oder mit geringer Dämmung aus in Bitumenpappe eingesteppter Glaswolle.

2. Holzbekleidung mit Nut-Feder, ebenfalls im Zusammenhang mit Glaswolle als alukaschierte Randleistenmatte.
3. Gipskartonplatten, dann meist im Zusammenhang mit Glaswolle als alukaschierte Randleistenmatte.

Diese Bekleidungsarten dürften die Mehrzahl der vorhandenen Dächer darstellen, die im vergangenen Jahrhundert gebaut worden sind. Wobei die Bekleidungen aus Gipskarton seit den 1960er Jahren stetig zugenommen und heute alle anderen Bekleidungsarten nahezu vollständig verdrängt haben.

Bei jeder der drei bezeichneten Konstruktionen ist der Aufbau mit Holzfaser-Dämmplatten über den Sparren eine optimale Lösung. Allerdings ist die Frage der Luftdichtheit<sup>↑</sup> und des Feuchteschutznachweises (Diffusion<sup>↑</sup>) zu klären.

➔ Bei allen relevanten Sanierungslösungen (siehe Vorschläge in diesem Abschnitt) sollte es möglich sein, die Dämmdicke beliebig zwischen den Mindestanforderungswerten und Hochleistungsstandards frei zu wählen.

## Dampfbremse<sup>↑</sup> und Luftdichtung

Im Neubau werden Dampfbremsen<sup>↑</sup> als diffusionshemmende Schichten sinnvollerweise raumseitig der Sparrenlage verbaut. Damit wird der Tauwasserausfall in einer Konstruktion begrenzt oder beseitigt. Die Dampfbremse<sup>↑</sup> und die äußere Abdeckung der Dämmschicht werden bezüglich ihrer  $s_d$ -Werte in ein bestimmtes Verhältnis gesetzt – z. B. „Faktor 10“.

➔ Mehr dazu in Abschn. C4. „Feuchteschutz“ ab Seite 97

Häufig übernimmt die dampfbremsende Schicht in Form von Platten oder Bahnen gleichsam die Funktion der luftdichten Ebene. Dies muss jedoch nicht zwingend der Fall sein. Luftdichtheit<sup>↑</sup> und Diffusionsstrombegrenzung sind unterschiedliche Funktionen, die von verschiedenen Schichten erfüllt werden können. Gerade bei der Dachsanierung von außen kann davon Gebrauch gemacht werden.

➔ Siehe auch Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 90

Bauphysikalisch ist das Zusammenspiel der Lage von luftdichter Ebene, dampfbremsenden Schichten und Dämmlagen von zentraler Bedeutung. Bei einer anstehenden Dachsanierung ist sehr zu empfehlen, durch eine Leckageortung im Vorfeld zu überprüfen, inwieweit die innenliegende Bekleidung<sup>↑</sup> bereits eine ausreichende Luftdichtheit<sup>↑</sup> darstellt. Sollte das der Fall sein, wäre eine der drei offenen Fragen, nämlich die der Luftdichtheit<sup>↑</sup>, bereits beantwortet, was die Sanierung erheblich erleichtert.

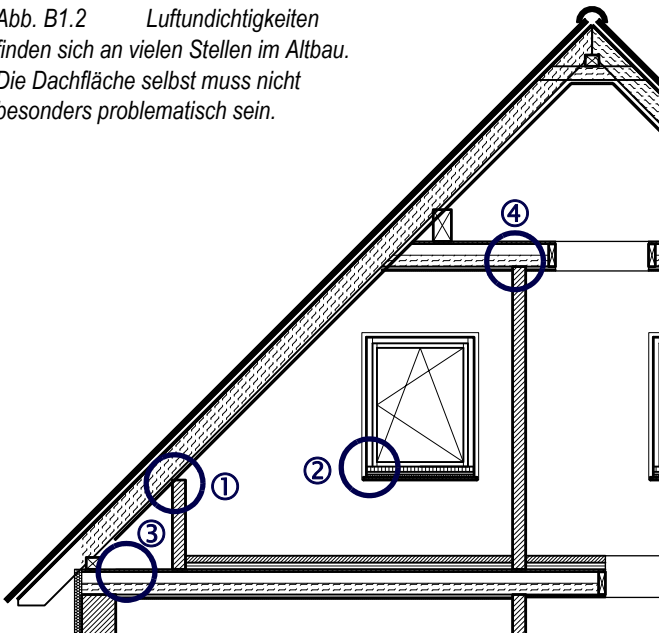
### Die luftdichte Ebene

Eine technische Verbesserung auf ein zeitgemäßes Niveau für das Dachgeschoss kann es nur bei guter Luftdichtheit↑ geben. Bei mangelnder Luftdichtheit↑ ist es im Dachgeschoss zugig, kann es keinen guten winterlichen Wärmeschutz, keinen guten sommerlichen Hitzeschutz und keinen guten Schallschutz geben. Die Dachsanierung bietet die Gelegenheit eine umfassende Verbesserung der Luftdichtheit↑ für die Wohnräume unter dem Dach herbeizuführen.

Der Handwerker, der eine Dachsanierung durchführt, kann allerdings nicht die Gewährleistung für die Luftdichtung des gesamten Dachgeschosses im Altbau übernehmen. Erst recht nicht, wenn er nur das Dach saniert. Baut der Handwerker in der Dachfläche eine Luftdichtungsbahn ein, so kann er mit dieser Maßnahme allein kaum die Verbesserung der Luftdichtung des Dachgeschosses garantieren. Der Handwerker sollte diesen Zusammenhang eindeutig mit dem Bauherren in der Beratung und ggf. im Bauvertrag klären.

Die Qualität der Luftdichtheit↑ des Raumes ergibt sich aus allen einschließenden Bauteilen und ihren Anschlüssen. Das Maß der Luftdichtheit↑ wird dabei für den Raum angegeben ( $n_{50}$ -Wert). Dabei kann die Bauteilfläche selbst, wenn sie z. B. aus Gipskartonplatten besteht, oft unproblematisch sein. Dieses Material gilt in der Fläche als luftdicht. Bei offenen Bekleidungen wie etwa Nut-Feder-Brettschalungen ist es anders. Dort ist eine Luftdichtung in jedem Fall nachzurüsten. Einfach und wirkungsvoll ist die raumseitige Belegung mit Gipswerkstoffplatten.

Abb. B1.2 Luftundichtigkeiten finden sich an vielen Stellen im Altbau. Die Dachfläche selbst muss nicht besonders problematisch sein.



Wo finden sich bei Bestandsgebäuden Undichtigkeiten?

1. Anschlüsse von Dampfbremse und des Giebelmauerwerkes zum Dach. Hier könnten Spalten auftreten. Bei einer maleremäßigen Renovierung sollte dies mit einer eingelegten Eckarmierung behoben werden können.

2. Bei Fensterbänken in Giebeln oder Gauben sind regelmäßig Leckagen zu finden. Bei der nächsten Renovierung könnte es sich lohnen die Fensterbänke zu entfernen und mit Dichtung und Dämmung wieder einzusetzen.
3. Eine Holzbalkendecke zum Erdgeschoss könnte der größte Schwachpunkt sein. Es besteht durchaus die Möglichkeit eine Verbesserung zu erzielen. Wird bei Gebäuden mit Kniestock die Traufseite geöffnet, könnte eine Luftdichtung der Balkenlage von außen nachgeholt werden (aufgelegte und überdämmte OSB-Platte, vgl. Abb. B1.2 Nr. 3). Dazu sollte in diesem Bereich die Balkenlage vollständig gedämmt werden (Einblasdämmung).
4. Einbindende Innenwände aus Hochlochziegeln sollten oberhalb (kopfseitig) mit Mörtel verstrichen werden.



Abb. B1.3 Bei der „Blower-Door-Messung“ wird ein Luftdruck der Windstärke 5 simuliert. Ursachen für Zugluft im Raum (Leckagen) werden dann erkennbar.

Bild: Ing.-Büro Winkelmann

Der Einbau einer Luftdichtungsbahn von der Außenseite wird zwar häufig durchgeführt, sollte aber die Ausnahme darstellen. Warum? Bei der Luftdichtung geht es darum einen Raum hermetisch von der Außenluft zu trennen. Dies ist baupraktisch nur auf der Raumseite zuverlässig möglich. Die Dachfläche in der Fläche luftdicht herzustellen nutzt wenig, wenn die Anschlüsse nicht luftdicht sind.

Die inneren Bauteilschichten bilden dagegen zuverlässige Luftdichtungen. Bei Mauerwerken sind es die Putzschichten. Bei Dächern sind es die verspachtelten Gipskartonplatten. Bei jüngeren Gebäuden wird die Luftdichtung raumseitig oft mit verklebten Dampfbremsbahnen hergestellt. Im Holzrahmenbau sind es OSB-Platten, deren Fugen mit Klebändern gedichtet werden.

Zwar ist es möglich eine Bahn von der Außenseite mit verklebten Nähten einzubauen, die Anschlüsse zu den Wänden bleiben jedoch häufig luftdurchlässig. Damit bliebe eine von außen neu eingebaute Luftdichtungsbahn nur begrenzt wirksam.

Versprünge der Lage der luftdichten Ebene (Raumseite / Außenseite) erschweren die sichere Luftdichtung erheblich und sind stets zu vermeiden. Zudem stehen auf der Außenseite die komplexen geometrischen Formen dem Herstellen einer geschlossenen Luftdichtheitsebene entgegen. Gerade bei Dächern ragen die Holzkonstruktionen z. B. an den Traufseiten und Giebeln heraus.

Oder es sind Gauben eingebaut. Angrenzende Alt-Mauerwerke müssen für luftdichte Anschlüsse erst hergerichtet werden.

Eine Luftdichtungsbahn in der Dachebene allein kann die Luftdichtung des Dachgeschosses kaum verbessern! Aufschluss geben vorherige Leckageortungen und abschließende Qualitätstests. Vorzuziehen ist grundsätzlich der Einbau einer Luftdichtungsbahn /Dampfbremsbahn von der Raumseite (siehe Abb. B1.5). Bei unbeheizten Dachböden ist der Verlauf der luftdichten Hülle im Einzelnen zu klären.

### Der Idealfall: Luftheit der Raumbekleidung gegeben

Eine Leckageortung könnte ergeben haben, dass die Dachfläche unauffällig ist. Der Fall ist gar nicht so selten. Denn eine Gipskartonplatte ① gilt in der Fläche als luftdicht. Sodann genügt der Einbau einer Dampfbremse ②, die nur lose eingelegt wird. Ein Verkleben der Bahnen untereinander oder zu den seitlichen Bauteilen ist nicht notwendig. Eine Verklebung kann entfallen, weil die Luftdichtung in der Fläche durch die GKB-Platte ① gewährleistet wird.

Zum Schutz der Dampfbremse ② wird vorher eine dünne Faserdämmmatte ② (d = 40 mm) eingelegt. Damit werden mögliche herausstehende Nägel und Schrauben abgedeckt und eine mögliche Kaltluftströmung unterhalb der Dampfbremse ② vermieden.

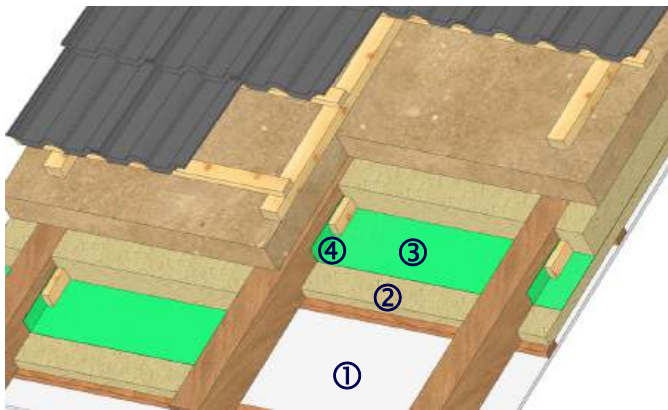


Abb. B1.4 Einbau einer Dampfbremse von außen: Bei ausreichender Luftdichtheit ① des Bestandes genügt das einfache Einlegen der Dampfbremse ② ( $s_d$ -Wert = 2,0 bis 5,0 m) in das Sparrenfeld (seitlich am Sparren mit einer Leiste ④ fixieren, Verklebung nicht erforderlich).

### Einbau der Luftdichtung von der Raumseite

Am Beispiel der Nut-Feder-Brettschalung lässt sich gut verdeutlichen, dass es sich lohnt das Bestandsdach als Ganzes zu betrachten. Viele Bewohner wünschen sich statt der Brettbekleidungen helle geschlossene Bekleidungen. Das kommt der Sanierung entgegen.

Die neue Sparschalung wird mit den Sparren kraftschlüssig verschraubt. Die Lattungsebene kann als Dämmebene und für Installationen genutzt werden. Zuvor wird eine Dampfbremse ① ( $s_d$ -Wert = 2,0 bis 5,0 m) eingelegt. Zum Herstellen der Luftdichtung wird die Bahn in der Fläche verklebt und zu den seitlichen Wandflächen angeschlossen. Die Innenbekleidung besteht dann aus Gipsplatten.

➔ Wird bei einer Brettbekleidung eine neue raumseitige Bekleidung ① nicht gewünscht, so bleibt nur die Nachrüstung der Luftdichtung von der Außenseite (siehe Abb. B1.7). Dann aber wird die Methode 1 empfohlen.

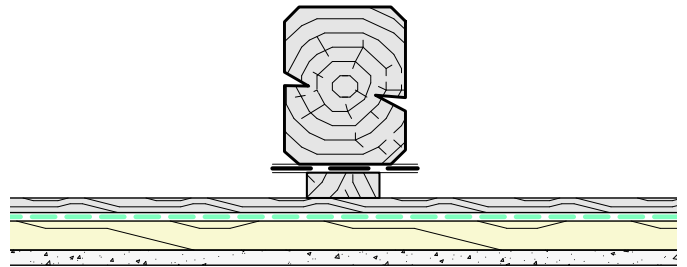


Abb. B1.5 Zusammen mit einer luftdicht verklebten und seitlich angeschlossenen Dampfbremsbahn wird eine Innenbekleidung aus Gipswerkstoffplatten an einer Sparschalung montiert.

### Dampfbremstapete von der Raumseite

Denkbar ist auch eine Dampfbremstapete im Zuge einer Renovierung aufzubringen. Bauphysikalisch wäre dies in Ordnung. Problematisch ist allerdings, dass diese Dampfbremstapete im Zuge einer späteren Renovierung unwissentlich entfernt werden könnte.

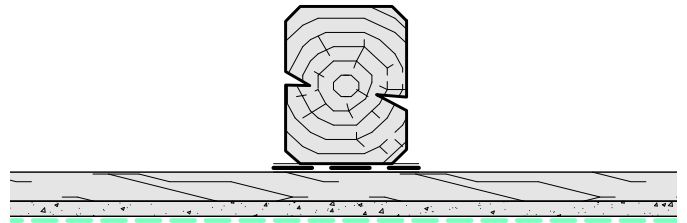


Abb. B1.6 Eine Dampfbremstapete könnte bauphysikalisch eine einfache Lösung sein.

### Nachrüsten einer luftdichten Ebene von der Außenseite

Ergibt eine Leckagenprüfung, dass die Innenbekleidung nicht zuverlässig luftdicht ist, stellt sich an die Bauherrschaft die Frage nach einer neuen Innenbekleidung (siehe oben). Wird die Nachrüstung von innen abgelehnt, bleibt nur die Nachrüstung von der Außenseite im Zuge der Dachsanierung von außen. Diese Methode ist aufwendig und erfordert

somit einige Zeit bei geöffnetem Dach. Ungünstig, denn das Gebäude ist in dieser Phase quasi vor Niederschlägen ungeschützt. Eine Behelfsdeckung (siehe Abschn. 4. „Behelfsdeckungen“ ab Seite 207) ist seitens des ausführenden Betriebes vorzuhalten (gesonderte Vergütung).

Für die Nachrüstung der luftdichten Ebene von außen haben sich zwei Methoden etabliert.

#### 1. Methode: Schlaufenförmige Verlegung „sub & top“

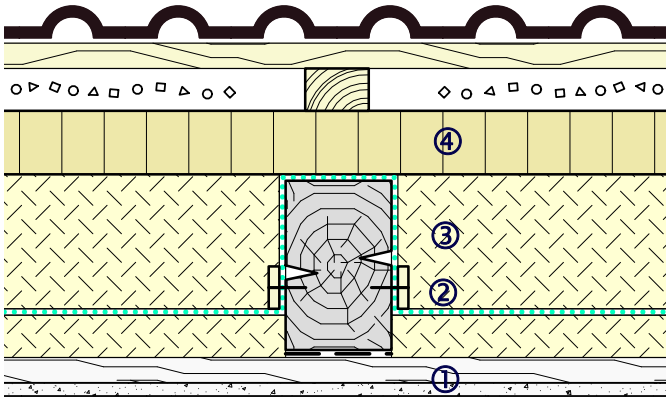


Abb. B1.7 „sub & top“-Verlegung mit feuchteadaptiver Dampfbremse

- Es ist eine feuchteadaptive Dampfbremse  $\uparrow$  ② erforderlich.
- Die Bahn begrenzt den Diffusionsstrom bei unzureichendem  $s_{d,i}$ -Wert.
- Die Dampfbremse  $\uparrow$  ② wird seitlich zum Sparren mit Leisten fixiert.
- Unterhalb der Dampfbremse  $\uparrow$  wird eine dünne Dämmmatte als Schutzebene angeordnet. Damit werden mögliche herausstehende Nägel und Schrauben abgedeckt und eine mögliche Kaltluftströmung unterhalb der Funktionsbahn vermieden.
- An den Nähten und zu den seitlichen Anschlüssen ist eine dauerhafte Verklebung erforderlich (Systemzubehör der Hersteller).
- Die Dämmung ④ oberhalb der Sparren ist möglichst groß zu wählen. Üblich sind Dämmdicken ab 60 mm.
- Die unterseitige Bekleidung  $\uparrow$  ① sollte möglichst luftundurchlässig sein.

Durch die sub&top-Verlegung wird der Diffusionsstrom an einer ungünstigen Stelle behindert. An der Oberseite der Sparren kann in der Tauperiode (Winter) die Temperatur bereits so gering sein, dass hier Tauwasser anfallen kann. Bei fehlender oder geringer Überdämmung könnten sogar Vereisungen entstehen, die zusätzlich ungünstig wirken (dampfdicht). Gleichzeitig ist die Austrocknung durch die Anordnung der Dampfbremsbahn reduziert. Eine großzügige Überdämmung ④ verhindert Feuchteansammlungen an der Oberseite der Sparren.

#### 2. Methode: Verlegung oberhalb der Sparrenebene

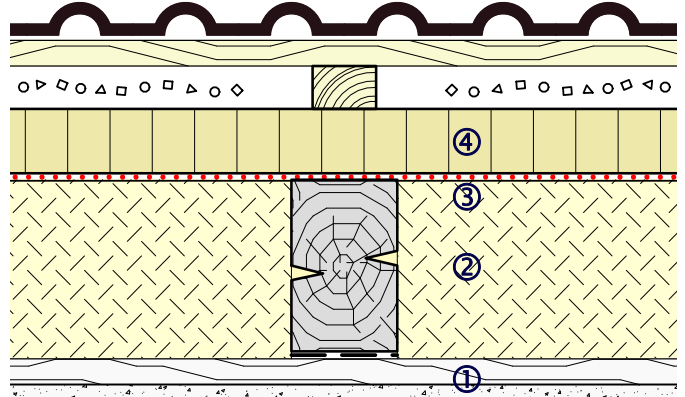


Abb. B1.8 Luftdichtungsbahn in ebener Verlegung mit geringem  $s_{d,i}$ -Wert bis 0,1 m

- Es ist ein Nachweis seitens des Herstellers erforderlich über die luftdichten Eigenschaften der Bahn ③.
- Die Luftdichtungsbahn ③ ist diffusionsoffen ( $s_d \leq 0,10$  m).
- Die Luftdichtungsbahn ③ ist an den Nähten und zu den seitlichen Anschlüssen zu verkleben.
- Das notwendige Maß der Überdämmung ④ ist abhängig vom  $s_{d,i}$ -Wert der raumseitigen Bauteilschichten. Bei unzureichendem  $s_{d,i}$ -Wert kann eine wannenförmig eingelegte Dampfbremsbahn ergänzt werden (siehe Abb. B1.4).

Je größer die Überdämmung im Verhältnis zur Gefachdämmung, desto sicherer in Bezug auf den Feuchteschutz. Produkthersteller geben unterschiedliche Randbedingungen für eine Nachweisfreiheit an. Diese Methode kann nach dem Glaser-Verfahren  $\uparrow$  (Abschn. „Tauwassernachweis“ in C4.1) nachgewiesen werden.

## Muss eine alte Dämmung raus?

Es ist schwer vorstellbar, dass eine ca. fünfzig Jahre alte Dämmung belassen wird, nur um Entsorgungskosten zu sparen. In Bitumenpappe eingesteppte Glaswolle stört und könnte einer neuen Dämmung schaden. Unter der Bitumenpappe könnten Kaltluftkanäle verbleiben, die ein Auskühlen der Konstruktion bewirken könnten. Außerdem könnten Generationen von Nagern für eine starke Verschmutzung und auch Zerstörung der alten Dämmung gesorgt haben.



Abb. B1.9 Bei der Öffnung eines Daches wird der Dämmstoff aus vergangenen Zeiten sichtbar. Es wird dabei die Frage erörtert, ob der Verbleib des Dämmstoffs einen Nutzen haben könnte oder eher schadet.

## Hinweise zum Wärmeschutz bei Dachsanierungen

Wird der Aufbau einer Dachsanierung geplant, so werden oftmals verschiedene Dämmschichten kombiniert. Die Berechnung kann bezogen auf die allseits geläufigen U-Werte exakt mit datenbankgestützten Programmen erfolgen oder auch überschlägig mithilfe der R-Werte (Wärmedurchgangswiderstand). Vorteil ist, dass die Widerstände einzelner Schichten einfach aufaddiert werden können. Im Abschn. C1. „Wärmeschutz“ ab Seite 74 wird dieser Zusammenhang genauestens erläutert.

Die typischen Anforderungen (U-Werte) einer Dachsanierung sind in Tab. B1.10 aufgeführt. In der weiteren Betrachtung verwenden wir lediglich die  $R_T$ -Wert aus der zweiten Spalte. Dieser kann leicht nachvollzogen werden.  $R_T$  errechnet sich aus dem Kehrwert von U. Soll beispielsweise ein U-Wert von  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  erreicht werden, so ergibt sich der  $R_T$ -Wert mit folgender Rechnung:

$$R_T = 1 / 0,2 = 5,0 \text{ m}^2 \text{ K/W für den „geringen Standard im Holzbau“}$$

Auch für die bei einer Dachsanierung verbleibenden Innenbekleidungen können Dämmwerte (Widerstände) angesetzt werden. Zusammen mit den sogenannten Übergangswiderständen nehmen wir in dieser überschlägigen Betrachtung einen R-Wert von  $0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$  an. Die Circaanahme genügt, es geht zunächst um ein erstes Konzept für eine Dachsanierung. Sind Holzwolleleichtbauplatten vorhanden, kann ein „Sammel-R-Wert“ von  $0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$  angenommen werden.

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Wärmedämmstandard
2,0	0,5	ungedämmtes Dach (Altbau)
1,0	1,0	gering gedämmtes Dach (Altbau)
0,24	4,2	Mindestanforderung nach GEG
0,20	5,0	geringer Standard im Holzbau
0,17	5,9	üblicher Standard im Holzbau
0,14	7,1	Mindestanforderung der KfW-Förderung (Einzelmaßnahme, Stand Aug. 2025)

Tab. B1.10 Typische Standards für den Wärmeschutz bei Dachsanierungen

Bei Altbaudächern sind die Sparrenquerschnitte aus heutiger Betrachtung eher gering. Wir gehen hier davon aus, dass der Querschnitt hinsichtlich Tragfähigkeit überprüft wurde und eine Sparrenverstärkung nicht erforderlich ist. So können in den Zwischenräumen verschiedene Dämmstoffe verbaut werden. Die Tab. B1.11 gibt erste Hinweise auf anzunehmende Wärmeleitfähigkeiten der verschiedenen Dämmstoffe. Exakte Werte sind in den Datenblättern der Hersteller zu finden. Verwendet werden darf allein der „Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit“<sup>↑</sup>. Der „Nennwert“ darf dagegen nicht verwendet werden.

Art des Dämmstoffes	Wärmeleitfähigkeit <sup>↑</sup> λ [W/mK]
Mattendämmstoff aus Mineralwolle	0,032 bis 0,035
Mattendämmstoff aus Natur- oder Holzfasern	0,040
Einblasdämmstoff aus Mineralwolle	0,035 bis 0,038
Einblasdämmstoff aus Zellulose oder Holzfasern	0,038 bis 0,040

Tab. B1.11 Typische Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit<sup>↑</sup> von Faserdämmstoffen

Der Holzanteil einer vorhandenen Sparrenlage ist bei Altbauten recht unterschiedlich. Die Querschnitte waren bis 1960 eher kompakt (Holzanteil 15–20 %). Später gebaute Gebäude können mit Sparrenbreiten von z. B. 8 cm gebaut sein (Holzanteil 10–15 %). In Gebieten mit höherer Schneelast sind die Abstände typischerweise geringer als etwa im norddeutschen Flachland. Insofern gibt Tab. B1.12 verschiedene Prozentwerte für den Holzanteil aus. Bei einer Aufdoppelung von z. B. 60 mm kann der entsprechende Wert der Tab. B1.12 entnommen werden.

Dicke d [mm]	R-Werte bei Wärmeleitfähigkeit $\uparrow \lambda_B$ [W/mK] mit den Holzanteilen der Sparrenlage 10 % / 15 % / 20 %			
	0,040	0,038	0,035	0,032
40	0,8 / 0,7 / 0,7	0,8 / 0,8 / 0,7	0,9 / <b>0,8</b> / 0,7	1,0 / 0,9 / 0,8
60	1,2 / 1,1 / 1,0	1,3 / 1,2 / 1,1	<b>1,3</b> / 1,2 / 1,1	1,4 / 1,3 / 1,2
80	1,6 / 1,5 / 1,4	1,7 / 1,5 / 1,4	1,8 / 1,6 / 1,5	1,9 / 1,7 / 1,6
100	2,0 / 1,9 / 1,7	2,1 / 1,9 / 1,8	2,2 / <b>2,0</b> / 1,9	2,4 / 2,1 / 1,9
120	2,4 / 2,2 / 2,1	2,5 / 2,3 / 2,1	2,7 / 2,4 / 2,2	2,9 / 2,6 / 2,3
140	2,9 / 2,6 / 2,4	3,0 / 2,7 / 2,5	3,1 / 2,8 / 2,6	3,3 / 3,0 / 2,7
160	3,3 / 3,0 / 2,8	3,4 / 3,1 / 2,8	3,6 / 3,2 / 3,0	3,8 / 3,4 / 3,1
180	3,7 / 3,4 / 3,1	3,8 / 3,5 / 3,2	4,0 / 3,7 / 3,3	4,3 / 3,9 / 3,5
200	4,1 / 3,7 / 3,4	4,2 / 3,9 / 3,5	4,5 / 4,1 / 3,7	4,8 / 4,3 / 3,9

Tab. B1.12 R-Werte von gedämmten Sparrenlagen

Eine Aufdachdämmung ist bezüglich ihrer R-Werte recht einfach zu greifen, weil keine Holzanteile zu berücksichtigen sind (Tab. B1.13). Werden stattdessen Unterdeckbahnen verwendet, so können deren Dämmwerte vernachlässigt werden. Bei den dünneren als in Tab. B1.13 dargestellten Holzfaserplatten sind die Wärmeleitfähigkeiten üblicherweise höher. Dennoch sind sie verbreitet und haben eine Dämmwirkung.

- Mitteldichte Holzfaserplatten („DWD“, „DHF“ usw.): Deren Dicke liegt bei ca. 15 mm und die Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  bei 0,10 W/mK, dies ergibt einen R-Wert von lediglich 0,15 m<sup>2</sup>K/W.
- Eine bessere Dämmwirkung haben Holzfaser-Dämmplatten, die bei Dicken von 22 mm und 35 mm beginnen. Hier kann im Mittel von einer Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  bei 0,05 W/mK ausgegangen werden. Dies ergibt einen R-Wert von 0,4 m<sup>2</sup>K/W bzw. 0,7 m<sup>2</sup>K/W.

Dicke d [mm]	R-Werte von Aufdachdämmungen bei Wärmeleitfähigkeit $\uparrow \lambda_B$ [W/mK]						
	0,045	0,040	0,038	0,035	0,032	0,027	0,023
60	<b>1,3</b>	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2	2,6
80	1,7	2,0	2,1	2,3	2,5	3,0	3,5
100	2,2	2,5	2,6	2,9	3,1	3,7	4,4
120	2,6	3,0	3,2	3,4	3,8	4,4	5,2
140	3,0	3,5	3,7	4,0	4,4	5,2	6,1
160	3,5	4,0	4,2	4,5	5,0	5,9	7,0

Tab. B1.13 R-Werte von Aufdachdämmsystemen aus Holz- und Mineralwolle sowie Hartschaum-Dämmplatten

Aufdachdämmsysteme nach Tab. B1.13 können aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Die nachfolgende Liste zeigt die Spannweite der Wärmeleitfähigkeiten der verschiedenen Dämmstoffplatten:

- Holzfaser-Dämmplatten mit 0,038–0,045 W/mK
- Mineralwolle-Dämmplatten mit 0,038–0,040 W/mK
- Hartschaum-Dämmplatten (Polystyrol) mit 0,032–0,040 W/mK
- Hartschaum-Dämmplatten (Polyurethan) mit 0,023–0,027 W/mK

### Beispiel

Nun geht es um das Konzept des Bauteils in Bezug auf die Dämmschichten. Am Beispiel des Bauteils auf der Folgeseite mit Holzfaser-Dämmplatten als Zusatzdämmebene oberhalb der Sparren kann mit den Dämmschichten spielerisch kombiniert werden. Die nachfolgende Liste zeigt die Vorgehensweise und listet die R-Werte auf. In diesem ersten Konzept wird mit Gefachdämmung aus Mineralwolle gerechnet (Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  0,035 W/mK).

- R = 0,2 m<sup>2</sup>K/W als pauschalen Wert für die bestehende Innenbekleidung (GKB) und den Übergangswiderständen
- R = 0,8 m<sup>2</sup>K/W für 40 mm Dämmung unterhalb der Dampfbremse  $\uparrow$  (siehe Tab. B1.12, fett markiert)
- R = 2,0 m<sup>2</sup>K/W für weitere 100 mm Dämmung innerhalb des Sparrenquerschnittes (140 mm, siehe Tab. B1.12, fett markiert)
- R = 1,3 m<sup>2</sup>K/W für eine Aufdoppelung der Sparren aus KVH 60 x 60 mm (siehe Tab. B1.12, fett markiert)
- R = 1,3 m<sup>2</sup>K/W für eine Aufdachdämmung aus Holzfaser-Dämmplatten nach Tab. B1.13 (fett markiert)

Die Werte der einzelnen Dämmschichten können sehr einfach zum Gesamtwert aufaddiert werden mit  $R_T = 5,6$  m<sup>2</sup>K/W. Dieser erste Konzeptversuch kann mit der Tab. B1.10 abgeglichen werden. Soll z. B. der „übliche Standard“ mit  $R_T = 5,9$  m<sup>2</sup>K/W erreicht werden, so fehlen noch 0,3 m<sup>2</sup>K/W. Nun lässt sich in den Tabellen sehr einfach nach dieser Differenz suchen. Eine derartige Verbesserung kann durch bessere Wärmeleitfähigkeiten erzielt werden oder eine der Dämmschichten wird um 2 cm dicker gewählt.

➔ Die Tabellen zeigen quantitativ sehr übersichtlich, welche Maßnahme die gewünschte Wirkung erreicht.

### Seitliche Sparrenverstärkung

Sollte der bestehende Sparrenquerschnitt für die neu zu berechnenden Dachlasten nicht ausreichen, was sicherlich häufiger der Fall sein wird, kann durch seitliche Aufdoppelungen eine Verstärkung erreicht werden. Dies ermittelt der Tragwerksplaner in seinen Berechnungen. Diese Methode wird ebenfalls bei Schäden am bestehenden Holz angewendet.

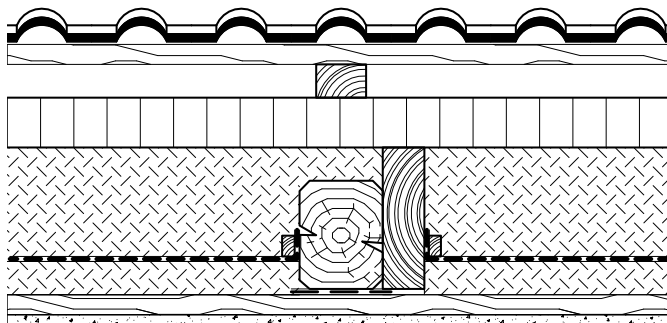


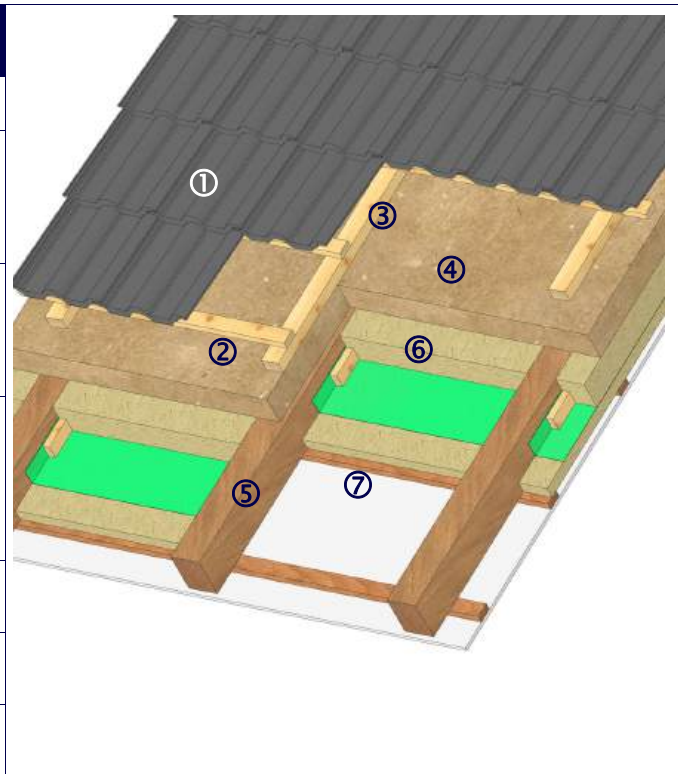
Abb. B1.14 Die seitliche Bohle dient sowohl der Sparrenverstärkung als auch der Vergrößerung der Hauptdämmebene. Aufgrund der komplexen Geometrie bietet sich das Einblasverfahren für den Dämmstoff an.

# 1. Zusatzdämmung mit Holzfaser-Dämmplatten

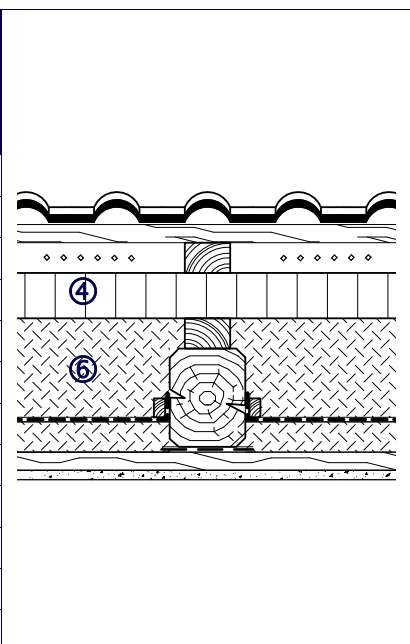
Einen enormen Zuwachs hat die Zusatzdämmung aus Holzfaser-Dämmplatten oberhalb der Sparrenlage. Zu Recht, denn die diffusionsoffene Eigenschaft passt ideal zu den Anforderungen eines Altbaus. Ebenso positiv wirkt sich die feuchteregulierende Eigenschaft durch Feuchteaufnahme und Abgabe aus. Verbreitet ist die Dicke bis 60 mm, hier können die Konterlatten noch „handwerklich“ mit Nägeln befestigt werden (siehe Abschn. E3.5. ab Seite 208). Ab der Dicke 80 mm ist eine Verschraubung nach statischen Vorgaben erforderlich.

nahme und Abgabe aus. Verbreitet ist die Dicke bis 60 mm, hier können die Konterlatten noch „handwerklich“ mit Nägeln befestigt werden (siehe Abschn. E3.5. ab Seite 208). Ab der Dicke 80 mm ist eine Verschraubung nach statischen Vorgaben erforderlich.

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung mit CE-Kennzeichnung der Güte: S10, NKL 2, GK 0, trocken $u \leq 20\%$ ; Abstände nach Angabe des Ziegelherstellers mit ca. 33 cm; Querschnitt nach Tab. E3.25, Seite 209; Befestigung in die Konterlatten nach [28]
③	Konterlatte $\uparrow$ (C24, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren; Querschnitt und Befestigung ist nach Herstellerangaben der Holzfaserplatten auszuführen bzw. siehe auch Tab. E3.22, Seite 208
④	Unterdeckung $\uparrow$ als Holzfaser-Dämmplatte z. B. nach DIN EN 13171 mit Anwendungsgebiet DAD-ds gemäß DIN 4108-10 sowie mind. Typ SB-H nach DIN EN 622-4, für die Zusatzmaßnahme bei regensicheren Dächern werden die Klassen 3 bis 5 nach [28] erreicht (vgl. Tab. E3.17, Seite 206)
⑤	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0, ggf. mit Aufdoppelung aufgrund von Wärmeschutzanforderungen
⑥	„Dämmstoff GK 0“ $\uparrow$ , Anwendungstyp DZ nach DIN 4108-10, komprimierfähiger Faserdämmstoff (Mattenware oder Einblasverfahren)
⑦	Innenbekleidung (Altbestand) sowie Dampfbremse $\uparrow$ und Luftdichtung, Ausführung wie auf den vorigen Seiten beschrieben



U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	UDP - Unterdeckung ④ aus Holzfaser-Dämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ⑥ im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	0,040	0,035	0,032
0,24	4,2	15 mm	0,090 W/mK	180	160	150
		35 mm	0,050 W/mK	140	130	120
0,20	5,0	15 mm	0,090 W/mK	220	200	190
		35 mm	0,050 W/mK	190	170	160
		60 mm	0,045 W/mK	150	140	120
0,17	5,9	35 mm	0,050 W/mK	230	210	200
		60 mm	0,045 W/mK	200	180	160
		80 mm	0,045 W/mK	170	150	140
0,14	7,1	60 mm	0,045 W/mK	260	240	220
		80 mm	0,045 W/mK	240	210	200
		100 mm	0,045 W/mK	210	190	180
		120 mm	0,045 W/mK	190	170	150



Tab. B1.15 Dämmwerte für verschiedene Effizienzhaus-Standards (vgl. Tab. B1.10). Die Aufdoppelung der Sparren kann optional ergänzt werden.

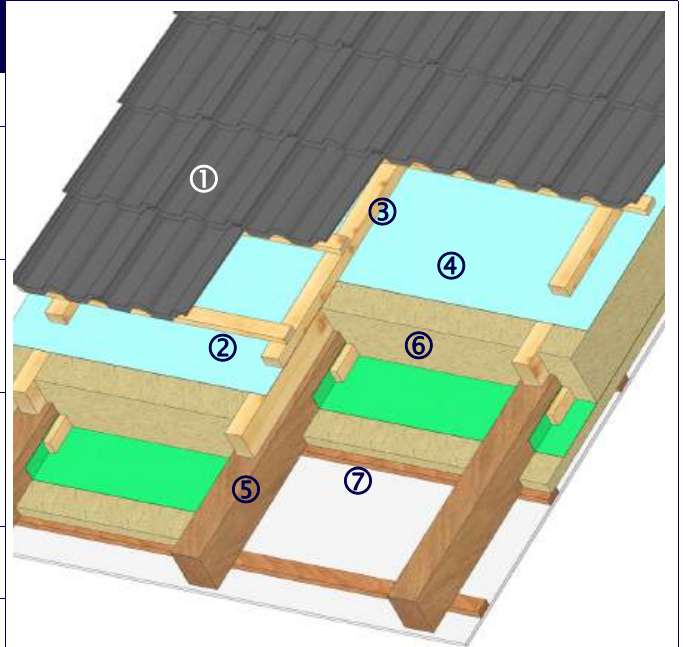
- B. Altbau
- B1. Dachsanierung von außen
  - 2. Zusatzdämmung durch Aufdoppelung

## 2. Zusatzdämmung durch Aufdoppelung

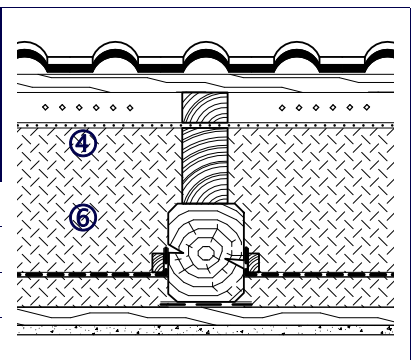
Im Dach war es viele Jahrzehnte üblich mit sehr leichten, auf Kunststoff basierenden Werkstoffen zu arbeiten. Bahnen für die Unterdeckung ↑ und „Glaswolle“ für die Hauptdämmebene zwischen den Sparren. Auch bei der Dachsanierung ist diese Methode verbreitet. Allerdings genügt

der Sparrenquerschnitt der bestehenden Dachkonstruktion zur Dämmung in der Regel nicht aus. So ist es üblich die Sparren aufzdoppeln. Soll der Sparren aus statischen Gründen verstärkt werden, so werden seitlich entsprechende Querschnitte ergänzt (vgl. Seite 62).

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung mit CE-Kennzeichnung der Güte: S10, NKL 2, GK 0, trocken $u \leq 20\%$ ; Abstände nach Angabe des Ziegelherstellers mit ca. 33 cm; Querschnitt nach Tab. E3.25, Seite 209; Befestigung in die Konterlatten nach [28]
③	Konterlatte ↑ (C24, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren; Querschnitt und Befestigung ist nach Herstellerangaben der Holzfaserplatten auszuführen bzw. siehe auch Tab. E3.22, Seite 208
④	Unterdeckung ↑ als Unterdeckbahn nach DIN EN 13859-1 der Klasse W1, für die Zusatzmaßnahme bei regensicheren Dächern werden die Klassen 3 bis 5 nach [28] erreicht (vgl. Tab. E3.17, Seite 206)
⑤	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0, mit Aufdoppelung aufgrund von Wärmeschutzanforderungen
⑥	„Dämmstoff GK 0“ ↑, Anwendungstyp DZ nach DIN 4108-10, komprimierfähiger Faserdämmstoff (Mattenware oder Einblasverfahren)
⑦	Innenbekleidung (Altbestand) sowie Dampfbremse ↑ und Luftdichtung, Ausführung wie auf den vorigen Seiten beschrieben



U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]		Dicke [mm] der Dämmung © im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit ↑ λ [W/mK] von		
			0,040	0,035	0,032
0,24	4,2	Aufdoppelung der Sparren zur Erhöhung der Dämmdicke	190	170	160
0,20	5,0		230	210	200
0,17	5,9		280	260	240
0,14	7,1		350	320	300



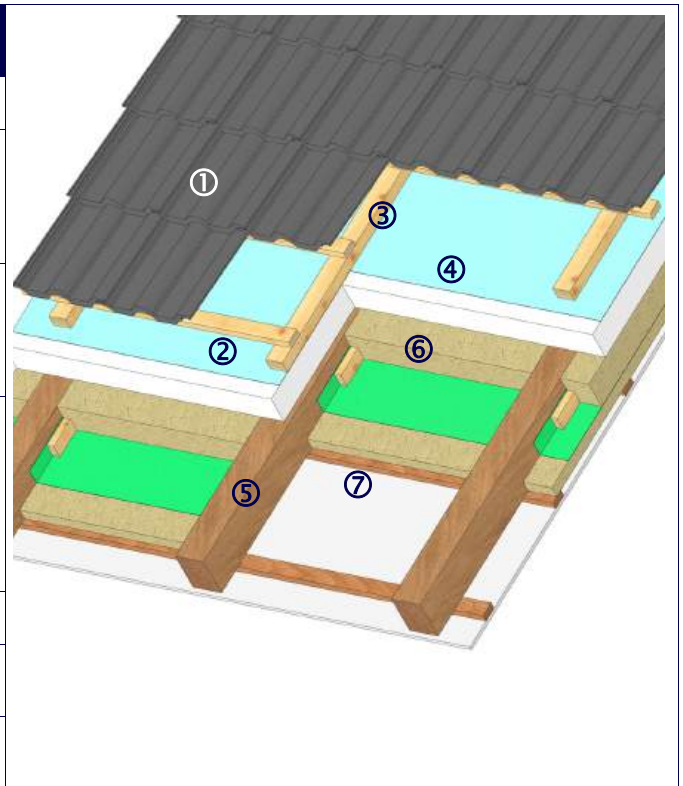
Tab. B1.16 Dämmwerte für verschiedene Effizienzhaus-Standards bei Aufdoppelung der Sparren (vgl. Tab. B1.10)

### 3. Zusatzdämmung mit Hartschaum-Dämmplatten

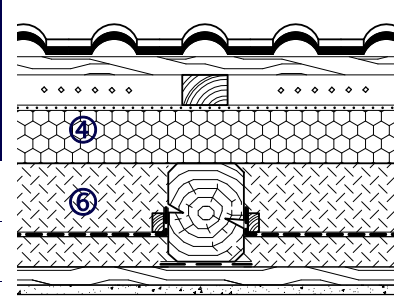
Hartschäume sind bezüglich des winterlichen Wärmeschutzes Hochleistungs-dämmstoffe. Auf diesem Gebiet sind die Polyuretane (PMDI) an der Spitze (vgl. Tab. B1.13 auf Seite 62). In der Einführung wurde beschrieben, dass der winterliche Wärmeschutz nicht die alleinige Betrachtung ist. Komfortwünsche kommen hinzu (sommerlicher Hitzeschutz, Schallschutz). Hier sind Faserdämmstoffe überlegen. Die Zusammenhänge sind im Kapitel C ausführlich beschrieben. Der Sparrenzwischenraum ist vollständig mit Dämmstoff zu füllen, denn

eine „stehende Luftschicht“ kann es in einem Schrägdach nicht geben. Thermische Luftströmungen (Kaltluft) wären hier unvermeidbar. Besonderes Augenmerk sollte bei dieser Konstruktion auf den Feuchteschutz gelegt werden. Die Hartschaum-Dämmstoffe sind stark diffusionsgehemmt und können Feuchte nicht regulieren (Aufnahme / Abgabe). Insofern ist ein Feuchteschnitznachweis mit dem Ziel einer „tauwasserfreien“ Konstruktion dringend zu empfehlen.

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung mit CE-Kennzeichnung der Güte: S10, NKL 2, GK 0, trocken $u \leq 20\%$ ; Abstände nach Angabe des Ziegelherstellers mit ca. 33 cm; Querschnitt nach Tab. E3.25, Seite 209; Befestigung in die Konterlatten nach [28]
③	Konterlatte (C24, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren; Querschnitt und Befestigung ist nach Herstellerangaben der Dämmplatten auszuführen
④	Dämmelement aus Hartschäumen nach DIN EN 13163/64/65, selbsttragend, Anwendungsgebiet DAD-ds gemäß DIN 4108-10, ggf. unterseitige Kaschierung mit einer Dampfsperre, oberseitige Kaschierung einer Unterdeckbahn als Zusatzmaßnahme bei regensicheren Dächern, die Klassen 3 bis 5 nach [28] werden erreicht (vgl. Tab. E3.17, Seite 206)
⑤	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0
⑥	„Dämmstoff GK 0“, Anwendungstyp DZ nach DIN 4108-10, komprimierfähiger Faserdämmstoff (Mattenware oder Einblasverfahren)
⑦	Innenbekleidung (Altbestand) sowie Dampfbremse und Luftdichtung, Ausführung wie auf den vorigen Seiten beschrieben



U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]		Dicke [mm] der Dämmung ④ der Aufdachdämmung bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] von		
			0,035	0,027	0,023
0,20	4,2	Sparrenhöhe 140 mm, Hohlraumdämmung ⑥ der Wärme- leitfähigkeit 0,035 W/mK	40	—	—
0,17	5,9		70	60	50
0,14	7,1		120	90	80



Tab. B1.17 Dämmwerte für verschiedene Effizienzhaus-Standards bei Zusatzdämmung aus Hartschaum (vgl. Tab. B1.10)

## B2. Wand mit Dämmung von außen

### Einführung

Bei der Gebäudemodernisierung stehen zwei Ziele im Vordergrund:

1. Der Gebäudebestand soll weniger Energie verbrauchen.
2. Dazu soll möglichst auf fossile Energieträger verzichtet werden.

Bei derzeitigem Technologiestand ist die Wärmepumpe eine sehr naheliegende Maßnahme. Für den Einsatz in Bestandsgebäuden ist ein Mindestdämmstandard der Gebäudehülle notwendige Voraussetzung. Denn die Niedertemperatur-Heizungen laufen bei moderaten Heizlasten am effizientesten. Bei der nachträglichen Dämmung von Mauerwerk sind Holzkonstruktionen mit ihren verschiedenen Fassadenvarianten mögliche Optionen.

### Bestandsmauerwerk energetisch bewerten

Vor der energetischen Sanierung von Außenwänden steht die Prüfung des bestehenden Wandaufbaus an erster Stelle. Daraus leiten sich die Möglichkeiten der nachträglichen Wärmedämmung und der Fassadengestaltung ab. Die bereits vorhandene Dämmqualität der Bestandswand hängt von der Art der Steine, der Steindicke und dem Vorhandensein einer Luftschicht $\uparrow$  und ggf. Dämmschicht ab.

Um die Dämmleistung einzelner Bauteilschichten einfacher und schneller erfassen zu können, ist der Wärmedurchlasswiderstand ( $R_T$ -Wert) eine zentrale Kenngröße. Denn die R-Werte der einzelnen Bauteilschichten können aufaddiert werden, siehe „Einfaches Abschätzen mit dem R-Wert“ auf Seite 75.

In Tab. B2.1 werden vier typische Wandarten mit den zugehörigen Wärmedurchgangswiderständen vorgestellt.

### Mauerwerk, zweischalig, 2 x 11,5 cm mit Luftschicht $\uparrow$

Hinweise auf den Aufbau zweischaliger Außenwände gibt deren Gesamtdicke. Bei Außenwänden mit einem Maß von 30–35 cm ist folgende Ausführung möglich:

Innenputz, ein nur 11,5 cm dickes Hintermauerwerk, 5–8 cm Luftspalt und 11,5 cm Vormauerwerk als Sichtklinker oder verputzt. Handelt es sich bei den beiden Mauerwerksschalen um jeweils „halbsteiniges“ Mauerwerk (jeweils 11,5 cm), so müssen beide Schalen erhalten bleiben, weil sie nur im Verbund als tragendes Mauerwerk bei Außenwänden gelten können.

Die Variante aus zwei 11,5 cm Mauerwerksschalen mit Luftspalt wurde ab 1860 gebaut. Um eine Verzahnung zwischen Innen- und Außenschale herzustellen, wurden Bindersteine quer eingebaut. Diese stellen Wärmebrücken dar. Bei diesem „Hohlschichtmauerwerk“ lässt sich die Luftschicht $\uparrow$  nachträglich mit Dämmstoff verfüllen. Der Wärmedurchgangswiderstand ( $R_T$ -Wert) der Bestandswand beträgt ca. 0,61 m<sup>2</sup>K/W, siehe Tab. B2.1.

Wird die Hohlschicht ausgedämmt (Einblasdämmung), so ist die Mindestanforderung gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) erfüllt, wenn das Material einen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$  von  $\lambda_B = 0,045$  W/mK aufweist.

Die Dicke der Hohlschicht kann beispielsweise durch endoskopische Untersuchungen ermittelt werden. Als Dämmmaterial kommen Polystyrol-Kügelchen (EPS), Steinwolle, Perlite oder Blähglas-Granulat zum Einsatz. Eine Dämmung mit kunststoffbasierenden Schäumen sollte wegen der diffusionsperrenden Wirkung vermieden werden.

Im besten Fall kann sich der Wärmedurchgangswiderstand der Außenwand aus Tab. B2.1. durch eine nachträgliche Kerndämmung auf ca. 3,0 m<sup>2</sup>K/W verbessern, siehe Tab. B2.2. Dies entspricht einem U-Wert von 0,33 W/m<sup>2</sup>K.

Bauteilschicht	Schichtdicke d [cm]	Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda_B$ [W/mK]	R-Wert d / $\lambda_B$ [m <sup>2</sup> K/W]	Prinzipskizze
Wärmeübergangswiderstand $R_{Si}$			0,13	
Innenputz	1,5	0,70	0,02	
Vollziegel 1800 kg/m <sup>3</sup>	11,5	0,81	0,14	
stehende Luftschicht $\uparrow$	5,0-8,0	–	0,16	
Vormauerziegel, 2000 kg/m <sup>3</sup>	11,5	0,96	0,12	
Wärmeübergangswiderstand $R_{Se}$			0,04	
<b>Wärmedurchgangswiderstand <math>R_T</math></b>		(Summe)	<b>0,61 m<sup>2</sup>K/W</b>	
<b>U-Wert</b>	1 / $R_T = 1 / 0,61$		<b>1,64 W/m<sup>2</sup>K</b>	

Tab. B2.1 typischer Wärmedurchgangswiderstand eines Hohlschichtmauerwerks

Dicke der Hohl-schicht d [cm]	Wärmeleitfähigkeit $\uparrow$ $\lambda_B$ [W/mK]		
	0,033 <sup>a</sup>	0,035 <sup>b</sup>	0,045 <sup>c</sup>
5,0	1,52	1,43	1,11
6,0	1,82	1,71	1,33
7,0	2,12	2,00	1,56
8,0	2,42	2,29	1,78

Tab. B2.2 R-Werte verschiedener Einblasdämmstoffe für die nachträgliche Kerndämmung

<sup>a</sup> z. B. Polystyrol-Kügelchen (EPS), u. a. RigiBead Premium 033

<sup>b</sup> z. B. Steinwolle, u. a. Rockwool Fillrock KD Plus

<sup>c</sup> z. B. Perlite, u. a. Knauf Hyperdämm

### Tragendes Hintermauerwerk mit „nichttragender“ Vormauerschale

Zweischalige Außenwände von Altbauten bestehen meist aus einem 24 cm dicken Hintermauerwerk (seltener 17,5 cm) und einer vorgesetzten Vormauerschale aus 11,5 cm Klinker. Dazwischen ist entweder nur ein Luftspalt oder auch schon eine dünne Dämmschicht aus 3–5 cm Mineralwolle oder Hartschaumplatten. Weist das tragenden Hintermauerwerk einen geringen R-Wert auf (z. B. Kalksandstein), so wurde schon ab den 1950er Jahren durchaus mit einer geringen Dämmschicht gebaut. Bei einem Hintermauerwerk aus Voll- oder Lochziegeln, HBL-Leichtbetonsteinen oder Porenbeton findet man dagegen noch bis in die 1970er Jahre Verklinkerungen ohne Dämmschicht. Hinweise auf den Schichtaufbau einer verklinkerten Außenwand gibt ebenfalls deren Gesamtdicke. Mögliche Ausführungen sind in Tab. B2.3 dargestellt.

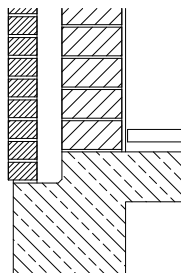
	Mörtelfuge	nur Luftschicht $\uparrow$	Teildämmung	Kerndämmung
Prinzip-skizze				
Fugenausführung	Fuge ungedämmt, 2 cm Schalenfuge	4–8 cm Luftschicht $\uparrow$ <sup>a</sup>	Teildämmung 3–5 cm	Kerndämmung, ab 8 cm
R-Wert	~0,6 m²K/W	~0,7 m²K/W	~1,3 m²K/W	~3,4 m²K/W
Gesamtdicke <sup>b</sup>	ca. 40 cm	ca. 42–46 cm	ca. 42–46 cm	mind. 45 cm
Ausführung	-	bis 1960er Jahre	nach 1978	ab ca. 1985

Tab. B2.3 mögliche Aufbauten zweischaliger Außenwände im Bestand

<sup>a</sup> mit und ohne Zuluftöffnungen ausgeführt

<sup>b</sup> Angenommen ist hier ein tragendes Hintermauerwerk von 24 cm. Ausgeführt wurden stattdessen auch 17,5 cm, 20 cm und später 30 cm. Die Gesamtdicken weichen dann entsprechend ab.

Das nachträgliche Ausdämmen der Luftschicht  $\uparrow$  ist möglich. Die Dämmstoffe sind in Tab. B2.2 bewertet. Die entsprechenden R-Werte des Hintermauerwerks sind der Tab. B2.4 zu entnehmen. Das Vormauerwerk stellt in der energetischen Sanierung von außen eine Wärmebrücke dar. Soll nicht nur die Fuge nachträglich gedämmt, sondern von der Außenseite eine Dämmschicht aufgebracht werden, so ist das Vormauerwerk ungünstig. Es besteht eine Wärmebrücke zum Fundament.



### Mauerwerk, einschalig

Die Dämmwirkung eines vorhandenen einschaligen Mauerwerks, zwei-seitig verputzt, kann je nach Baustoff und Steindicke sehr unterschiedlich ausfallen. Auch der Mörtel spielt eine Rolle. Leichtmörtel kam ab den 1980er Jahren zum Einsatz, wodurch sich die R-Werte des Mauerwerks verbesserten. In der Tab. B2.4 sind Anhaltswerte zu finden, wobei von Normalmörtel ausgegangen wurde. Zu den Werten der Tab. B2.4 kann für Innen- und Außenputz sowie die Wärmeübergangswiderstände innen und außen noch ca. 0,21 m²K/W hinzugerechnet werden, um den Wärmedurchgangswiderstand der gesamten einschaligen Wand zu erhalten.

Insofern sollte über den Rückbau des Vormauerwerks ernsthaft nachgedacht werden. Dadurch kann eine deutlich geringere Wanddicke erreicht werden und das Fenster wird sodann in der Dämmebene positioniert.

Mauerwerk aus	Zeitraum der Produktion	mittlere Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Schichtdicke d [cm]	Wärmeleitfähigkeit λ <sub>B</sub> [W/mK]	R-Wert <sup>a</sup> d / λ <sub>B</sub> [m <sup>2</sup> K/W]
Klinker mit Normalmörtel	1952 bis 1981	≥ 1900	11,5	1,05	0,1
	ab 1981	2000		0,96	0,1
Vollziegel, Hochlochziegel	1952 bis 1981	1800	24,0	0,79	0,3
	ab 1981	1800	17,5	0,81	0,2
			24,0		0,3
Hochlochziegel A+B mit Normalmörtel	ab 1981	900	24,0	0,42	0,6
			30,0		0,7
Hohlblocksteine aus Leichtbeton, Normalmörtel	ab 1981	900	30,0	0,55	0,5
			36,5		0,6
		1400	30,0	0,90	0,3
			36,5		0,4
Gas- und Schaumbetonsteine (DIN 4165) und Leichtkalkbetonsteine, dampfgehärtet	ab 1959	800	17,5	0,35	0,5
			24,0		0,7
			30,0		0,8
Gas- und Schaumbetonsteine und Leichtkalkbetonsteine, luftgehärtet	Stand 1960	1000	17,5	0,48	0,3
			24,0		0,5
			30,0		0,6
Gasbeton-Blocksteine nach DIN 4165	Stand 1979	800	24,0	0,29	0,8
			30,0		1,0

Tab. B2.4 typische R-Werte von Mauerwerkswänden (ohne Putz) im Altbau mit Normalmörtelfugen

<sup>a</sup> Die R-Werte sind auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet, ab der zweiten Nachkommstelle „7“ aufgerundet, sonst abgerundet.

### Altes Mauerwerk mit wärmegeprägten Fassaden

Bei den nachfolgenden Beispielen wurde bei den Bestandskonstruktionen von einschaligem Mauerwerk ausgegangen. Bei zweischaligem Mauerwerk gilt, dass entweder die äußere Verblendschale abgetragen (nur bei nichttragendem Vormauerwerk) oder der Zwischenraum der Wandschalen mit mineralischer Dämmung im Einblasverfahren verfüllt wird.

→ Wichtig: Verbleibende Luftschichten↑ können mit Kaltluft durchströmt werden. Damit würde die Wirkung der neuen Außendämmung erheblich reduziert.

Innerhalb der Grundlattung sollten Faserdämmstoffe (als Matte von der Rolle) verwendet werden. Die Dicke sollte unbedingt zwei Zentimeter größer gewählt werden. So werden ungedämmte Bereiche und damit Kaltluftströmung hinter der Dämmung vermieden.

### Konstruktionen auf Altbau-Mauerwerk

Grundprinzip der drei nachfolgend gezeigten Konstruktionen ist das Aufdübeln einer Grundlattung mit der Verankerung im bestehenden Mauerwerk. Jede Art von Fassadenkonstruktion kann an der Grundlattung mit Schrauben montiert werden.

Holzkonstruktionen zur energetischen Sanierung von Außenwänden bieten große Vorteile:

- Ausgleich von Unebenheiten
- Überbrückung brüchiger Putzschichten
- vorhandene Beschichtungen können verbleiben
- einheitliche Fassadengestaltung trotz unterschiedlicher Bereiche der Bestandswand, z. B. aus verschiedenen Materialien und / oder Baujahren

→ Die auf den Folgeseiten gezeigten Konstruktionen sind für alle Untergründe des Altbaus geeignet.

# 1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung	
①	Grundlattung, horizontal auf das Mauerwerk gedübelt. Querschnitt der Latte mindestens 60 x 80 mm (NKL 2, C24, GK 0)
②	Vertikallattung, Querschnitt der Latte mindestens 60 x 60 mm (NKL 2, C24, GK 0) Die Verbindung zur Grundlattung erfolgt mit zwei Schrauben pro Kreuzungspunkt.
③	„Dämmstoff GK 0“↑, Anwendungstyp WH
④	Unterdeckung↑ als Holzfaser-Dämmplatte. Die Befestigung erfolgt mit der Konterlattung zur Aufnahme der Fassadenkonstruktion. Konterlatte↑ (S10, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Element. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben Holzfaserplatten ausführen bzw. siehe auch Tab. E3.22, Seite 208
⑤	Fassadenbekleidung mit Traglattung nach Anforderung

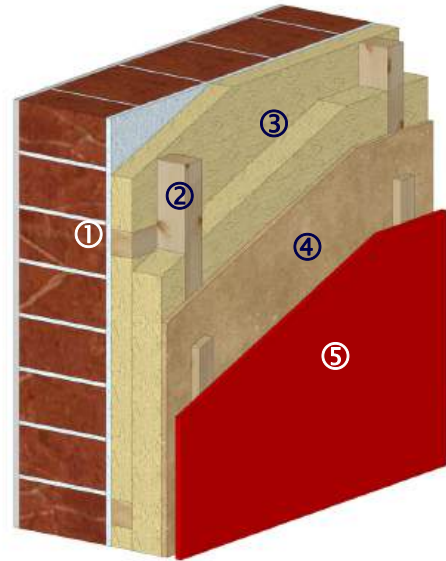
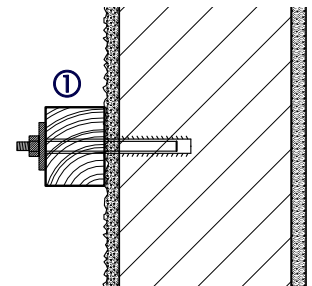


Abb. B2.5 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Vertikalschnitte)

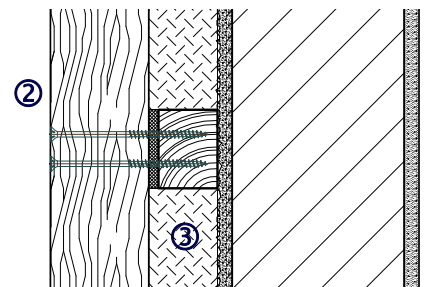
Die Grundlattung ① wird horizontal auf das Mauerwerk gedübelt. Der Querschnitt der Latte beträgt mindestens 60 x 80 mm (NKL 2, C24, GK 0). Zu empfehlen ist, dass die Grundlatte flach auf dem Mauerwerk befestigt wird. Damit soll die Verformung (Abkippen) vermieden werden, außerdem wird die Anschlussfläche für die Befestigung der vertikalen Latte vergrößert. Pro Kreuzungspunkt sind mindestens zwei Schrauben erforderlich.



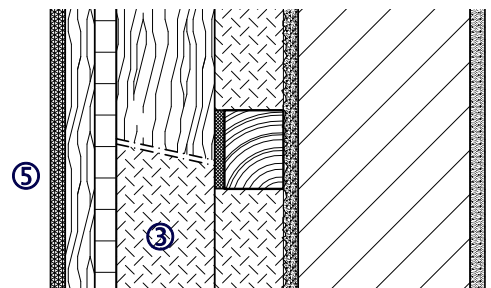
Mit dem Aufbringen der vertikalen Latte ② (NKL 2, C24, GK 0) wird die Ebenheit der Konstruktion hergestellt.

Die hier gezeigte doppelte Lattung wird kreuzweise angeordnet. So kann mit einfachen und zuverlässigen Mitteln eine dauerhaft hoch tragfähige Konstruktion mit perfekter Ebenheit hergestellt werden.

Dämmstoff ③ innerhalb der Grundlattung zwei Zentimeter dicker wählen oder einen Einblasdämmstoff verwenden.



Die Fassade ⑤ wird hier symbolisch als beliebiger Werkstoff dargestellt. Die Herstellerangaben mit den Verarbeitungsempfehlungen sind zu beachten. Hinweise zur Verarbeitung und Befestigung enthält die Fachregel 01 des Zimmererhandwerks „Außenwandbekleidungen aus Holz“ [1] [30] (zu beziehen unter [www.fg-holzbau.de](http://www.fg-holzbau.de)) sowie [30].



- B. Altbau  
 B2. Wand mit Dämmung von außen  
 1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung (Variante mit Stegträgern)	
①	Grundlattung, vertikal auf das Mauerwerk gedübelt. Querschnitt der Latte mindestens 40 x 60 mm (NKL 2, S10, GK 0)
②	T-Träger als halbiertes Stegträger (mittig aufgetrennt), NKL 2, S10, GK 0, bei verklebter Verbindung ist eine Zulassung erforderlich.
③	„Dämmstoff GK 0“ <sup>↑</sup> , Anwendungstyp WH als Einblasdämmung
④	Unterdeckung <sup>↑</sup> als Holzfaser-Dämmplatte. Die Befestigung erfolgt mit der Konterlattung zur Aufnahme der Fassadenkonstruktion. Konterlatte <sup>↑</sup> (S10, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Element. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben Holzfaserplatten ausführen bzw. siehe auch Tab. E3.22, Seite 208.
⑤	Fassadenbekleidung mit Traglattung nach Anforderung

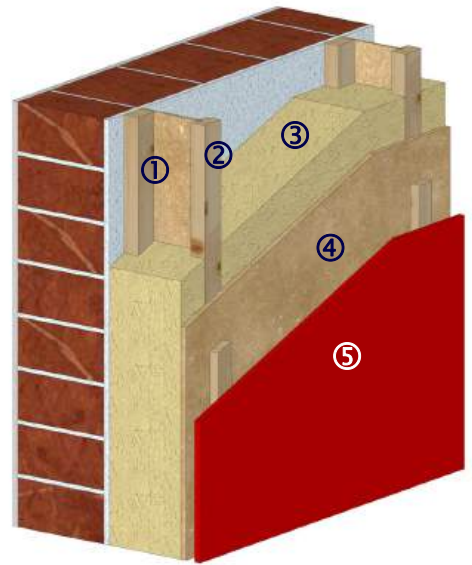


Abb. B2.6 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Horizontalschnitte)

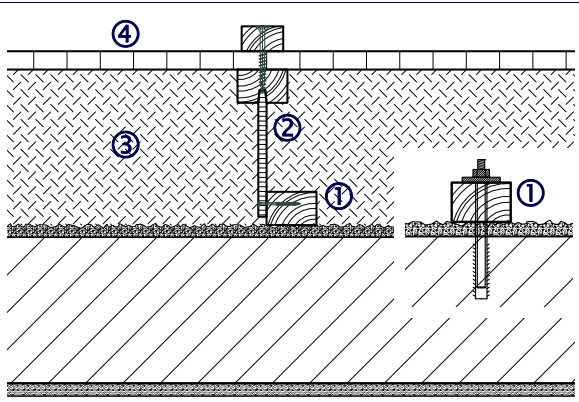
Diese Variante hat einige Vorteile. Alle Latten können vertikal montiert werden, die Holzquerschnitte sind reduziert. Als Grundlatte ① genügt ein Querschnitt von 40 x 60 mm, flach auf das Mauerwerk gedübelt (kleines Bild).

Gepaart mit einer Wärmedämmung mit Einblasdämmstoffen kann diese Variante sehr wirtschaftlich zu erstellen sein.

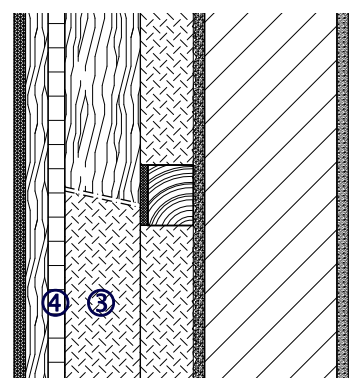
Der T-Träger ② kann aus Stegträgern (mittig aufgetrennt) hergestellt werden. Der Höhenausgleich und die Befestigung sind hier vereinfacht herstellbar.

➔ Aufgrund der komplexen geometrischen Form des Hohlraums ist es sinnvoll, Einblasdämmstoffe ③ zu verwenden.

➔ Um Verformungen zu vermeiden, sollten die Stegträger unmittelbar vor Ort aufgetrennt werden.



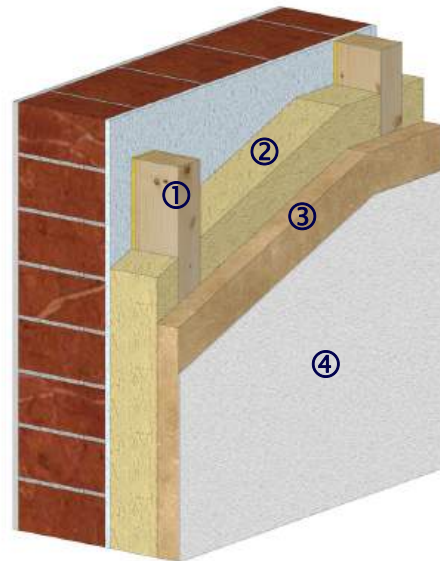
U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> [m²K/W]	Unterdeckung <sup>↑</sup> ④ aus Holzfaser-Dämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Gefach (Aufdoppelung erforderlich) bei einer Wärmeleitfähigkeit <sup>↑</sup> λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit <sup>↑</sup> λ	0,040	0,035	0,032
0,24	4,17	15 mm	0,090 W/mK	160	160	140
		22 mm	0,050 W/mK	160	140	140
0,20	5,00	22 mm	0,050 W/mK	200	180	160
		35 mm		180	160	160
0,17	5,88	22 mm	0,050 W/mK	240	220	200
		35 mm		220	200	180
		60 mm		200	180	160



Tab. B2.7 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie verschiedene Effizienzhaus-Standards  
 Vorhandenes Mauerwerk aus 240 mm Hochlochziegel beidseitig Putz, R ≈ 0,34 (m²K/W)

## 2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung

Mindestanforderungen für die Ausführung sowie Textelemente für eine Leistungsbeschreibung	
①	Grundlattung, vertikal auf das Mauerwerk gedübelt. Querschnitt der Latte mindestens 60 x 60 mm (NKL 2, C24, GK 0)
②	„Dämmstoff GK 0“ ↑, Anwendungstyp WH
③	Holzfaser-Dämmplatte als WDVS mit Zulassung Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben
④	Putzbeschichtung mit Armierung gemäß Zulassung WDVS

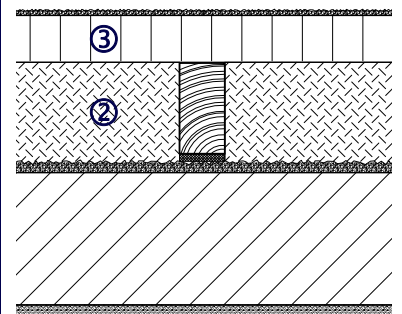


Das hier gezeigte WDVS wird mit Breitrückenklammern auf dem Untergrund montiert. So kann mit einfachen und zuverlässigen Mitteln eine dauerhaft hoch tragfähige Konstruktion mit perfekter Ebenheit hergestellt werden.

→ Bei höheren Wärmeschutzanforderungen können Kreuzlattungen verwendet werden (siehe Seite 69).

→ Für das WDVS ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ↑ bezogen auf eine Holzunterkonstruktion erforderlich.

U-Werte [W/m <sup>2</sup> K]	R <sub>T</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Putzträgerplatte ③ aus Holzfaser-Dämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ② im Gefach (Aufdoppelung erforderlich) bei einer Wärmeleitfähigkeit ↑ λ [W/mK] von		
		Dicke	Wärmeleitfähigkeit ↑ λ	0,040	0,035	0,032
0,24	4,17	60 mm	0,045 W/mK	120	100	100
0,20	5,00	60 mm	0,045 W/mK	140	140	120
		80 mm		120	120	100
0,17	5,88	60 mm	0,045 W/mK	180	160	160
		80 mm		160	140	140
		100 mm		140	120	120

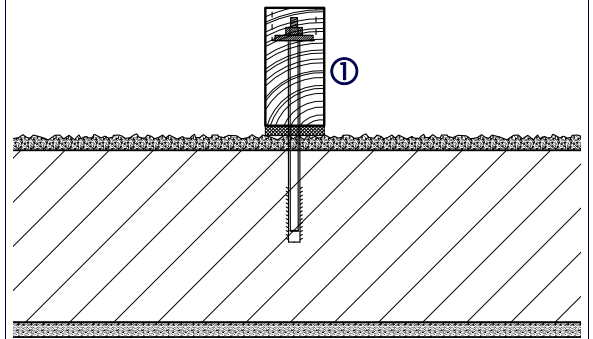


Tab. B2.8 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie verschiedene Effizienzhaus-Standards  
Vorhandenes Mauerwerk aus 240 mm Hochlochziegel beidseitig Putz, R ≈ 0,34 (m<sup>2</sup>K/W)

- B. Altbau
- B2. Wand mit Dämmung von außen
  - 2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung

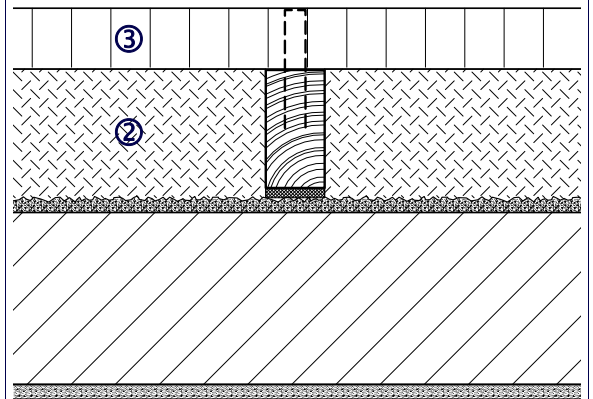
Abb. B2.9 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Horizontalschnitte)

Die Grundlattung ① wird vertikal auf das Mauerwerk gedübelt. Der Querschnitt der Latte beträgt mindestens 60 x 60 mm (NKL 1, C24, GK 0). Die Dicke richtet sich nach den Wärmeschutzanforderungen. Die Dübel sind zu versenken, um die Montage der Holzfaserplatte zu ermöglichen. Der Fluchtausgleich ist durch Unterklotzung zwischen Grundlattung und bestehender Mauerwerkswand herzustellen.



Dämmstoff ② innerhalb der Grundlattung sollte zwei Zentimeter dicker ausgeführt werden. Grund ist, dass der Dämmstoff unbedingt formschlüssig an der Mauerwerkswand anliegen sollte.

Die Putzträgerplatte ③ mindestens mit der Dicke 60 mm aufbringen (Gewährleistung der Formstabilität). Die Befestigung erfolgt z. B. mit Breitrückenklemmen gemäß Zulassung und den Herstellerangaben.



Die Putzbeschichtung erfolgt im System gemäß Zulassung.

→ Hinweis:

Die Putzbeschichtung allein muss den Witterungsschutz vollständig erfüllen. Die Ausführung muss systemkonform erfolgen (siehe entsprechende Zulassung).

Es ist zu empfehlen, dass der gesamte Fassadenaufbau einschl. Putz und Fensteranschluss in der Ausführung bei einem Handwerker verbleibt, um selbst die Detailausbildung koordinieren zu können.

→ Empfehlung:

Putzfassaden gelten als robust, wenn diese nach dem Prinzip von Abschn. 1. „Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung“ ab Seite 69 ausgeführt werden. In dem Fall wird eine hinterlüftete Putzträgerplatte als Fassadenbekleidung ausgeführt.

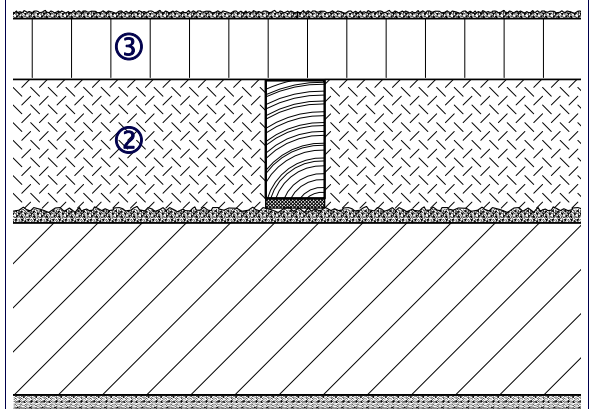




Bild: Swiss Krono Tex

# C. Bauphysik

<b>C1. Wärmeschutz.....</b>	<b>74</b>	<b>C5. Holzschutz.....</b>	<b>114</b>
1. U-Wert – was ist das? .....	74	1. Gefährdungspotenziale .....	115
2. Der Energiebedarf .....	79	2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser.....	117
3. Wärmeschutzstandards .....	83	3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen .....	117
4. sommerlicher Hitzeschutz .....	86	4. Chemischer Holzschutz.....	123
5. Innendämmung.....	89	5. Lattungen beim Dach .....	124
<b>C2. Luftdichtung .....</b>	<b>90</b>	6. Fassaden an Außenwänden .....	125
1. Konzept zur Luftdichtung im Neubau .....	90	<b>C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz.....</b>	<b>127</b>
2. Ausführung von Luftdichtungen.....	92	1. Gebäude und Nutzung .....	127
3. Luftdichtheit überprüfen.....	94	2. Bauteile und Ausrüstung .....	131
<b>C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen .....</b>	<b>95</b>	3. Baustoffe .....	133
<b>C4. Feuchteschutz.....</b>	<b>97</b>	4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten.....	135
1. Klima und Feuchte.....	97	5. Fassadenbekleidungen .....	139
2. Dampfbremse versus Dampfsperre.....	99	6. Muster-Holzbaurichtlinie .....	141
3. Der $s_d$ -Wert.....	102	<b>C7. Schallschutz.....</b>	<b>145</b>
4. Umkehrdiffusion.....	105	1. Luftschalldämmung, Wände.....	147
5. Winddichtung.....	108	2. Luftschalldämmung, Außenbauteile .....	154
6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk .....	108	3. Trittschalldämmung, Decken.....	156
7. Schimmel.....	110	<b>C8. Tragwerk .....</b>	<b>166</b>
		1. Lastannahmen.....	169
		2. Wandscheiben.....	171
		3. Deckenscheiben.....	176
		4. Aussteifung von Dachflächen .....	179
		5. Tragfähigkeit von Holz.....	181

# C1. Wärmeschutz

## 1. U-Wert – was ist das?

Der U-Wert ist ein spezifischer Kennwert eines Bauteils. Er dient der Berechnung des Wärmeverlustes und dem Vergleich der wärmeschutztechnischen Qualität von Gebäudehüllflächen, wie z. B. Außenwand, Fenster, Dach oder Bodenplatte. In verschiedenen Regelwerken werden maximale U-Werte für Außenbauteile festgelegt, beispielsweise

- im Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderung von Bauteilen im Bestand
- in Förderprogrammen zur Energieeffizienz von Gebäuden

Beim Wärmeschutz von Gebäuden gibt es zwei Berechnungsziele:

- Den Hausbesitzer oder Mieter interessiert der Energiebedarf des Gebäudes. Hat ein Gebäude einen Energiebedarf von 1.000 Litern Heizöl, so entspricht das ca. 1.000 cbm Erdgas und einer Wärmeenergiemenge von ca. 10.000 kWh (Siehe „U-Wert und Energiebedarf“ auf Seite 78).
- Dem Bauschaffenden ist für die Ausführung der U-Wert wichtig. Der besagt, wie hoch der Grad der Wärmedämmung für ein spezielles Bauteil sein muss – wie dick die Dämmung sein soll.

Die wichtigsten Größen zur Berechnung des U-Wertes sind in Tab. C1.1 aufgeführt.

Kurzzeichen <sup>a</sup>	Definition
$\lambda$ [W/mK]	Wärmeleitfähigkeit ↑ – Wärmemenge, die in 1 Sekunde durch 1 m <sup>2</sup> einer 1 m dicken Schicht eines Stoffes hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz der Bauteiloberflächen 1 Kelvin beträgt.
R [m <sup>2</sup> K/W]	Wärmedurchlasswiderstand – Widerstand einer Bauteilschicht oder eines Bauteils gegen das Hindurchlassen von Wärme.
R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> K/W] R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	Wärmeübergangswiderstand – Widerstand, den die innere Bauteiloberfläche „si“ und die äußere Bauteiloberfläche „se“ dem Wärmestrom entgegensetzt.
R <sub>T</sub>	Wärmedurchgangswiderstand – Summe aus dem Wärmedurchlasswiderstand R (alle Schichten) und den Wärmeübergangswiderständen (R <sub>si</sub> und R <sub>se</sub> )
U [W/m <sup>2</sup> K]	Wärmedurchgangskoeffizient – Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes R <sub>T</sub> (U = 1/R <sub>T</sub> )

Tab. C1.1 Kenngrößen zur Berechnung des U-Wertes

<sup>a</sup> R steht für „Resistance“ und bedeutet Widerstand.  
 U aus engl. „Unit of heat-transfer“, übersetzt Einheit der Wärmeübertragung.

Der gewünschte Energiebedarf bildet bei den Berechnungen eines Gebäudes die Basis. Durch die Festlegung der Ausführung werden schließlich die U-Werte und damit die Dämmdicken ermittelt.

Der U-Wert ist die Wärmedurchgangszahl, auch Wärmedurchgangskoeffizient genannt. Es ist die Energiemenge von einem Joule, die pro Sekunde durch einen Quadratmeter Bauteilfläche übertragen wird. Dabei beträgt die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen einen Kelvin. Je größer der U-Wert, desto größer der Wärmeverlust.

$$U\text{-Wert} = \frac{\text{Energiemenge}}{\text{Zeit} \times \text{Fläche} \times \text{Temperaturdifferenz}}$$

Die Energiemenge von einem Joule entspricht einer Wattsekunde.

$$U\text{-Wert} = \frac{Ws}{s \times qm \times K} = \frac{W}{qm \times K}$$

Vereinfachend wird die Sekunde aus der Einheit für den U-Wert entfernt. Dies ist mathematisch zwar korrekt, allerdings für ein Verständnis der Hintergründe wenig sinnvoll.

Beim Wärmedurchgang von einem Raum durch ein Bauteil hindurch zur Außenluft werden drei Einzelvorgänge unterschieden (Abb. C1.3):

1. Wärmeübergang von der Raumluft zur raumseitigen Bauteiloberfläche
2. Wärmedurchgang durch das Bauteil
3. Wärmeübergang von der außenseitigen Bauteiloberfläche an die Außenluft

zu 2.:

Ein Bauteil setzt der Übertragung der Wärmeenergie einen Widerstand entgegen, der durch das Verhältnis der Dicke d zur Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  definiert wird. Diese Kenngröße wird als Wärmedurchlasswiderstand R bezeichnet. Dieser ergibt sich durch Addition der Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Schichten:

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Dabei bedeutet „d“ die Schichtdicke in Metern und „ $\lambda$ “ die Wärmeleitfähigkeit ↑ der jeweiligen Schicht.

➔ Je größer der Wärmedurchlasswiderstand einer Bauteilschicht ist (R-Wert), desto besser ist ihre Dämmwirkung.

zu 1. und 3.:

Bei der Wärmeübertragung werden neben dem Wärmedurchlasswiderstand R noch die Wärmeübergangswiderstände R<sub>si</sub> und R<sub>se</sub> berücksichtigt. Der Index „si“ steht für „surface internal (Oberfläche innen)“, der Index „se“ steht für „surface external (Oberfläche außen)“.

Aus der Summe aller Wärmedurchlasswiderstände und der beiden Wärmeübergangswiderstände  $R_{si} + R_{se}$  ergibt sich der Wärmedurchgangswiderstand  $R_T$ . Der Kehrwert  $1/R_T$  bildet den U-Wert des Bauteils:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

Die Wärmeübergangswiderstände nach DIN EN ISO 6946 sind in der Tab. C1.2 aufgeführt. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von  $\pm 30^\circ$  zur horizontalen Ebene.

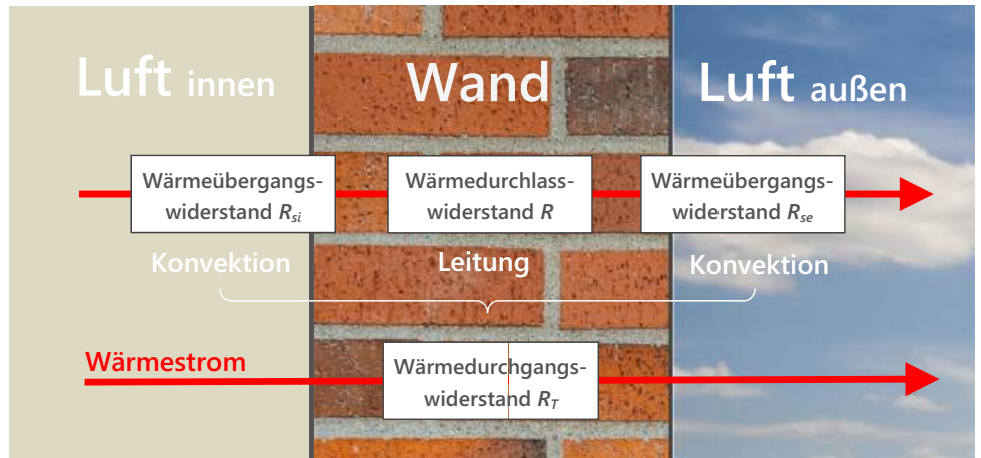
Wärmeübergangswiderstand [ $m^2K / W$ ]	Richtung des Wärmestroms		
	aufwärts	horizontal	abwärts
innen $R_{si}$	0,10	0,13	0,17
außen $R_{se}$	0,04	0,04	0,04

Tab. C1.2 Rechenwerte der Wärmeübergangswiderstände

Abb. C1.3

Aus dem Wärmedurchlasswiderstand  $R$  und den beiden Wärmeübergangswiderständen  $R_{si}$  und  $R_{se}$  ergibt sich der Wärmedurchgangswiderstand  $R_T$ .

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$



### Einfaches Abschätzen mit dem R-Wert

Die Kenngröße des Wärmedurchlasswiderstandes (R-Wert) ermöglicht ein einfaches Abschätzen der erforderlichen Dämmdicke im Neubau und bei der energetischen Sanierung.

Am Beispiel einer Außenwand in Holzrahmenbauweise im Neubau soll dies erläutert werden. Durch das vollständige Ausdämmen des Holztragwerks ist ein guter U-Wert von  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  leicht zu erreichen. Bei einer Beplankung aus  $15 \text{ mm OSB-Platten}$  wird eine Tiefe des Rahmen-

werks von  $260 \text{ mm}$  benötigt, siehe Tab. C1.4. Die Höhe der Konstruktionshölzer lässt sich reduzieren, wenn zum Beispiel als wasserableitende Schicht Holzfaser-Dämmplatten anstelle von Unterdeckbahnen eingesetzt werden. Die R-Werte von Holzfaser-Unterdeckplatten sind in Tab. C1.7 aufgeführt. Wird eine Holzfaser-Unterdeckplatte mit  $40 \text{ mm}$  Dicke eingesetzt, so ist für das ausgedämmte Rahmenwerk ein R-Wert von  $5,9 - 0,9 = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  erforderlich. Sodann kann ein Rahmenwerk mit einer Tiefe von  $220 \text{ mm}$  ausgeführt werden.

Standard	U-Wert [ $W / m^2K$ ]	$R_T = 1/U$ [ $m^2K/W$ ]	KVH mit Dämmung $\lambda_B = 0,035 \text{ W / mK}$	Stegträger mit Dämmung $\lambda = 0,040 \text{ W / mK}$
Referenzgebäude GEG	0,28	3,6	160 mm	160 mm
im Neubau üblich	0,20	5,0	220 mm	220 mm
im Holzbau leicht erreichbar	0,17	5,9	260 mm <sup>a</sup>	260 mm
Passivhaus $\uparrow$ -Niveau	0,14	7,1	300 mm <sup>a</sup>	300 mm

Tab. C1.4 Wärmedurchgangswiderstände  $R_T$  bei verschiedenen U-Werten für eine HRB-Wand,  $e = 625 \text{ mm}$

<sup>a</sup> mit KVH nicht mehr sinnvoll, Sonderanfertigung aus verleimten Querschnitten

C. Bauphysik  
 C1. Wärmeschutz  
 1. U-Wert – was ist das?

Dicke d [mm]	R-Werte bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/mK]		
	0,040	0,035	0,032
60	1,2 / 1,1	1,3 / 1,3	1,4 / 1,3
80	1,6 / 1,5	1,8 / 1,7	1,9 / 1,8
100	2,0 / 1,9	2,2 / 2,1	2,4 / 2,2
120	2,4 / 2,3	2,7 / 2,5	2,9 / 2,7
140	2,8 / 2,7	3,1 / 3,0	3,3 / 3,1
160	3,3 / 3,1	3,6 / 3,4	3,8 / 3,6
180	3,7 / 3,5	4,0 / 3,8	4,3 / 4,0
200	4,0 / 3,9	4,5 / 4,2	4,8 / 4,5

Tab. C1.5 R-Werte von gedämmten Lattungen,  $b = 80$  mm, Abstand 800 mm / 625 mm

Dicke d [mm]	R-Werte bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/mK]	
	0,05	0,045
22	0,4	—
35	0,7	—
40	—	0,9
60	—	1,3

Tab. C1.7 R-Werte für Holzfaser-Unterdeckplatten

Dicke d [mm]	R-Werte bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/mK]	
	0,040	0,035
160	3,7 / 3,6	4,1 / 4,0
200	4,7 / 4,6	5,3 / 5,1
220	5,1 / 5,0	5,8 / 5,7
240	5,6 / 5,5	6,3 / 6,2
280	6,6 / 6,5	7,4 / 7,3
300	7,0 / 6,9	8,0 / 7,8

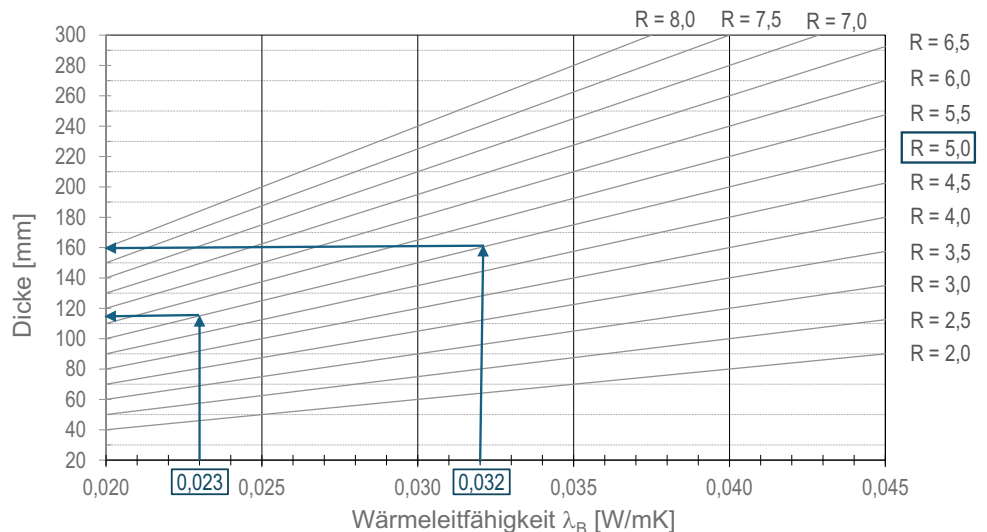
Tab. C1.6 R-Werte von Unterkonstruktionen aus Stegträgern mit Einblasdämmung, Abstand 800 mm / 625 mm

Dicke d [mm]	R-Werte bei Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/mK]			
	0,050	0,045	0,042	0,039
40	0,8	0,9	0,9	1,0
60	1,2	1,3	1,4	1,5
80	1,6	1,8	1,9	2,0
100	2,0	2,2	2,4	2,5
120	2,4	2,7	2,8	3,0

Tab. C1.8 R-Werte für Holzfaser-WDVS

➔ Dämmdicken ab 60 mm haben sich bezüglich Elastizität bei auftretenden Spannungen bewährt.

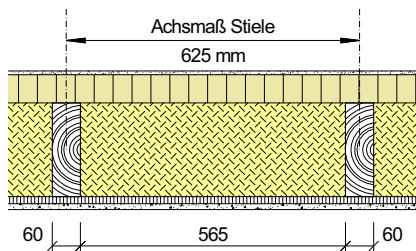
Abb. C1.9 Die nebenstehende Grafik bietet eine schnelle Möglichkeit, die notwendige Dämmdicke anhand von Wärmedurchlasswiderständen (R-Werten) und Wärmeleitfähigkeiten zu ermitteln. In dem markierten Beispiel ist ein R-Wert von  $5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  für eine homogene Dämmschicht vorgegeben. Somit wäre ein Dämmstoff mit der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_B = 0,032 \text{ W/mK}$  (z. B. Mineralwolle) in der Dicke 160 mm erforderlich. Bei einer Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_B$  von  $0,023 \text{ W/mK}$  (z. B. PU-Hartschaum) wäre es eine Dicke von 120 mm.



## Wie berechnen sich die R-Werte und der U-Wert bei Bauteilen in Holzrahmenbauart?

Im Holzbau bestehen Bauteile nicht nur aus homogenen Schichten. Bei Dachkonstruktionen sind die Sparren zu berücksichtigen und bei einer Holzrahmenbauwand das Ständerwerk und ggf. zusätzlich die Querlatung einer Installationsebene. Der Holzanteil kann je nach Achsabstand und Breite der Stiele bzw. Sparren unterschiedlich sein.

Abb. C1.10  
Beispiel Holzrahmenbauwand mit Holzfaser-WDVS ohne Installationsebene. Der Holzanteil beträgt hier 9,6 %.



In Tab. C1.11 wird ein vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung des U-Wertes und der R-Werte dargestellt.

### Anmerkung

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) verweist für die Berechnung des U-Wertes auf die Norm DIN EN ISO 6946, die für inhomogene Bauteile ein Näherungsverfahren mit Hilfe eines oberen und eines unteren Grenzwertes beschreibt.

Der Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand R entspricht dem Mittelwert der ermittelten beiden Grenzwerte. Dieses Verfahren ist bei Bauteilen mit Querlattungen recht komplex. Hier empfiehlt sich die Verwendung eines Berechnungstools.

Bauteilschichten von innen nach außen	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit ↑ λ [W/mK]	R = d / λ [m²K/W]	
			Gefach	Stiel
Wärmeübergangswiderstand R <sub>si</sub>			0,130	0,130
Gipskartonplatte	0,0125	0,250	0,050	0,050
OSB-Platte	0,015	0,130	0,115	0,115
Holzfaserdämmung im Gefach	0,20	0,040	5,000	—
Stiel	0,20	0,130	—	1,538
Holzfaser-Dämmplatte (WDVS)	0,06	0,044	1,364	1,364
Putz	0,008	0,7	0,011	0,011
Wärmeübergangswiderstand R <sub>se</sub>			0,04	0,04
Wärmedurchgangswiderstand R <sub>T</sub>		(Summe)	<b>6,71</b>	<b>3,25</b>
Flächenanteile			<b>90,4 %</b>	<b>9,6 %</b>
Formel	$R_m = (6,71 \cdot 90,4 + 3,25 \cdot 9,6) / 100 \% = 6,38$		<b>6,38 m²K/W</b>	
U-Wert	$1 / R_m = 1 / 6,38$		<b>0,157 W/m²K</b>	

Tab. C1.11 Wärmedurchlasswiderstände (R) von Bauteilschichten und U-Wert bei einer HRB-Wand

- C. Bauphysik
- C1. Wärmeschutz
  - 1. U-Wert – was ist das?

### U-Wert und Energiebedarf

Nun soll versucht werden, den Energiebedarf mit dem U-Wert in Verbindung zu bringen (Tab. C1.12). So können der Planer und die Bauherrschaft über den angestrebten Wärmedämmstandard besser diskutieren. Die Bezugsgröße in Tab. C1.12 beträgt 100 qm Bauteilfläche.

Ein kleines freistehendes Einfamilienhaus hat ungefähr 400 qm wärmeabgebende Fläche (Außenwand, Dach, Fußboden). Zur Veranschaulichung rechnen wir in Liter Heizöl als groben Schätzwert für den Energiebedarf. Diese Energieeinheit ist für alle Beteiligten griffig. Unter dem Energieträger Heizöl kann sich jeder etwas vorstellen, abgeleitet vom PKW-Kraftstoff.

U-Werte [W/m²K]	R <sub>T</sub> = 1/U [m²K/W]	Wärmedämmstandard	Wärmeenergiebedarf als grober Schätzwert in Liter Heizöl bezogen auf 100 qm Außenbauteilfläche (Mitteleuropa)	erforderliche Dämmdicke bei Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK (Standarddach <sup>a</sup> )
2,0	0,5	ungedämmt (Altbau)	1.250 Liter	10 mm
1,0	1,0	gering gedämmt (Altbau)	650 Liter	30 mm
0,25	4,0	veralteter Standard von 1995	150 Liter	160 mm
0,20	5,0	bisheriger Standard im Holzbau	125 Liter	220 mm
0,15	6,6	mit überschaubaren Mitteln erreichbar	95 Liter	280 mm
0,10	10,0	oberer Passivhausstandard	60 Liter	350 mm

Tab. C1.12 Vergleichszahlen für den Energiebedarf bezogen auf die typischen U-Werte von Außenbauteilen

<sup>a</sup> Sparren mit der Breite 60 mm und dem Abstand 0,60 m; Oberseite Unterdeckbahn; Unterseite Gipsplatten)



Abb. C1.13 Bei der energetischen Modernisierung von bestehenden Gebäuden werden die gleichen Rechenverfahren verwendet wie beim Neubau. Der Wärmeschutznachweis erfolgt nach dem Gebäudeenergiegesetz GEG (Bilder zeigen Aufstockung mit Fassadensanierung).

## 2. Der Energiebedarf

Die U-Werte lassen sich nicht eindeutig auf einen bestimmten Wärmedämmstandard beziehen, denn Gebäude werden individuell betrachtet und komplett rechnerisch erfasst. Bei den Berechnungen des Energiebedarfs ist nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) vorzugehen. Viele Faktoren spielen dabei eine Rolle:

- das Verhältnis von Außenfläche zum beheizten Volumen
- die Art und Anordnung der Heiztechnik
- die Ausrichtung des Gebäudes nach den Himmelsrichtungen
- die Größe, Anzahl, Anordnung und Bauart der Fenster
- die verwendeten Energieträger
- die Wärmedämmeigenschaften der verschiedenen Außenbauteile
- die Anschlüsse der Bauteile, Wärmebrücken

Bei Berechnungen nach dem Gebäudeenergiegesetz werden für das Gebäude verschiedene Energiekennzahlen ermittelt:

### Heizenergiebedarf,

das ist die Energiemenge, die die Heizkörper abgeben. Diese Energiemenge könnte man mit einem Wärmemengenzähler ermitteln. Es ist die Energiemenge, für die sich ein Mieter einer Wohnung interessiert (siehe Abb. C1.15).

### Endenergiebedarf,

das ist die Energiemenge, die der Hausbesitzer als Brennstoff einkaufen muss. Es ist z. B. die Menge an Heizöl, die der Heizungsanlage zugeführt wird. Die Verluste der Heizungsanlage werden hier somit berücksichtigt (siehe Abb. C1.15).

### Primärenergiebedarf,

das ist die Energiemenge, die uns als Volkswirtschaft interessiert, am einzelnen Gebäude aber nicht gemessen werden kann. Es wird die Art des Energieträgers mit einem Faktor einbezogen (siehe Tab. C1.16).

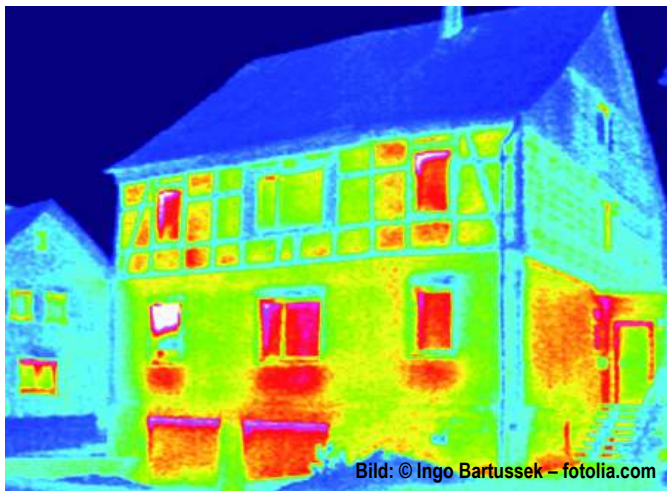


Abb. C1.14 Thermografische Aufnahme

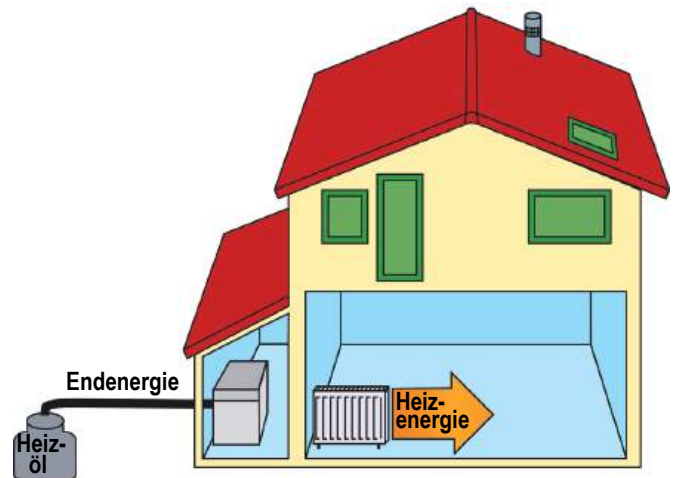


Abb. C1.15 Mit den Begriffen von „Energiebedarf“ können unterschiedliche Dinge gemeint sein.

Energieträger	Primärenergiefaktoren nicht erneuerbarer Anteil (GEG)
Heizöl	1,1
Erdgas, Flüssiggas	1,1
Steinkohle	1,1
Braunkohle	1,2
Biogas, Bioöl	1,1
Holz (aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern)	0,2
Strom	1,8 (netzbezogen) 0,0 (gebäudenah erzeugt) 2,8 (Verdrängungsstrommix für KWK)
„Umweltenergie“ (Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme)	0,0
Erdkälte, Umgebungskälte	0,0
Abwärme	0,0
Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, gebäudeintegriert oder gebäudenah	Ermittlung nach DIN V 18599-9: 2018-09
Siedlungsabfälle	0,0

Tab. C1.16 Die verwendeten Energieträger werden bei der Berechnung unterschiedlich bewertet. Beträgt der Primärenergiefaktor für den eingesetzten Energieträger mehr als 1,0 verschlechtert sich das Rechenergebnis für den Primärenergiebedarf des Gebäudes.

**Gebäudeenergiegesetz (GEG)**

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist seit dem 1. November 2020 in Kraft und fasst die bisherigen Regelungen zur Energieeffizienz von Gebäuden zusammen. Auch die Energieeinsparverordnung (EnEV↑) wurde damit abgelöst. Mit der Novelle des GEG 2024 wird die Nutzung erneuerbarer Energien zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele (Klimaneutralität bis 2045) in den Fokus gerückt. Der Umstieg auf das Heizen mit erneuerbaren Energien wird staatlich gefördert.

**Neue Heizungsanlagen**

Neue Heizungen dürfen in einem Gebäude nur dann eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 % ihrer bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugen, oder in ein Gebäudenetz einspeisen. Für Bestandsgebäuden und Neubauten in Baulücken gelten Übergangsfristen, in Abhängigkeit von der kommunalen Wärmeplanung:

- in Großstädten (> 100.000 EW) bis 30.06.2026
- in kleineren Städten (< 100.000 EW) bis 30.06.2028

Wärmepumpe, Hybridheizung (Wärmepumpe mit Spitzenlast-Heizkessel) oder der Anschluss an ein Wärmenetz erfüllen die Vorgabe zur Nutzung von 65 % erneuerbarer Energien. Weitere Optionen:

- Biomasseheizung (Holz, Hackschnitzel und Pellets)
- Stromdirektheizung (nur in gut gedämmten Gebäuden)
- Heizung auf Basis Solarthermie (Wärmebedarf komplett gedeckt)
- Gasheizung, mind. 65 % Biomethan oder biogenes Flüssiggas

**Wärmebrücken**

Das GEG verweist auf das Beiblatt 2 zu DIN 4108: 2019-06. Die Unterscheidung zwischen Wärmebrücken der Kategorie A und B definiert zwei unterschiedliche energetische Niveaus und dient zur Ermittlung des pauschalen Wärmebrückenzuschlags  $\Delta U_{WB}$ . Der Gleichwertigkeitsnachweis kann bildlich und rechnerisch erfolgen.

**Informatorisches Beratungsgespräch**

Mit einer zur Ausstellung von Energieausweisen berechtigten Person, soll ein „informatives Beratungsgespräch“ geführt werden,

- beim Verkauf eines Wohngebäudes mit nicht mehr als zwei Wohnungen als Beratungsgespräch zum Energieausweis (§ 80 GEG)
- bei Änderungen an Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen, bei denen der Nachweis durch eine Bilanzierung (und nicht durch das Bauteilverfahren) erfolgt, als Beratungsgespräch vor Beauftragung von Planungsleistungen (§ 48 GEG)

➔ Handwerksbetriebe, die entsprechende Arbeiten zur energetischen Sanierung von Ein- und Zweifamilienhäusern durchführen wollen, haben bei Abgabe eines Angebots auf die Pflicht zur Führung eines Beratungsgesprächs schriftlich hinzuweisen.

**Vereinfachtes Nachweisverfahren für Wohngebäude im Neubau**

Das GEG bietet für den Neubau von Wohnhäusern mit maximal sechs beheizten Geschossen eine „Easy-Methode“ an, ohne aufwendige Berechnungen. Das Gebäude muss dazu bestimmte Kriterien erfüllen (Tab. C1.17) und Vorgaben zum Wärmeschutz einhalten (Tab. C1.18).

Bei der Anlagentechnik können folgende Varianten realisiert werden:

- Sole-Wasser-Wärmepumpe oder Wasser-Wasser-Wärmepumpe, jeweils mit Flächenheizsystem zur Wärmeübergabe und zentraler Abluftanlage
- Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Flächenheizsystem zur Wärmeübergabe, zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad = 80 %)
- Fernwärme mit zertifiziertem Primärenergiefaktor  $f_p = 0,7$ , zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad = 80 %)
- zentrale Biomasse-Heizungsanlage auf Basis von Holzpellets, Hackschnitzeln oder Scheitholz, zentrale Abluftanlage, solarthermische Anlage zur Trinkwarmwasser-Bereitung

zu erfüllende Kriterien	Bedingungen
kompakte Gebäudegeometrie	Geschosse „deckungsgleich“ ohne Vor- oder Rücksprünge (Staffelgeschoss zulässig)
beheizte Bruttogrundfläche $A_{BGF}$	$115 \text{ m}^2 \leq A_{BGF} \leq 2.300 \text{ m}^2$
mittlere Geschosshöhe	$2,5 \text{ m} \leq h_{G,m} \leq 3,0 \text{ m}$
Fensterflächen (Anteil)	max. 30 % der gesamten Fassadenfläche allgemein; max. 35 % der gesamten Fassadenfläche bei zweiseitig angebauten Gebäuden
Fensterfläche nördlicher Orientierung	nicht größer als der Mittelwert der Fensterflächen anderer Orientierungen
Wärmebrücken	mindestens gleichwertig mit den Musterlösungen nach DIN 4108 Beiblatt 2: 2019-06
Luftdichtheit↑	Gebäudedichtheit nachgewiesen und Grenzwert (n50-Wert) eingehalten
sommerlicher Wärmeschutz	Fensterflächenanteil beim kritischen Raum 35 % der Grundfläche dieses Raumes; sämtliche Fenster in Ost-, Süd- oder Westorientierung mit außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen ( $F_C \leq 0,30$ )
Raumlufttechnik	ohne Klimaanlage

Tab. C1.17 Voraussetzungen für die Anwendung des vereinfachten Nachweisverfahrens nach GEG (Anlage 5, auszugsweise)

Bauteilanforderungen	max. U-Werte [W/m²K]
Außenwände. Geschossdecken nach unten gegen Außenluft	0,20
Bodenplatte, Decke zum unbeheizten Keller	0,25
Dachflächen, Dachgauben, oberste Geschossdecke	0,14
Fenster, Fenstertüren	0,90
spezielle Fenstertüren <sup>a</sup>	1,4
Außentüren, Kellertüren	1,2
Dachflächenfenster	1,0

Tab. C1.18 Anforderungen an den Wärmeschutz bei Neubau eines Wohngebäudes nach GEG, Anlage 5 (vereinfachtes Nachweisverfahren)

<sup>a</sup> Klapp-, Fall- Schiebe- oder Hebemechanismus

### Vereinfachte Regelungen für Ausbau und Erweiterung im Bestand

Anders als noch bei der EnEV ↑ ist nicht mehr relevant, ob ein neuer Wärmeerzeuger eingebaut wird oder nicht. Die Anforderungen gemäß GEG sind von der Größe der neuen Nutzfläche abhängig.

Bei der Erweiterung und dem Ausbau von Wohngebäuden darf der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust der Außenbauteile der neu hinzukommenden beheizten oder gekühlten Räume das 1,2fache des entsprechenden Wertes des Referenzgebäudes nicht überschreiten. Es gilt:

$$H'_{T, \text{Erweiterung}} \leq 1,2 \times H'_{T, \text{Referenzgebäude}}$$

→ Ist die hinzukommende zusammenhängende Nutzfläche größer als 50 m², so sind zusätzlich die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz einzuhalten, siehe Seite 86.

Für das Beispiel aus Abb. C1.21 soll ein Nachweis geführt werden. Es werden die U-Werte und der Wärmebrückenzuschlag des Referenzgebäudes verwendet.

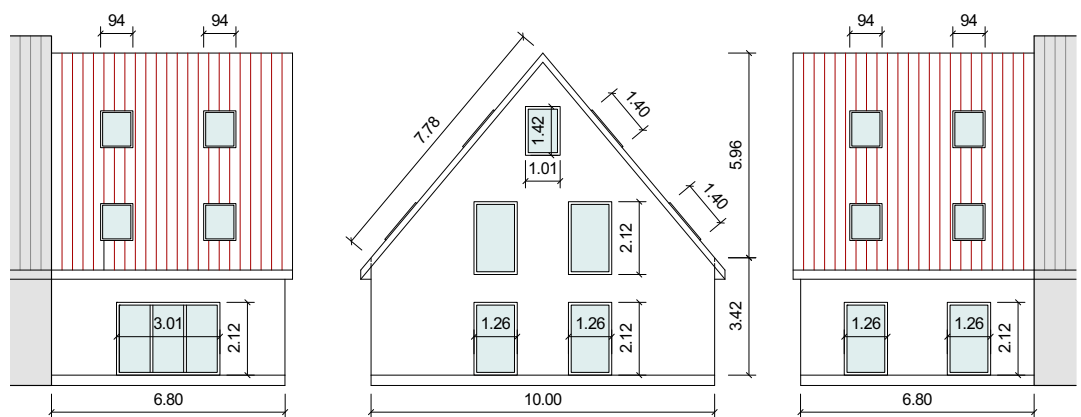


Abb. C1.21 Giebelseitiger Anbau als Fortsetzung eines bestehenden Wohnhauses.



Abb. C1.19 Dämmstandard für ein Wohnhaus gemäß vereinfachtem Nachweisverfahren nach GEG. Bild: © KB3 / adobe.stock.com

Aus den Werten der Tab. C1.20 ergibt sich ein max.l zulässiger Wert von

$$H'_T = H_T / A = 117,47 / 284,4 = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Bauteil	Fläche A <sub>i</sub>	U-Wert U <sub>i</sub>	Faktor F <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> * U <sub>i</sub> * A <sub>i</sub>
Außenwand	86,7	0,28	1,0	24,28
Fenster	23,8	1,3	1,0	30,94
Dach	95,3	0,20	1,0	19,06
Dachflächenfenster	10,5	1,4	1,0	14,70
Bodenplatte	68,0	0,35	0,6 <sup>a</sup>	14,28
A <sub>ges</sub> [m²]	<b>248,3</b>	Σ(F <sub>x</sub> * U <sub>i</sub> * A <sub>i</sub> ) =		103,26
Wärmebrückenzuschlag ΔU <sub>WB</sub> =		0,05	ΔU <sub>WB</sub> * A <sub>ges</sub> = 14,22	
H <sub>T</sub> = Σ(F <sub>x</sub> * U <sub>i</sub> * A <sub>i</sub> ) + ΔU <sub>WB</sub> * A <sub>ges</sub> =				<b>117,47</b>

Tab. C1.20 Berechnung des Transmissionswärmeverlustes

<sup>a</sup> Zur Vereinfachung wurde bei der Bodenplatte der Temperatur-Korrekturfaktor F<sub>x</sub> pauschal mit 0,6 angenommen (Heizperiodenverfahren).

**Umfassende Sanierung von Gebäuden**

Werden an bestehenden Gebäuden Bauteile verändert oder neu erstellt, so gibt es nach wie vor zwei Nachweismöglichkeiten:

1. Bauteilverfahren (§ 48 GEG)  
 Die betroffenen Flächen der Außenbauteile müssen die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nach Anlage 7 GEG einhalten.  
 Es gilt eine Bagatellgrenze. Die bauteilbezogenen Anforderungen müssen nur dann erfüllt werden, wenn die Änderungen mehr als 10 % der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe des Gebäudes betreffen. Bauteilgruppen sind beispielsweise Außenwände, Fenster, Dachflächen sowie Decken.
  
2. Bilanzverfahren – 40 %-Regel (§ 50 GEG)  
 Werden für das gesamte Bestandsgebäude Berechnungen durchgeführt, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn das geänderte Wohngebäude
  - den Jahres-Primärenergiebedarf, der für einen vergleichbaren Neubau gilt (Referenzgebäude), um nicht mehr als 40 % überschreitet und
  - den Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes nach Tab. C1.22 um nicht mehr als 40 % überschreitet.

Gebäudetyp	max. $H'_T$
freistehendes Wohngebäude Gebäudenutzfläche $\leq 350 \text{ m}^2$	0,40 W/m <sup>2</sup> K
freistehendes Wohngebäude Gebäudenutzfläche $> 350 \text{ m}^2$	0,50 W/m <sup>2</sup> K
einseitig angebautes Wohngebäude	0,45 W/m <sup>2</sup> K
alle anderen Wohngebäude	0,65 W/m <sup>2</sup> K

Tab. C1.22 Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes bei der energetischen Bewertung eines bestehenden Wohngebäudes

# 3. Wärmeschutzstandards

## Neubaustandards

Die Energieeffizienz eines Gebäudes wird durch zwei Kennwerte bestimmt:

1. Anforderung an den Wärmeschutz der Gebäudehülle (U-Werte, Wärmebrücken) als maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust ( $H_T$ ). Also der Energiemenge, die durch die Gebäudehülle abfließt.
2. Maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf ( $Q_P$ ) des Gebäudes als Hauptanforderung. Das ist die Energiemenge, die insgesamt aufgewendet werden muss, um ein Gebäude zu beheizen. Darin enthalten sind Energie- und Anlagenverluste.

Diese Energiekennzahlen (Höchstwerte) werden nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) mit Hilfe eines Referenzgebäudes für jedes zu errichtende Gebäude individuell ermittelt. Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude. Allerdings werden hier festgelegte Referenzwerte angenommen, beispielsweise für den Dämmstandard, die Nutzungsrandbedingungen, die Anlagentechnik oder die Gebäudedichtheit. Hat das konkrete Gebäude die ermittelten Energiekennzahlen exakt erreicht, so sprechen wir von einem „GEG-Standard-100 %“. Wird dieser Standard um z. B. 60 % unterschritten, so können Förderungen für dieses Gebäude beantragt werden. Dann spricht man von einem „Effizienzhaus 40“. Das Anforderungsniveau des Effizienzhauses bezieht sich dabei auf das Referenzgebäude nach GEG. Im Neubau gelten energetische Mindestanforderungen mit einem zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_P$  von max. 55 % des Jahres-Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes. Der „GEG-Standard-100 %“ ist somit nicht mehr zulässig.

Entsprechenden U-Wert-Anforderungen sind in Tab. C1.23 aufgeführt.

U-Werte (W/m²K)	Dach	Wand	Bodenplatte
GEG (Referenzgebäude)	0,20	0,28	0,35
im Holzbau üblich	0,17	0,20	0,22
Effizienzhaus 55 *	0,14	0,15	0,20
Effizienzhaus 40 *	0,11	0,12	0,14

Tab. C1.23 Auswahl einiger Wärmeschutz-Kennwerte für Außenbauteile im Neubau (\*Schätzwerte). Die Angaben dienen allein zur Einschätzung der Größenordnung

### GEG-Mindeststandard

Der heutige Mindeststandard ist berechnet auf rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Dabei wird von recht moderaten Energiepreissteigerungen ausgegangen. Bei den Steigerungsraten gibt es bei Bauherren und Investoren sehr unterschiedliche Auffassungen.

## Effizienzhaus 55

Bei diesem Standard ist das Gebäude so herzustellen, dass maximal 55 % Primärenergie des GEG-Standard-100 % benötigt werden (siehe Tab. C1.23). Dies ist das Anforderungsniveau für zu errichtende Wohngebäude als „Niedrigstenergiegebäude“ nach § 10 GEG.

## Effizienzhaus 40

Gebäude mit diesem Förderstandard benötigen nur maximal 40 % der Primärenergie des GEG-Standard-100 %. Für eine Volkswirtschaft wie Deutschland, die kaum fossile Energiequellen hat, ist der Förderstandard Effizienzhaus 40 das Ziel. Viele Wohnungsbaugesellschaften haben dies bereits als Mindestforderung definiert.

## Passivhaus↑-Standard

Mit der heutigen Bautechnik lassen sich Gebäude mit überschaubarem Aufwand realisieren, die den Heizenergiebedarf auf 15 kWh/m²a begrenzen. Dies wird im wesentlichen mit der Dämmdicke der Hüllfläche erreicht.

➔ Auch wenn in der letzten Dekade der Energiepreis nahezu konstant geblieben ist, gehen Experten von einer deutlichen Steigerung in der Zukunft aus. Dies kann unter Umständen auch eine Verdoppelung des Energiepreises bedeuten. Die Kosten für Energie kann niemand vorhersagen. Sicherheit bietet ein geringer Energiebedarf. Den Bedarf auf ein möglichst geringes Niveau und damit Kostensicherheit zu bekommen, ist das Ziel vieler Investoren und Bauherren.

## Altbaustandards

Beim Altbau gelten andere Grenzwerte. Tab. C1.24 zeigt Beispiele aus dem GEG und dem Förderprogramm BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude (seit Juli 2021, [www.bafa.de](http://www.bafa.de)). Bis dahin gilt das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ ([www.kfw.de](http://www.kfw.de)).

U-Werte (W/m²K)	Dämmung	
	Dach	Wand
GEG-Maximalwerte (~140 %)	0,24	0,24
GEG-Standard-100 % (Referenzgebäude)	0,20	0,28
geförderte Einzelmaßnahmen nach BEG-EM <sup>a</sup>	0,14	0,20
Effizienzhaus 70 (mind.)*	0,14	0,17

Tab. C1.24 Auswahl einiger Grenz- bzw. Kennwerte beim Bauen im Bestand (\* Schätzwerte)

<sup>a</sup> Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen, Stand: Okt. 2025



**NT-ready**

Der Begriff „NT\_ready“ wird definiert in der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wohngebäude (BEG WG). Ziel ist nicht allein der Einbau einer Wärmepumpe, sondern auch ihr effizienter Betrieb. Gebäude eignen sich für den Einbau von effizient betriebenen Nieder-temperatur-Heizsystemen (z. B. Wärmepumpe), wenn sie eine Heiz-kreis-Vorlauf-temperatur von maximal 55 °C im Auslegungsfall und Betrieb möglichst selten überschreiten (NT-ready). Eine angemessen gedämmte Gebäudehülle ist bei einem Heizungstausch Voraussetzung für effiziente Gebäudetechnik auf Basis des Energieträgers Strom. Dies zeigen die Ergebnisse der Studie „Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien im Gebäudebereich“. Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Vorlauf-temperaturen bereits durch wenige Dämmmaßnahmen senken lassen. Welche Maßnahmen dies sind, hängt stark von den Gegebenheiten des einzelnen Gebäudes ab.

**Betrachtung der Vorlauf-temperatur**

Die Höhe der Vorlauf-temperatur ist entscheidend für die Effizienz jeder Heizung, in Abhängigkeit von der Heizungs-auslegung. Mit sinkenden Außentemperaturen steigen die Heizlasten. Damit erhöhen sich die erforderlichen Vorlauf-temperaturen des Heizsystems und es wird mehr Energie benötigt. Daher muss das Heizsystem so ausgelegt sein, dass eine standardmäßige Erwärmung der Nutzräume möglich ist (vgl. Tab. C1.25).

Gering gedämmte Altbauten mit „Verbrenner“-Heizung waren kein Problem, solange Energie günstig war. Jedoch sinkt in einem schlecht gedämmten Gebäude bei geringen Außentemperaturen der Wirkungs-grad eines Nieder-temperatur-Heizsystems. Der Einbau einer neuen Wärmetechnologie ist also erst dann sinnvoll, nachdem der Energiebe-darf deutlich gesenkt wurde (Abb. C1.26).

„Verbrenner“-Heizungen	Wärmepumpen
	
... sind Hochleistungsheizungen und produzieren hohe Vorlauf-temperaturen von 70 °C und mehr.	... sind Nieder-temperatur(NT)-Heizungen und funktionieren bei Vorlauf-temperaturen von 40 °C bis 55 °C.

Tab. C1.25 Vergleich der Heizungssysteme bezüglich der Vorlauf-temperatur

➔ Erst mit einer ausreichenden Dämmung der Gebäudehülle können Wärmepumpen die meiste Zeit im optimalen Betrieb laufen.

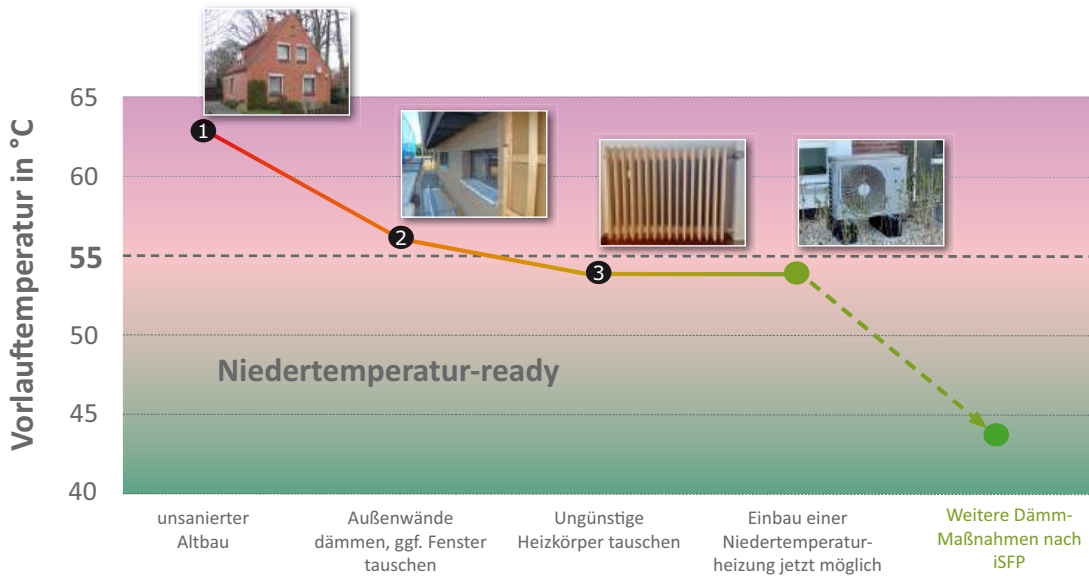


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C1.26 Außenwanddämmung und Erneuerung der Fenster sind wichtige Voraussetzungen für einen Heizungstausch in Richtung Nieder-temperatursystem (zum Beispiel Wärmepumpe). Für das Dachgeschoss ist die Dachdämmung bedeutend.

Neben der Bedeutung der Gebäudedämmung ist wichtig, ob die instal-lierten Heizflächen knapp oder großzügig bemessen sind. Je größer die wärme-abgebende Fläche in einem Raum ist, desto geringer kann die Vorlauf-temperatur bleiben. Große Heizflächen sind für den Betrieb von Wärmepumpen günstig.

Räume mit Fußbodenheizungen sind gut geeignet oder größere bzw. mehrlagige Heizkörper. Heizkörper, die einen größeren Anteil an Strah-lungswärme abgeben sind günstig, z. B. Plattenheizkörper oder Nieder-temperatur-Heizkörper.

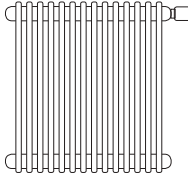
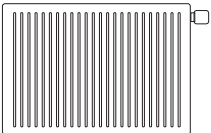
### Gezielter Austausch ungünstiger Heizkörper

Bei der Umstellung des Heizsystems auf Niedertemperatur werden zu gering dimensionierte Heizkörper identifiziert und ausgetauscht. Es ist aber keinesfalls so, dass eine Wärmepumpe nur in Kombination mit Fußbodenheizungen betrieben werden könnte.

Gebäude, die nach 1995 gebaut wurden, lassen sich in weiten Teilen mit relativ kleinem Aufwand auf ein modernes strombetriebenes Heizsystem umrüsten. Die Wärmedämmung dieser Gebäude sollte auf einem Niveau sein, dass eine reduzierte Vorlauftemperatur von maximal 55 °C im Heizsystem genügen könnte. Denn mit der dritten Novellierung der Wärmeschutzverordnung von 1995 wurde eine deutlich erhöhte Gebäudedämmung gegenüber vorigen Standards umgesetzt.

Die Ergänzung von schwach dimensionierten Heizflächen könnte allerdings erforderlich werden. Doch bei einem Großteil des Gebäudebestandes wird ein Betrieb von Wärmepumpen ohne zusätzliche Wärmedämmung der Gebäudehülle nicht funktionieren. Die gering gedämmten Gebäude lassen sich abgesehen von Fernwärme ansonsten nur mit Hochtemperatur-Verbrennerheizungen beheizen (fossile Energieträger). Im Übergang zur Niedertemperaturtechnik (z. B. Wärmepumpe) ist die nachträgliche Dämmung der Gebäudehülle als Start-

maßnahme angezeigt, siehe Abb. C1.26. Weitere Hinweise zur Außenwanddämmung und entsprechende Bauteile sind im Abschn. B2. „Wand mit Dämmung von außen“ ab Seite 66 zu finden.

Gliederheizkörper	Plattenheizkörper
	
... findet man häufig in älteren Häusern. Die Wärmeabgabe erfolgt überwiegend über die Erwärmung der Umgebungsluft. Bei großen Gliederheizkörpern kann das Zusammenspiel mit einer Wärmepumpe möglich sein.	... sind durch eine ebene, plattenförmige Optik erkennbar. Die Wärmeabgabe erfolgt überwiegend durch Strahlung. Plattenheizkörper lassen sich häufig noch etwas besser mit einer Wärmepumpe kombinieren, als Gliederheizkörper.

Tab. C1.27 Eignung vorhandener Heizkörper für eine Niedertemperatur-Heizung

### iSFP

Bei der Planung einer energetischen Modernisierung bietet ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) eine wichtige Hilfestellung. Dafür prüft zunächst ein Energieberater detailliert den aktuellen Zustand des Gebäudes, bevor er ein maßgeschneidertes Konzept für eine ökonomisch und energetisch optimierte Sanierung entwickelt.

Denkbar sind dabei zwei Optionen:

1. Sanierung in einem Zug
2. Stufenweise Sanierung

Eine umfangreiche Modernisierung bietet sich bei einem Umzug an. Steht ein Haus leer, können viele Maßnahmen gleichzeitig realisiert werden. Aber auch ein bewohntes Haus kann saniert werden, hier ist eine stufenweise Lösung eine gute Möglichkeit, um die Bewohner so wenig wie möglich einzuschränken. Dämmmaßnahmen von der Außenseite schränken die Wohnbarkeit des Gebäudes nur in geringem Maße ein.

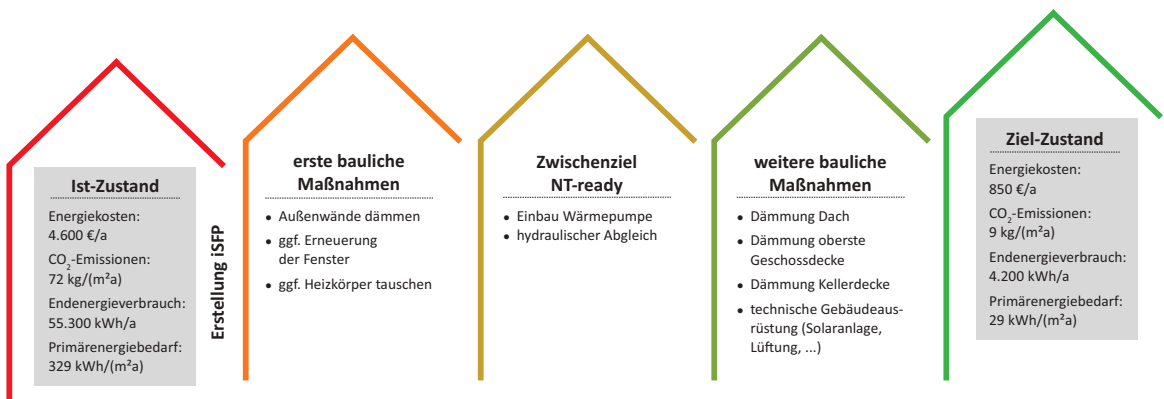


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C1.28 Fahrplan für die schrittweise energetische Sanierung (iSFP) eines Wohnhauses aus den 1960er-Jahren mit Beispielrechnung

## 4. sommerlicher Hitzeschutz <sup>1</sup>

Der sommerliche Hitzeschutz ist ein eher vernachlässigtes Thema, obwohl weltweit mehr Energie für die Kühlung von Gebäuden aufgewendet wird, als zur Beheizung. In Europa ist dies aufgrund des gemäßigten Klimas zwar anders, aber dennoch beträchtlich. 78.000 GWh ist in 2005 laut EECAC <sup>2</sup> der Kühlenergiebedarf von Bürogebäuden in 15 EU-Ländern.

Schlafräume und Aufenthaltsräume wie Büros werden im Sommer oftmals als sehr unangenehm überhitzt wahr genommen. Sommerlicher Hitzeschutz ist ein Qualitätsmerkmal, dass dem winterlichen Wärmeschutz nicht nachstehen sollte. Gerade in der modernen Architektur mit großen Fensterflächen und geringen Dachüberständen fordert das GEG zurecht die Einhaltung von Grenzwerten.

<sup>2</sup> Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC), Final Report April 2003.

### 1. Sonnenschutzvorrichtungen

Die süd-/ost-/westlich ausgerichteten Fenster sollten außenseitig (!) verschattet werden. Das gilt insbesondere für Dachflächenfenster im Dachgeschoss. Der Abminderungsfaktor  $F_c$  beschreibt die Wirksamkeit des Sonnenschutzes gegen Sonneneinstrahlung. Je niedriger der Wert, umso höher/besser ist die Leistung der Sonnenschutzvorrichtung. Die unterschiedliche Wirkung ist in Tab. C1.30 abzulesen.

Das „g“ in Tab. C1.30 steht für den Gesamtenergiedurchlassgrad und erfasst die Energiedurchlässigkeit eines transparenten Bauteils, z. B. einer Verglasung. Unbeschichtetes Einfachglas hat einen g-Wert von ca. 0,85. Das bedeutet, dass 85 % der eingestrahelten Energie in den Raum gelangen kann. Der Rest wird reflektiert oder von der Scheibe absorbiert. Bei einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung liegt der g-Wert bei etwa 0,55. Spezielle Sonnenschutzverglasungen erreichen g-Werte von ca. 0,2 bis 0,5.

### Wie warm darf es in den Räumen werden?

Es gibt zwar keine „zulässige“ Obergrenze für die Raumtemperatur. Wohl aber gibt es Bezugswerte für sommerliche Klimaverhältnisse. Diese sind für die Regionen in Deutschland unterschiedlich und betragen 25 °C bis 27 °C. Eine Kartierung enthält die DIN 4108-2.

Um eine Überhitzung von „kritischen“ Räumen zu verhindern, sind drei Aspekte besonders zu betrachten:

1. Anordnung von Sonnenschutzvorrichtungen
2. optimierte Baukonstruktionen
3. Sicherstellung der Luftdichtheit ↑



Abb. C1.29 Außenraffstores bieten einen sehr wirksamen Schutz vor Sonneneinstrahlung, siehe Abminderungsfaktoren in Tab. C1.30.

Bild: Kneer-Südfenster

Sonnenschutzvorrichtung (fest installiert, keine dekorativen Vorhänge)		g ≤ 0,40		g > 0,40
		2-fach	3-fach	2-fach
Außenliegender Sonnenschutz	Fensterläden, Rollläden, 3/4 geschlossen	0,35	0,30	0,30
	drehbare Lamellen, 45° Lamellenstellung	0,30	0,25	0,25
	Markise, parallel zur Verglasung mit geringer Transparenz < 15%	0,30	0,25	0,25
	Vordächer, Markisen allgemein, freistehende Lamellen	0,55	0,50	0,50
Innenliegender Sonnenschutz, zwischen den Scheiben	weiß oder reflektierende Oberflächen mit geringer Transparenz	0,65	0,70	0,65
	helle Farben oder geringe Transparenz	0,75	0,80	0,75
	dunkle Farben oder höhere Transparenz	0,90	0,90	0,85
Kein Sonnenschutz		1,00	1,00	1,00

Tab. C1.30 Wie wirksam sind Sonnenschutzvorrichtungen? Angegeben werden die Abminderungsfaktoren  $F_c$  für den Sonneneintragswert nach DIN 4108-2: 2013-02, in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis.

<sup>1</sup> Nach Norm lautet der Begriff „sommerlicher Wärmeschutz“. Hier jedoch „Hitzeschutz“ zur besseren Abgrenzung vom „winterlichen Wärmeschutz“.

## 2. Die Baukonstruktion

Die Baukonstruktion sollte für den sommerlichen Hitzeschutz geeignet sein. Neben den eingesetzten Baustoffen ist für die Außenwand eine ausreichende Hinterlüftung besonders wirkungsvoll. Das Dach ist aufgrund der Ausrichtung zur Sonne von größerer Bedeutung. Zumal im Dachgeschoss meist die schutzbedürftigen Schlafräume untergebracht sind. Messbar wird der sommerliche Hitzeschutz durch drei Faktoren:

- Die Wärmespeicherkapazität  $\uparrow$   $Q_{sp}$ .
- Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV; der Wert sollte weniger als 10% betragen.
- Die Phasenverschiebung  $\varphi$ ; der Wert sollte mehr als 10 Stunden betragen.

📖 Phasenverschiebung  $\varphi$  (Phi) ist die Zeitspanne (Stunden), die eine Temperaturwelle benötigt, um von der Außenseite eines Bauteils auf die Innenseite zu gelangen. Je größer die Phasenverschiebung, um so länger wird die Aufheizung des Gebäudeinneren verzögert.

📖 Temperaturamplitudenverhältnis TAV, darunter versteht man das Verhältnis der maximalen Temperaturschwankung an der inneren zur maximalen Schwankung an der äußeren Bauteiloberfläche. Je kleiner das TAV, um so besser ist die Dämpfung von Temperaturschwankungen durch ein Bauteil.

📖 Die spezifische Wärmekapazität  $\uparrow$   $c$  gibt an, wie groß die Wärmemenge in Joule ist, die 1 kg eines Stoffes aufnimmt oder abgibt, wenn dessen Temperatur um 1 K (Kelvin) erhöht oder gesenkt wird. Für einige Baustoffe sind in DIN EN 12524 Rechenwerte der spezifischen Wärmekapazität  $\uparrow$  angegeben, oder es liegen Herstellerprüfwerte vor.

Je größer die spezifische Wärmekapazität  $\uparrow$ , um so größer ist die Fähigkeit eines Baustoffes Wärmeenergie zu speichern!

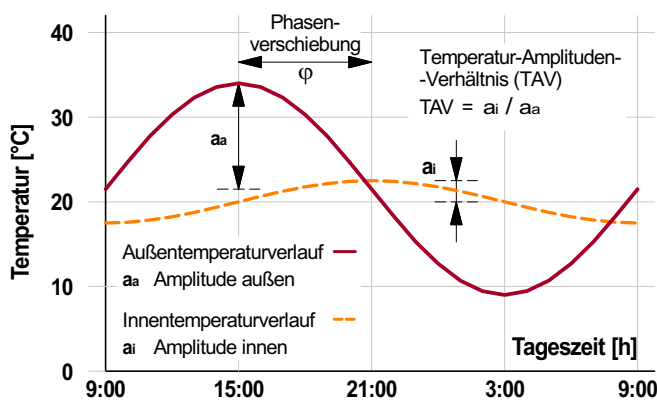


Abb. C1.31 Begriffe zum sommerlichen Hitzeschutz

Beispiele für Aufdachdämmsysteme	Rohdichte $\rho$ [kg / m <sup>3</sup> ]	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W / m K]	Spezifische Wärmekapazität $c$ [J / kg K]	Temperaturleitzahl $a$ [cm <sup>2</sup> / h]
Holzfaser-Dämmpl.	~150	0,040	2.100	4,6
Steinwolle	~100	0,036	840	15,4
PS-Hartschaum	~30	0,035	1.450	29,0
PUR-Hartschaum	~30	0,024	1.400	20,6

Tab. C1.32 Mit dem Wert der Temperaturleitzahl lassen sich Werkstoffe vergleichen. Je geringer der Wert, desto besser die Wirkung auf den sommerlichen Hitzeschutz.

Ein guter sommerlicher Hitzeschutz ist besonders dann gegeben, wenn unterhalb der Dachziegel eine durchgehende und möglichst dicke Materialschicht angeordnet ist. Diese Schicht weist sich durch drei Merkmale positiv aus:

- geringe Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$
- hohe Rohdichte
- hohe spezifische Wärmekapazität  $\uparrow$

Aus diesen drei Faktoren wird der Kennwert „Temperaturleitzahl“ gebildet, der in die Berechnung der Phasenverschiebung eingeht (siehe Tab. C1.32).

$$a = \lambda / \rho \times c$$

### Was ist eine optimale Konstruktion?

- Eine möglichst große und funktionierende Luftschicht  $\uparrow$  LS sorgt thermisch für einen Abtransport der übergroßen Sonnenenergie.
- Dazu wirkt eine Holzfaser-Dämmplatte auf der Außenseite in optimaler Weise als „Bremsen“ für den Energiefluss, siehe Tab. C1.32.

Eine Anordnung der Platte auf der Außenseite ist günstig, weil der Innenraum vor der gespeicherten Wärmeenergie geschützt ist und durch die Nachtkühle wieder abgelüftet wird.

### 3. Luftdichtheit $\uparrow$

Die heiße Außenluft sollte nicht ungebeten durch Ritzen und Fugen strömen. Eine gute Luftdichtheit  $\uparrow$  wirkt sich positiv aus (siehe Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 90).

Fugen in der Luftdichtungsebene führen dazu, dass aufgrund der hohen Temperatur- und damit Druckdifferenz eine Luftströmung von außen nach innen und damit ein hoher Luftaustausch stattfindet.

**Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes**

Im Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird dem Nachweis des sommerlichen Hitzeschutzes Rechnung getragen. Es wird Bezug genommen auf die DIN 4108-2: 2013-02. Mit dieser Ausgabe wurden die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erhöht, insbesondere bei größeren Fensterflächen.

Der Nachweis ist für „kritische“ Räume zu führen. Dies sind z. B. Räume mit einem hohen Fensterflächenanteil vor allem nach Süden und Westen. Auch eine leichte Bauart, z. B. Dachgeschoss in konventioneller Bauweise mit Dachflächenfenstern nach Osten, kann einen Nachweis erforderlich machen. Der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erfolgt gemäß DIN 4108-2: 2013-02 nach zwei Verfahren:

- vereinfachtes Verfahren (Sonneneintragskennwerte),  $S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$
- thermische Gebäudesimulation (Übertemperaturgradstunden)

Auf einen Nachweis kann verzichtet werden, wenn der Fensterflächenanteil unter den Werten der Tab. C1.34 liegt.

Ein Nachweis bei Wohnnutzung kann unter folgenden Bedingungen entfallen:

- grundflächenbezogener Fensterflächenanteil  $\leq 35\%$  und
- außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen (Fenster in Ost-, Süd- oder Westorientierung) bei Abminderungsfaktor (Tab. C1.30):
  - $F_c \leq 0,30$  bei Glas  $g > 0,40$  bzw.
  - $F_c \leq 0,35$  bei Glas  $g < 0,40$



Abb. C1.33  
 Für schutzbedürftige Räume mit Dachflächenfenstern ist ein Nachweis des sommerlichen Hitzeschutzes zu führen, wenn der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil über 7 % liegt.

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster	Grundflächen bez. Fensterflächenanteil $f_{WG}^a$
über 60° bis 90°	Nord-West über Süd bis Nord-Ost	10 %
	alle anderen Nordorientierungen	15 %
von 0° bis 60°	alle Orientierungen	7 %

Tab. C1.34 Zulässige Werte des grundflächenbezogenen Fensterflächenanteils

<sup>a</sup> Der Fensterflächenanteil  $f_{WG}$  ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche (lichte Rohbauöffnungen) zur Nettogrundfläche des Raumes oder der Raumgruppe.

**Verfahren der Sonneneintragskennwerte**

Für den nachzuweisenden (kritischen) Raum / Raumbereich ist der vorhandene Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}}$  zu ermitteln. Dabei sind folgende Werte einzusetzen:

- Größe der Fensterflächen  $A_W$
- Gesamtdurchlassgrad des Glases einschl. Sonnenschutz  $g_{\text{tot}}$
- Nettogrundfläche des Raumes / Raumbereiches  $A_G$

Der Gesamtenergiedurchlassgrad ( $g_{\text{tot}}$ -Wert) ergibt sich aus dem g-Wert der Verglasung und dem Abminderungsfaktor  $F_C$  für den Sonnenschutz. Herstellerangaben für den  $g_{\text{tot}}$ -Wert liefern ggf. günstigere Werte.

Bauliche Verschattungen können je nach Verschattungswinkel berücksichtigt werden. Dabei wird der  $g_{\text{tot}}$ -Wert durch Teilbestrahlungsfaktoren (Sommerfall) nach DIN V 18599-2 abgemindert.

Als Grenzwert ist der höchstens zulässige Sonneneintragskennwert  $S_{\text{zul}}$  zu bestimmen. Hierbei spielen folgende Einflussfaktoren eine Rolle:

- $S_1$  - Standort, Nachtlüftung und Bauart
- $S_2$  - grundflächenbezogener Fensterflächenanteil
- $S_3$  - Sonnenschutzglas
- $S_4$  - Fensterneigung
- $S_5$  - Fensterorientierung
- $S_6$  - Einsatz passiver Kühlung

Insbesondere der grundflächenbezogene Fensteranteil  $S_2$  trägt zu einer Anforderungsverschärfung bei. Ist der Fensterflächenanteil größer als 25 % wird  $S_2$  negativ und verringert den zulässigen Sonneneintragskennwert. Mögliche Lösungen bei hohem Fensterflächenanteil sind beispielsweise eine erhöhte Nachtlüftung in Kombination mit:

- einem wirksamen Sonnenschutz (außenliegende Jalousien) oder
- Reduktion des g-Wertes oder
- Reduktion des Fensterflächenanteils

➔ Zu beachten: Sonnenschutzglas, niedrigere g-Werte und geänderte Fensterflächen beeinflussen auch die winterlichen Solargewinne und damit den Energiebedarf im Winter.

**Thermische Gebäudesimulation**

Die Berechnungsgrundlagen für thermische Simulationsberechnungen sind in DIN 4108-2 festgelegt. Für den „kritischen“ Raum ist nachzuweisen, dass der in Tab. C1.35 aufgeführte Anforderungswert „Übertemperaturgradstunden“ nicht überschritten wird.

Sommerklimaregion	Bezugswert Innentemperatur	Übertemperaturgradstunden <sup>a</sup>	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25 °C	$\leq 1.200 \text{ Kh/a}$	$\leq 500 \text{ Kh/a}$
B	26 °C		
C	27 °C		

Tab. C1.35 Anforderungswerte der Übertemperaturgradstunden

<sup>a</sup> Anzahl der Stunden und Kelvin über der Grenztemperatur des Raumes im Jahr [Kh/a]. Eine Übertemperaturgradstunde entsteht, wenn die Grenztemperatur für eine Stunde um ein K überschritten wird.

## 5. Innendämmung

Die Ausführung einer Innendämmung erfordert von Planer und Handwerker ein hohes Maß an Aufmerksamkeit. Es gilt Feuchteschäden an der Bestandswand oder der neuen Dämmebene zu vermeiden. Um die Auswirkung einer Innendämmung zu verdeutlichen, soll das Fenster in Abb. C1.36 dienen.

Was passiert, wenn ein Vorhang oder eine Innenjalousie vor das Fenster gezogen wird? Entsteht weniger oder mehr Kondensat?

Die Antwort lautet: Es entsteht mehr Kondensat. Denn Vorhang oder Jalousie wirken wie eine Dämmschicht.



Abb. C1.36 Kondensatbildung an einem Fenster

Auch bei einer Innendämmung kann die Feuchtigkeit in der Bestandswand zunehmen. Kritisch ist der Grenzbereich zwischen Bestandswand und neuer Dämmebene. Grund ist, dass das Mauerwerk durch die Innendämmung auskühlt. Die Temperatur an der Oberfläche des Mauerwerks war ohne Innendämmung nahe der Raumtemperatur. Nun kann die Temperatur mit Innendämmung unter den Gefrierpunkt sinken (Abb. C1.37).

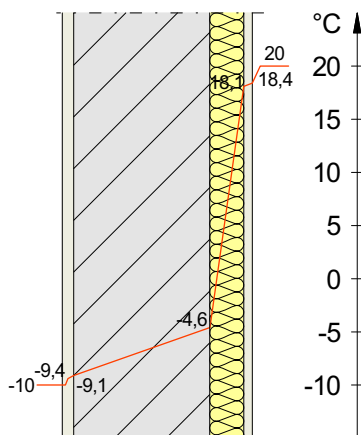


Abb. C1.37 Temperaturverlauf in einer Wand mit Innendämmung bei Randbedingungen nach DIN 4108 mit innen = 20 °C und außen = -10 °C. Kritisch ist die Grenzschicht zwischen Innendämmung und Mauerwerk.

→ Je größer die Dämmwirkung bzw. Dämmdicke einer Innendämmung, desto geringer ist die Temperatur an der Grenzschicht zwischen Bestandswand und neuer Dämmebene. Dadurch erhöht sich die Gefahr der Kondensatbildung. Innendämmungen mit hohem Dämmmaß sind daher sehr gründlich zu planen.

Es sollten Innendämmsysteme ausgewählt werden, die im Hinblick auf einen möglichen Feuchtigkeitsanfall möglichst robust sind. Folgende Eigenschaften sind wesentlich:

- Der Dämmstoff ist selbst kapillarleitend. Er kann Feuchte aufnehmen, weiterleiten und zur Innenseite wieder abgeben. Beispiele sind Naturfaserdämmstoffe und spezielle mineralische Dämmplatten, z. B. aus Kalziumsilikat.
- Der Dämmstoff hat eine hohe Feuchteaufnahmekapazität und behält dabei seine Dämmwirkung.
- Der Dämmstoff besteht aus feuchterobustem Material, z. B. mineralisch.

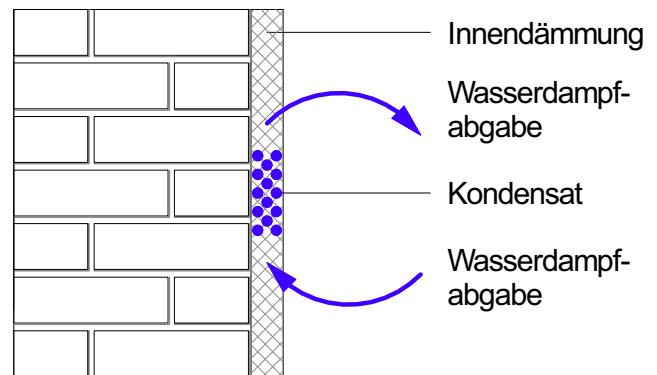


Abb. C1.38 Funktion einer kapillaraktiven Innendämmung

## C2. Luftdichtung

### 1. Konzept zur Luftdichtung im Neubau

Die professionelle Ausführung der Luftdichtheit↑ in Gebäuden ist eine relativ junge Planungsdisziplin. Natürlich hat man sich auch früher bemüht die Zugerscheinungen in Gebäuden zu reduzieren. Grenzwerte, die bei Prüfung der Luftdichtheit↑ verbindlich einzuhalten sind, wurden mit der Energieeinsparverordnung (EnEV↑) mit dem Beginn der 2000er-Jahre eingeführt. Hochwertige Produkte zur Herstellung der Luftdichtung werden schon einige Jahre länger vertrieben.

Wie lassen sich Luftdichtheitswerte zuverlässig nachweisen? Bei anderen bauphysikalischen Gebäudeanforderungen genügen zumeist Berechnungen und Sichtkontrollen im Zuge der Bauüberwachung. Nicht so bei der Luftdichtheit↑. Für den Nachweis der Luftdichtheit↑ eines Gebäudes ist eine Differenzdruckmessung erforderlich. Bauherren haben einen Anspruch auf eine dauerhaft luftdichte Gebäudehülle und dies ohne eine einzelvertragliche Vereinbarung zu treffen. Werden Förderprogramme in Anspruch genommen, so ist eine Luftdichtheitsmessung meist obligatorisch. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) schreibt die bei einer Messung einzuhaltenden Grenzwerte verbindlich für alle beheizten Gebäude vor (Tab. C2.12).

Umso wichtiger ist es die Luftdichtheit↑ von Gebäuden konzeptionell in der Planungsphase zu bearbeiten.

Abb. C2.1 zeigt symbolisch einen Ansatz:

1. Der Gebäudeschnitt dient als Übersicht der notwendigen Detaillösungen.
2. Auf der Raumseite der Außenbauteile wird die Lage der Luftdichtheitsebene markiert.
3. In den Bereichen, wo die Markierung die Richtung wechselt oder ein anderes Bauteil tangiert, sind Detaillösungen erforderlich.
4. Die identifizierten Details werden einzeln bearbeitet und bezüglich der Führung der Luftdichtheitsebene untersucht (Abb. C2.2).
5. Es werden die Materialien und Anschlussmittel der Luftdichtheit↑ einzeln benannt.

→ Wichtig: Bei manchen Details ist die Luftdichtheit↑ bereits bei der Erstellung des Rohbaus vorzurichten. Dies ist in die Leistungsbeschreibung zur Ausführung aufzunehmen.

→ Eine Schwierigkeit besteht in der Planung des Gewerkewechsels. Oftmals lässt sich die Luftdichtheit↑ nicht allein einem Gewerk zuordnen. Hier sind die Leistungsbeschreibungen der Gewerke sorgfältig abzustimmen.

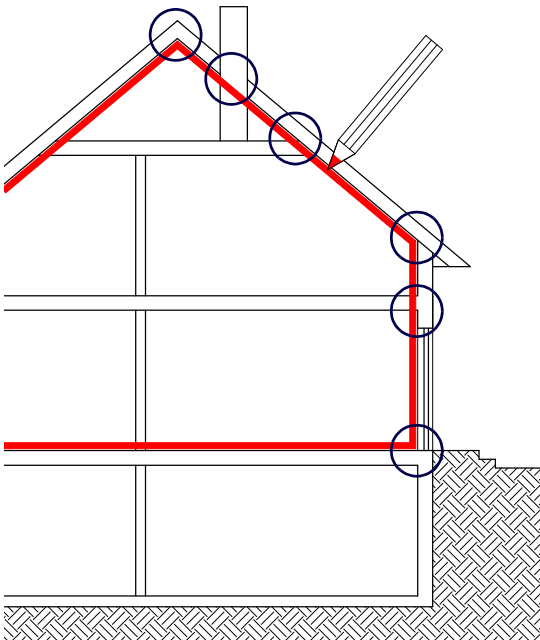


Abb. C2.1 Markiert wird die Luftdichtheitsebene üblicherweise auf der Innenseite von Wänden und Dächern. An den Stellen, wo Bauteile einbinden (Decken, Innenwände, Schornstein) sind Details erforderlich.

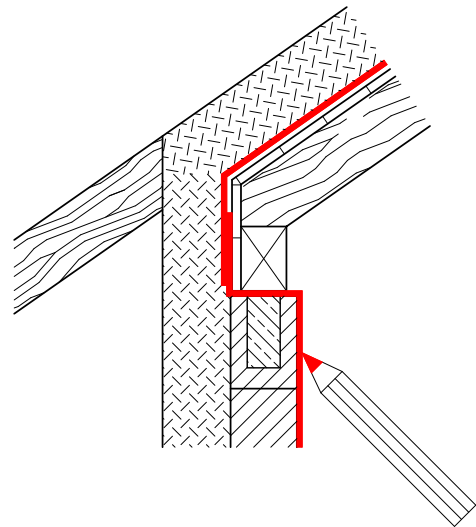


Abb. C2.2 In den Details werden die Schwierigkeiten der durchgängigen Luftdichtung deutlich. Die notwendige Abfolge der Ausbaurbeiten wird nun ersichtlich. Die Materialien werden benannt.

## Nutzen der Luftdichtheit

Die Vorteile einer luftdichten Gebäudehülle sind beträchtlich:

- vermeidet Wärmeverluste (Wärmeschutz)
- verhindert Tauwasser in der Konstruktion (Konvektionsfeuchte)
- vermindert das Eindringen von Außenlärm (Schallschutz)
- stellt die Funktion von Rauch- u. Brandschutzkonstruktionen sicher

## Wie hoch sind die Wärmeverluste durch Leckagen?

Auf die Gebäudehülle und damit auf die Luftdichtung wirken Druckdifferenzen ein, die durch Wind sowie Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenraum entstehen. Sind Fugen, Ritzen oder Fehlstellen in der Luftdichtung vorhanden, so kann Luft von innen nach außen oder von außen nach innen durch diese "Leckagen" strömen. Dies führt zu unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten.

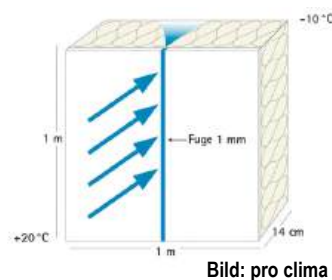


Abb. C2.3  
Entsprechend einer Untersuchung des Instituts für Bauphysik in Stuttgart verschlechtert sich der U-Wert einer wärmegeämmten Konstruktion bereits bei einer Fugenbreite von 1 mm um den Faktor 4,8.

## Wie hoch ist der Feuchteintrag durch Leckagen?

Die Luftdichtung verhindert, dass warme und damit feuchte Raumluft in die Konstruktions- bzw. Dämmebene eindringt und auf der kalten Seite des Bauteils kondensiert (Warmluftströmung). Durch Tauwasserausfall an kalten Oberflächen besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Eine durchfeuchtete Dämmung verliert darüber hinaus ihre Dämmwirkung.

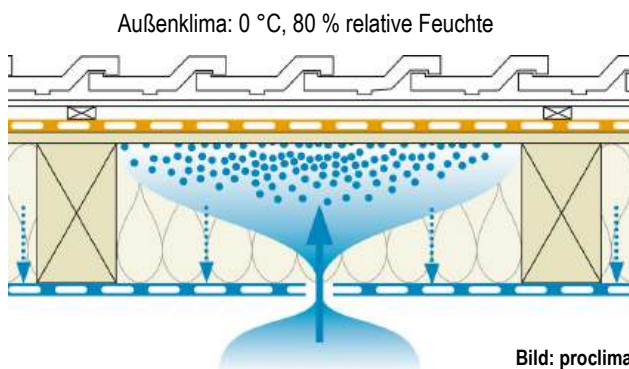


Bild: proclima

Abb. C2.4 Wie hoch der Feuchteintrag aufgrund von Konvektion  $\uparrow$  sein kann, zeigt das Beispiel einer Dachfläche. Durch eine 1 mm breite und 1 m lange Fuge in der Luftdichtungsschicht und bei 2 Pa Druck-differenz dringen pro Tag und Quadratmeter bis zu 360 g Feuchtigkeit in die Dachkonstruktion ein.

## Lüftungskonzept

Hohe Anforderungen an die Energieeffizienz erfordern eine möglichst luftdichte Bauweise. Umso wichtiger ist es, eine ausreichende Wohnraumlüftung sicherzustellen. Durch Mangel an Frischluft steigt die  $\text{CO}_2$ -Konzentration in der Raumluft und das Allergierisiko wird deutlich erhöht. Richtiges Lüften ist nicht nur für die Verringerung der Schadstoffgehalte unerlässlich. Auch eine unzuträgliche Raumluftfeuchte muss "abgelüftet" werden. Dabei gilt für Wohnräume ein Mindestluftwechsel von 0,5/h (vollständiger Luftwechsel alle 2 Stunden) als anerkannte Regel der Technik.

Bei Neubauten und umfassenden Sanierungen wird durch ein Lüftungskonzept (nach DIN 1946-6) überprüft, ob die notwendige Lüftung von Wohngebäuden auch bei Abwesenheit der Bewohner funktioniert. Das Lüftungskonzept umfasst vier Lüftungsstufen:

1. Lüftung zum Feuchteschutz — Grundlüftung zur Vermeidung von Feuchteschäden bei zeitweiliger Abwesenheit der Nutzer (kein Wäschetrocknen).
2. Reduzierte Lüftung — zur Sicherstellung des Feuchteschutzes und zur Sicherstellung der gesundheitlichen Mindestanforderungen (Raumlufthygiene) bei reduzierter Anwesenheit der Nutzer. Diese Lüftungsstufe muss in weiten Teilen nutzerunabhängig sichergestellt werden.
3. Nennlüftung (Normalbetrieb) — zur Sicherstellung des Feuchteschutzes und zur Sicherstellung der gesundheitlichen Anforderungen (Raumlufthygiene) bei Anwesenheit aller Nutzer. Fensterlüftung durch die Nutzer kann erforderlich werden.
4. Intensivlüftung (Lastbetrieb) — zeitweilige Lüftung mit erhöhtem Luftwechsel zum Abbau von Lastspitzen, z. T. Fensterlüftung durch die Nutzer nach dem Kochen oder Duschen.

➔ Lüftungstechnische Maßnahmen sind erforderlich, wenn der Luftwechsel durch Infiltration  $\uparrow$  (Luftaustausch durch die undichte Gebäudehülle) den zum Feuchteschutz notwendigen Luftwechsel unterschreitet. Eine mögliche Lösung bietet der Einbau einer Lüftungsanlage (Abb. C2.5).



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C2.5 Eine Lüftungsanlage funktioniert auch bei Abwesenheit der Wohnungsnutzer. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind besonders energieeffizient.

## 2. Ausführung von Luftdichtungen

Luftdichtungen sind grundsätzlich auf der Raumseite angeordnet. Deren Aufgabe ist es, Warmluftströmungen (Konvektionsströmungen) in das Bauteil zu verhindern.

Strömt feuchtwarme Luft ungewollt z. B. in eine Wand ein, weil eine Luftdichtung fehlt, trifft sie zwangsläufig auf kalte Stellen der Wandaußenseite. Die Feuchtesättigung (Taupunkt) wird an dieser Stelle überschritten. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert als flüssiges Wasser aus. Geschieht dies regelmäßig, kann sich das Wasser in der Konstruktion anreichern und zu Schäden führen. Hat die Wand dichte Bauteilschichten, kann die Feuchtigkeit nicht wieder austrocknen.

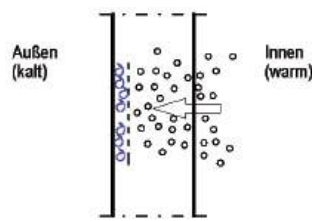


Abb. C2.6 aWand mit mangelhafter Luftdichtung – Feuchte Luft dringt ein, Kondensat entsteht auf der

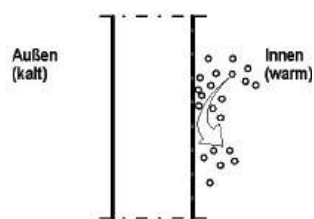


Abb. C2.6 bWand mit Luftdichtung – Die feuchte Luft bleibt im Raum.

Die Luftdichtung vermeidet Warmluftströmungen in die Konstruktion und damit Feuchteschäden. Mit einer Luftdichtung kann die feuchtwarme Raumluft nicht an die kalte Seite der Konstruktion gelangen.

Die Luftdichtheit  $\uparrow$  in der Fläche wird im Mauerwerksbau durch die Putzschicht und im Holzbau durch Gips-, Span- oder Hartfaserplatten erzielt. Wichtig ist das luftdichte Abdichten von Stoßfugen und von Anschlüssen, z. B. an Fenster, Türen sowie Durchdringungen von Installationen. Wird dies nicht sorgfältig ausgeführt, kann an diesen Stellen ein Feuchteschaden entstehen (Abb. C2.7).



Abb. C2.7 Hier das Beispiel einer Steckdose, die beim Einbau nicht abgedichtet wurde. Diese kleine Leckage auf der Raumseite der Wand genügt, um schleichend für eine Wasseransammlung in der Wand zu sorgen.

Im Holzrahmenbau übernimmt die Beplankung  $\uparrow$  auf der Raumseite die Funktion der luftdichten Ebene. Hier werden häufig OSB-Platten eingesetzt, die ab einer Rohdichte von  $600 \text{ kg/m}^3$  als luftdicht gelten. Auch eine dickere Platte hat Einfluss, sowie ein höherer  $s_d$ -Wert.

In der Regel sind eher die Bauteilanschlüsse problematisch und müssen ggf. nachgebessert werden. Bei Passivhäusern, die einen  $n_{50}$ -Wert von max.  $0,6 \text{ h}^{-1}$  einhalten müssen, können die OSB-Platten selbst einen negativen Einfluss auf die Luftdichtheit  $\uparrow$  haben. Bei einer Untersuchung <sup>1</sup> verschiedener Platten betrug deren Anteil an der Gesamtleckage 20 % bis 40 %. Um die Luftdichtheitsanforderung  $n_{50}$ -Wert  $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$  zu erreichen, sollte für die Flächendichtheit der Luftdichtheitsebene als Zielwert ein  $q_{50}$ -Wert  $\leq 0,1 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$  angestrebt werden.

➔ Einige Hersteller von OSB-Platten geben Prüfwerte für die Luftdurchlässigkeit an ( $q_{50}$ -Wert).



Abb. C2.8 Luftdichtheitsebene aus OSB-Platten mit verklebten Plattenstößen und Fensteranschlüssen. Bei höheren Anforderungen an die Luftdichtheit  $\uparrow$  sollten OSB-Platten mit geprüfter Luftdichtheit  $\uparrow$  eingesetzt werden.

### Eigenleistungen der Bauherrschafft

Eigenleistungen schützen den Fachbetrieb nicht vor der Gewährleistung! Gerade beim Dachausbau werden vielfach Eigenleistungen durchgeführt. Für Zimmereibetriebe, die Dachkonstruktionen errichten, können sich Gewährleistungsfallen ergeben, wenn die Bauherren keine bauleitenden Architekten beauftragen. In den Fällen können Zimmereibetriebe für die fachgerechte Ausbildung der Luftdichtung haften, auch wenn sie diese nicht im Auftrag haben.

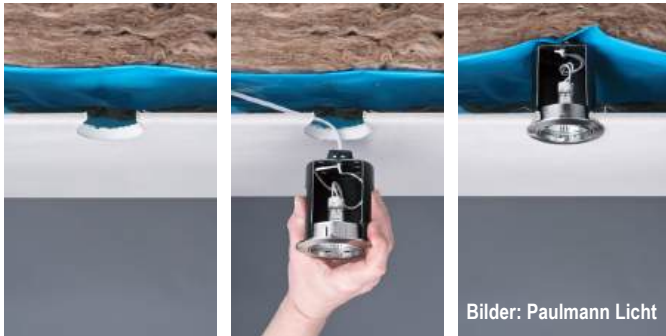
Wie ist das möglich? Für die Landesbauordnungen stellt die Luftdichtheit eine elementare Eigenschaft eines Gebäudes dar, deren Ausführung vom Fachbetrieb sichergestellt werden muss. Überlässt der Fachbetrieb die Ausführung der Bauherrschafft, so hat er die fachgerechte Ausführung zumindest zu überwachen. Faktisch führt der Fachbetrieb für die Ausbildung der Luftdichtheit die Bauleitung durch, auch wenn er dafür keine Vergütung bekommt. Gleiches gilt im Übrigen für Wärme- und Brandschutzmaßnahmen.

<sup>1</sup> EU-Forschungsprojekt 3EnCult, Januar 2014



Bild: Saint-Gobain Isover

Abb. C2.9 Im Dachgeschoss wurde die Luftdichtung vollständig hergestellt. Es ist anzuraten zu diesem Zeitpunkt eine Abnahme über die fachgerechte Ausbildung der Luftdichtung mit der Bauherrschaft durchzuführen. Ggf. sollte eine vorläufige Differenzdruckmessung durchgeführt werden. Denn nun folgen die haustechnischen Gewerke, die die Luftdichtungsebene durchstoßen und zerstören könnten.



Bilder: Paulmann Licht

Abb. C2.10 Bedenklich ist der nachträgliche Einbau von Deckeneinbauleuchten. Der fachgerechte Einbau ist nur möglich, wenn im Rahmen des Innenausbaus Vorbereitungen getroffen wurden. Zu beachten ist ebenfalls der Brandschutz. Die Betriebstemperatur besonders von Halogenstrahlern kann den Schmelzpunkt von Kunststoffbahnen übersteigen.



Bild: Dörken

Abb. C2.11 Auch die Gewerke der Haustechnik sind zum Erhalt der Luftdichtung verpflichtet. Dazu werden an Durchstoßpunkten Luftdichtungsmanschetten verwendet und fachgerecht verklebt.

### 3. Luftdichtheit überprüfen

Die Bauherrschaft hat einen Anspruch darauf, dass die Luftdichtheit des Gebäudes überprüft wird und dabei die zulässigen Grenzwerte eingehalten werden. Um Missverständnissen vorzubeugen, sollten vertragliche Regelungen getroffen werden:

- Der maximale  $n_{50}$ -Grenzwert nach Fertigstellung.
- Die Art und der Zeitpunkt der Überprüfung.

Die Kosten für die Differenzdruckmessung <sup>1</sup> hat die Bauherrschaft zu tragen, wenn im Vertrag nichts anderes vereinbart wird.

$n_{50}$ -Wert	Bedingung	Vorschrift
3,0	Wohngebäude ohne Lüftungsanlage	Gebäudeenergiegesetz GEG § 26 <sup>a</sup>
1,5	Wohngebäude mit Lüftungsanlage	
0,6	Wohngebäude im Passivhaus $\uparrow$ standard	Maßgabe des Passivhaus $\uparrow$ Institut, Darmstadt

Tab. C2.12 Grenzwerte für die Differenzdruckmessung an Gebäuden

<sup>a</sup> Für Gebäude mit einem Volumen größer als 1500 m<sup>3</sup> gelten andere Grenzwerte.

#### Der $n_{50}$ -Wert

bemisst das Verhältnis des Luftaustausches pro Stunde im Verhältnis zum gesamten Raumvolumen des Gebäudes innerhalb der luftdichten Ebene. Der Differenzdruck bei der Messung beträgt 50 Pa (Pascal). Dies entspricht 3-5 Windstärken.

Beispiel: Beträgt der maximal zulässige  $n_{50}$ -Wert 3,0, so bedeutet dies, dass maximal eine Luftmenge des dreifachen Raumvolumens des Gebäudes pro Stunde durch etwaige Undichtigkeiten der Gebäudehülle beim künstlich erzeugten Differenzdruck strömen darf.



Abb. C2.13 Die Differenzdruckmessung wird gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) nach DIN EN ISO 9972 durchgeführt. Weitere Hinweise enthält DIN 4108 Teil 7.

Bild: Ing.-Büro Winkelmann

<sup>1</sup> Der verbreitete Begriff „Blower-Door“ bzw. „Blower-Door-Test“ stammt von dem Namen eines häufig verwendeten Messgerätes.

Die Problematik einer Differenzdruckmessung liegt darin, dass es im Holzbau Unklarheit über die Gewährleistung geben kann. Die Frage ist, wann eine Prüfung stattfinden sollte. Dabei ist die Vorgehensweise im Holzbau anders gegenüber dem Mauerwerksbau. Im Mauerwerksbau gilt die gemauerte Wand mit einer vollständigen Putzschicht auf der Raumseite als luftdicht. Der Innenputz ist somit die Luftdichtungsebene.

Im Holzbau ist das anders. Hier wird die Innenbekleidung üblicherweise aus Gipswerkstoffplatten hergestellt. Eine dauerhafte Luftdichtung in den Anschlüssen ist zwar möglich, aber unüblich. So wird die Luftdichtung mit der hinter der Innenbekleidung liegenden Dampfbremse  $\uparrow$  hergestellt. Die Dampfbremse  $\uparrow$  wird in der Fläche und den Anschlüssen luftdicht ausgebildet (im Mauerwerksbau gibt es in dem Sinne keine Dampfbremse). Durch die Trennung von Luftdichtung und Innenbekleidung sollte die Gewährleistung der Luftdichtheit und deren Überprüfung vertraglich geregelt werden. Am Beispiel eines Dachausbaus soll aufgezeigt werden, wie die Ausbildung einer Luftdichtung im Holzbau sichergestellt werden kann.

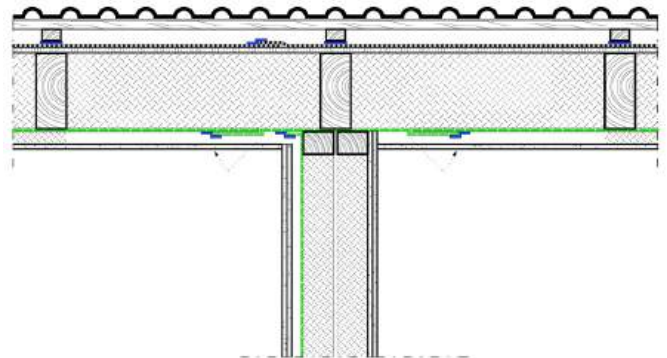


Abb. C2.14 In der Phase des Rohbaus wird die Luftdichtung vorbereitet. Hier wurde vor Montage der Innenwände eine Luftdichtungsbahn über die Innenwandrahme eingelegt. Im Zuge des Innenausbaus kann die LD/DB hier sehr einfach angeschlossen werden.

➔ Bereits im Rohbau muss die Ausbildung einer später einzubauenden Luftdichtungsebene vorbereitet werden.

#### Beispiel für den Bauablauf

Das Dachgeschoss ist fertiggestellt. Jetzt hat die Bauherrschaft den Anspruch auf ein luftdicht hergestelltes Dachgeschoss. Die Bauherrschaft lässt eine Differenzdruckmessung (Blower-Door-Prüfung) durchführen. Wer haftet, wenn die zulässigen bzw. vereinbarten Grenzwerte nicht eingehalten werden?

Dem Handwerker sei angeraten eine Zwischenabnahme durchzuführen. Dadurch kann er sich von den danach entstandenen Leckagen freizeichnen. Typisch ist, dass bei Installationsarbeiten die luftdichte Ebene durchstoßen wird.

# C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen

## Die Materialwahl wird erleichtert

Holz ist hygroskopisch und verändert die Eigenschaften bezüglich der Tragfähigkeit und Elastizität bei Feuchteänderung. Dies wird in der Tragwerksplanung heute berücksichtigt. Die Bedingungen des Umgebungsklimas werden durch die Nutzungsklassen $\uparrow$  definiert. Eine Zuweisung von Gebäudebereichen zu den Nutzungsklassen $\uparrow$  (NKL) bietet eine Reihe von Vorteilen:

- Bereits während der Entwurfsplanung werden die Gebäudebereiche den Nutzungsklassen $\uparrow$  zugewiesen. Damit wird die Beanspruchung des Holzbautragwerks bezüglich Feuchte definiert. Dies gibt die entscheidenden Hinweise auf die Auswahl geeigneter Konstruktionshölzer, Holzwerkstoffe und deren Verbindungsmittel (Korrosionsschutz).
- In der Ausschreibung können mit Angabe der Nutzungsklasse geeignete Materialien abgefragt werden. Die Hersteller weisen die Eignung des Materials für bestimmte Nutzungsklassen $\uparrow$  explizit aus.
- Die Nutzungsklasse kann einen ersten Hinweis auf die Zuordnung der Gebrauchsklassen $\uparrow$  (DIN 68800, Holzschutz) geben (siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 114).

Geschützte Konstruktionen „unter Dach“ sind in der Regel unkritisch und mit den üblichen Produkten des Holzbaus herzustellen. Der Schutzbereich eines Daches wird mit der 60°-Linie begrenzt. Bauteile die außerhalb dieser Schutzzone liegen, gelten als bewittert, werden der Nutzungsklasse NKL 3 zugeordnet und bedürfen bei Planung und Ausführung hoher Aufmerksamkeit.

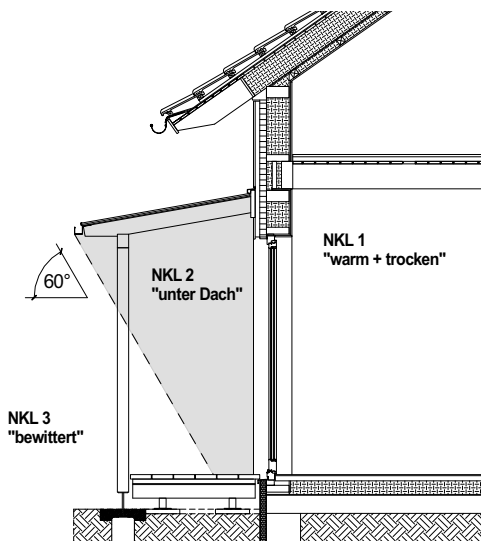


Abb. C3.1 Die drei Nutzungsklassen in einer typischen Bausituation.

Die Holzfeuchte $\uparrow$  hängt bei Konstruktionen „unter Dach“ im Wesentlichen von der relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft ab. Die Temperatur hat einen wesentlich geringeren Einfluss. Abb. C3.2 zeigt den Zusammenhang.

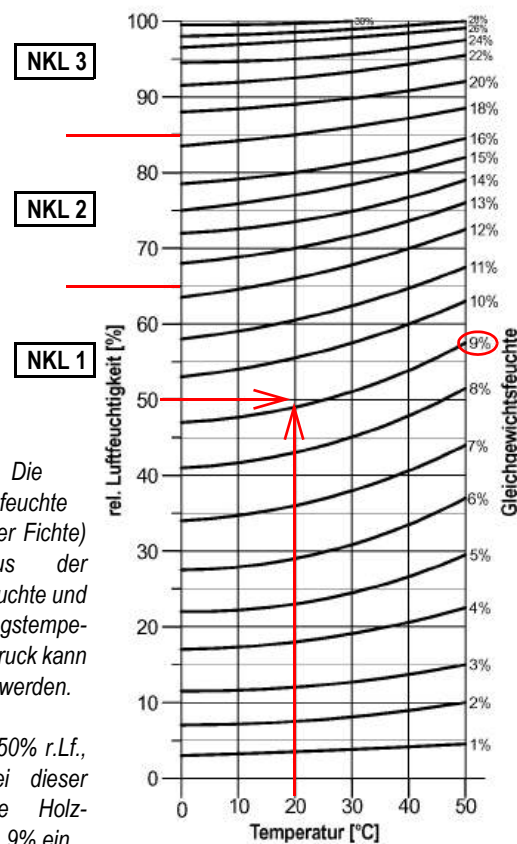


Abb. C3.2 Die Gleichgewichtsfeuchte des Holzes (hier Fichte) resultiert aus der relativen Luftfeuchte und der Umgebungstemperatur. Der Luftdruck kann vernachlässigt werden. Beispiel: Bei 20°C und 50% r.Lf., stellt sich bei dieser Holzart<sup>1</sup> eine Holzfeuchte von ca. 9% ein.

<sup>1)</sup> Andere Nadelhölzer können bis ca.  $\pm 0,5\%$ , Laubhölzer  $\pm 1,5\%$  abweichen.







Der Zusammenhang zwischen der relativen Luftfeuchte und der Holzfeuchte $\uparrow$  wird in dem Diagramm (Abb. C3.2) am Beispiel der Fichte erläutert. Deutlich wird, dass erst höhere Temperaturen direkten Einfluss auf die Holzfeuchte $\uparrow$  haben.

➔ Die Grenzwerte zwischen den Nutzungsklassen $\uparrow$  sind in dem Diagramm eingetragen.

Die Zuordnung von Bauteilen zu den Nutzungsklassen $\uparrow$  ist erforderlich, weil die Festigkeit der Holzbaustoffe von dem Feuchtegehalt abhängt. Die charakteristischen $\uparrow$  Festigkeiten sind im Zuge der Bemessung mit dem aus der Nutzungsklasse und der Lasteinwirkungsdauer resultierenden Modifikationsbeiwert  $k_{mod}$  abzumindern. Für Holz und Holzwerkstoffe sind  $k_{mod}$ -Werte in Tab. C3.4 aufgeführt. Für die Nutzungsklasse 3 sind Abschläge in Kauf zu nehmen.

➔ Hinweise und Merkmale zu den verschiedenen Holzbaustoffen siehe [31].

C. Bauphysik  
 C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen

Bestimmung der Nutzungsklasse	Gleichgewichtsfeuchte des Holzes	umgebendes Klima	Anwendungsbeispiele	
			Holzwerkstoffe	Konstruktionsholz↑
<b>NKL 1</b> „warm + trocken“ Innenräume von beheizten Gebäuden (z. B. Wohn-, Schul- und Verwaltungsbauten).	5 % bis 15 % (i.d.R. bis 12 %)	20° C; 65 % relative Luftfeuchte <sup>a</sup>	 Bild: Swiss Krono Tex	 Bild: Stora Enso
<b>NKL 2</b> geschützte Konstruktion „unter Dach“ Innenräume von Nutzbauten (ggf. unbeheizt) sowie überdachte Konstruktionen im Freien, deren Bauteile nicht der freien Bewitterung ausgesetzt sind.	10 % bis 20 %	20° C; 85 % relative Luftfeuchte	 Bild: Tilly Holzindustrie	 Bild: Boysen Holzbau
<b>NKL 3 <sup>b</sup></b> „frei bewitterte Konstruktion“ Bauteile im Freien. Auf einen baulichen Holzschutz ist zu achten. Eine anhaltende Befeuchtung ist durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden.	12 % bis 24 %	Bedingungen mit höherer Feuchte	 Bild: Kemper System	 Bild: ante Holz

Tab. C3.3 Bestimmung der Nutzungsklasse

<sup>a</sup> Dieser Wert darf nur für wenige Wochen im Jahr überschritten werden.

<sup>b</sup> Die Nutzungsklasse 3 schließt auch Bauwerke ein, in denen sich höhere Gleichgewichtsfeuchten einstellen. Nur in Ausnahmefällen werden überdachte Tragwerke in Nutzungsklasse 3 eingestuft.

Holz, Holzwerkstoff	Norm	Nutzungs-klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			ständig	lang	mittel	kurz	sehr kurz
Vollholz↑	EN 14081-1	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Brettschichtholz	EN 14080	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Sperrholz	EN 636	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90

Tab. C3.4 Modifikationsbeiwerte  $k_{mod}$  für Holz und Holzwerkstoffe nach DIN EN 1995-1-1 (auszugsweise)

# C4. Feuchteschutz

## 1. Klima und Feuchte

Die unterschiedlichen Klimaverhältnisse innen und außen streben nach einem Ausgleich. Wärme strebt immer zur kalten Seite. Genauso wandert der Wasserdampf von der Seite hoher Konzentration zu der Seite niedriger Konzentration.

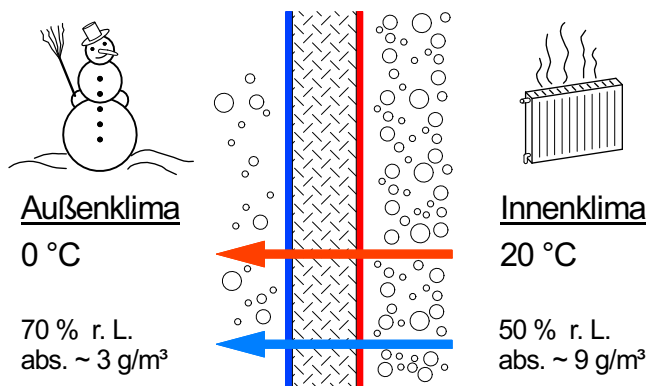


Abb. C4.1 Außenklima und Innenklima.  
roter Pfeil: Wärmeabgabe,  
blauer Pfeil: Wasserdampfdiffusion

Im Winter ist in der kalten Außenluft weniger Wasserdampf vorhanden als in der warmen Raumluft (Abb. C4.1). Maßgebend ist die absolute Luftfeuchte ( $\sim 3 \text{ g/m}^3$  /  $\sim 9 \text{ g/m}^3$ ). Der Wasserdampf wandert dann von der warmen zur kalten Seite nach außen.

Im Sommer kann aufgrund der umgekehrten Temperaturverhältnisse eine Wanderung des Wasserdampfes von außen nach innen stattfinden. Die Außenluft enthält dann mehr Wasserdampf als die Luft im Innenraum, beispielsweise bei  $30 \text{ °C}$  und  $50 \%$  relativer Luftfeuchte absolut  $\sim 15 \text{ g/m}^3$  gegenüber  $\sim 9 \text{ g/m}^3$  in der Luft im Innenraum.

Die Wanderung des Wasserdampfes durch ein Bauteil hindurch wird als Wasserdampfdiffusion bezeichnet. Davon zu unterscheiden ist die Wasserdampfkonvektion, die das Mitführen von Wasserdampf durch eine Luftströmung beschreibt, siehe Seite 91.

### Absolute und relative Luftfeuchte

Die absolute Luftfeuchte ist die Wasserdampfmenge in Gramm, die in einem Kubikmeter Luft enthalten ist. Das Aufnahmevermögen (Sättigung) ist von der Temperatur der Luft abhängig. Bei  $0 \text{ °C}$  kann die Luft maximal  $4,8 \text{ g/m}^3$  aufnehmen, bei  $20 \text{ °C}$  sind es  $17,3 \text{ g/m}^3$ .

Die relative Luftfeuchte gibt an, wie viel Prozent der maximal möglichen Wasserdampfmenge bei einer bestimmten Temperatur in der Luft vorhanden sind. Bei Sättigung sind es  $100 \%$ , entspricht  $17,3 \text{ g}$  Wasserdampf (bei  $20 \text{ °C}$ ). Bei  $50 \%$  relativer Luftfeuchte enthält  $1 \text{ m}^3$  Luft (bei  $20 \text{ °C}$ ) nur  $17,3 \text{ g} \times 50 \% = 8,65 \text{ g}$  Wasserdampf.

Luft kann je nach Temperatur nur eine bestimmte Höchstmenge an Wasserdampf aufnehmen. Diese wird als „Wasserdampfsättigungsmenge“ bezeichnet, siehe Tab. C4.2

Wasserdampfsättigungsmenge [g/m³] bei einer Lufttemperatur von				
-10 °C	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C
2,17	4,8	9,4	17,3	30,3

Tab. C4.2 Wasserdampfsättigungsmenge der Luft in Abhängigkeit von der Lufttemperatur (vgl. Abb. C4.3)

Warme Raumluft hat einen höheren Feuchtegehalt von meist  $6\text{--}10 \text{ g}$  Wasserdampf pro Kubikmeter. Bei niedrigen Temperaturen kann Luft aber nur  $2\text{--}5 \text{ g}$  Wasser aufnehmen.

Das Problem liegt darin, dass feuchtwarme Raumluft an kalte Oberflächen gelangt. Der Feuchteüberschuss fällt als Kondensat an den kalten Oberflächen aus (Beispiel: Glas mit einem frisch gezapften Bier). Der in der Luft vorhandene Wasserdampf geht dabei vom gasförmigen (unsichtbaren) in den flüssigen (sichtbaren) Zustand über. Mit diesem Phänomen sollten sich Bauschaffende auskennen.

➔ Nicht Wasserdampf gefährdet die Baukonstruktionen, sondern Tauwasser (Kondensat) in flüssiger Form.

Welches sind die typischen Bereiche für Kondensat beim Gebäude. Bei Außenbauteilen sind zwei Bereiche relevant:

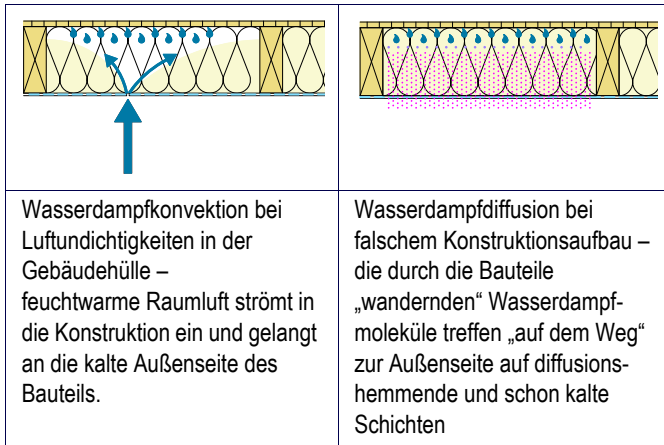
### 1. Tauwasser auf Bauteiloberflächen

Kondensat bildet sich an der raumseitigen Bauteiloberfläche bei geringer Oberflächentemperatur. Hier kann Schimmelpilz entstehen. Kritisch sind Wärmebrücken.

material- oder konstruktionsbedingte Wärmebrücke – Bauteile mit hoher Wärmeleitfähigkeit (Beton, Stahl) oder gering gedämmte Bereiche (Fensterleibungen).	geometrisch bedingte Wärmebrücke – in Raumecken wird die Wärme fächerförmig abgeleitet.

## 2. Tauwasser im Bauteilinneren

Ursachen sind zum Beispiel:



### Taupunkttemperatur

Bei dieser Temperatur ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, die relative Luftfeuchte beträgt dann 100 %. Zur Tauwasserbildung kommt es, wenn sich Luft noch weiter abkühlt, sodass die Taupunkttemperatur unterschritten wird.

Beispiel Abb. C4.3: Bei einer Temperatur von ca. 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchte enthält die Luft pro Kubikmeter ca. 8,7 g Wasserdampf. Kühlt sich die Luft auf 9,3 °C ab, so ist die Luft zu 100 % mit Wasserdampf gesättigt. Bei geringeren Temperaturen als 9,3 °C entsteht Tauwasser.

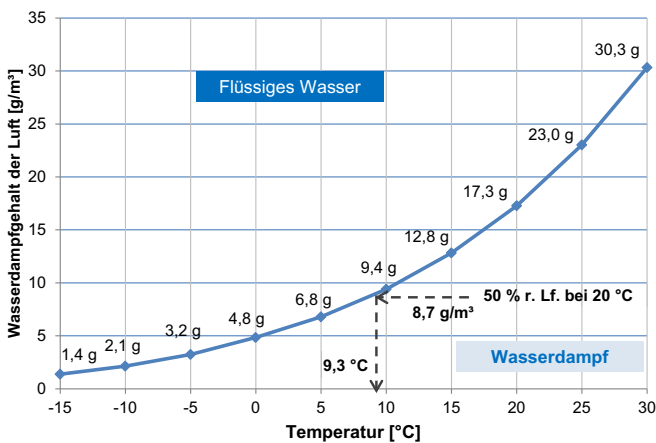


Abb. C4.3 Wasserdampfsättigungs- / Taupunkttemperaturkurve der Luft. Kalte Luft kann dramatisch weniger Wasser aufnehmen als warme Luft.

➔ In dem gezeigten Zusammenhang der Abb. C4.3 liegt die Hauptursache für Feuchteschäden beim Bauen. Warmfeuchte Luft erzeugt Kondensat an kalten Oberflächen.

## Tauwassernachweis

In DIN 4108-3 "Feuchteschutz" sind drei Verfahren zur Beurteilung eines Bauteils vorgesehen:

1. Viele in der Praxis bewährte Außenwand- und Dachkonstruktionen sind in der Norm aufgeführt. Für diese ist kein rechnerischer Tauwassernachweis zu führen. Konstruktionen, die nicht als nachweisfrei aufgeführt sind, werden rechnerisch nachgewiesen. Dies sind:
2. Das "Glaser"-Verfahren als vereinfachte Methode.
3. Sollte ein Tauwassernachweis nach dem "Glaser"-Verfahren nicht erfolgreich oder möglich sein (bspw. bei feuchtheadaptiver Dampfbremse↑), kann ein Nachweis mittels hygrothermischer Simulation nach DIN EN 15026 durchgeführt werden.

Das "Glaser"-Verfahren kann u. a. nicht angewendet werden bei

- klimatisierten Wohnräumen
- erdberührten Bauteilen
- Gründächern
- bestimmten Innendämmungen
- feuchtheadaptiven Dampfbremsen↑

➔ Wasserdampfdiffusion ist die einzige Feuchte, die sich rechnerisch erfassen lässt (planmäßige Feuchte).

### „Unplanmäßige“ Feuchte

Unplanmäßige Feuchte ist immer vorhanden. Fragt sich nur wie viel! Berechnen lässt sich allein die Wasserdampfdiffusion (planmäßige Feuchte). Auch genaueste Berechnungen lassen offen, dass die Gefahr bei der unplanmäßigen Feuchtigkeit liegt. Die Auswertung von Bauschäden zeigen, dass besonders die unplanmäßige Feuchte zu Schäden führen kann.

1. Kongvektion↑ aufgrund fehlender Luftdichtung (siehe Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 90).
2. Niederschläge während der Bauphase können das Bauteil „vorschädigen“.
3. Niederschläge in der Nutzungsphase aufgrund von Undichtigkeiten z. B. am Fenster. Tröpfchenweise tritt Feuchtigkeit ein und kann zu Wasseransammlungen führen.
4. Mangelhafte Sockelausbildung (fehlender Spritzwasserschutz) belastet den Wandfuß.
5. Aufsteigende Bodenfeuchte aufgrund schadhafter oder fehlender Feuchtesperre.
6. Materialfeuchte.
7. Kondensat an Kaltwasserleitungen.

Die Nr. 1 „Kongvektion↑“ aufgrund fehlender Luftdichtung lässt sich mit einer Prüfung der Luftdichtheit↑ (Differenzdruckmessung) ausschalten, siehe Seite 94. Für alle anderen Feuchtequellen braucht es neben einer sorgfältigen Konstruktion eine ausreichend große Austrocknungsreserve. Aus dem Bauteil kann deutlich mehr Feuchte austrocknen als rechnerisch eingetragen wird.

Bauteil	Austrocknungsreserve
Außenwand, Decke	$\geq 250 \text{ g / m}^2 \text{ Jahr}^a$
Dach	$\geq 250 \text{ g / m}^2 \text{ Jahr}$

Tab. C4.4 In der DIN 68800 wird normativ für den Holzbau ein Minimum an Austrocknungsreserve beschrieben.

<sup>a</sup> Wertangabe als Empfehlung. DIN 68800 gibt lediglich  $100 \text{ g / m}^2 \text{ Jahr}$  vor, ohne für diesen geringen Wert jedoch eine nachvollziehbare Begründung zu liefern. Empfehlung ebenfalls  $250 \text{ g / m}^2 \text{ Jahr}$ .

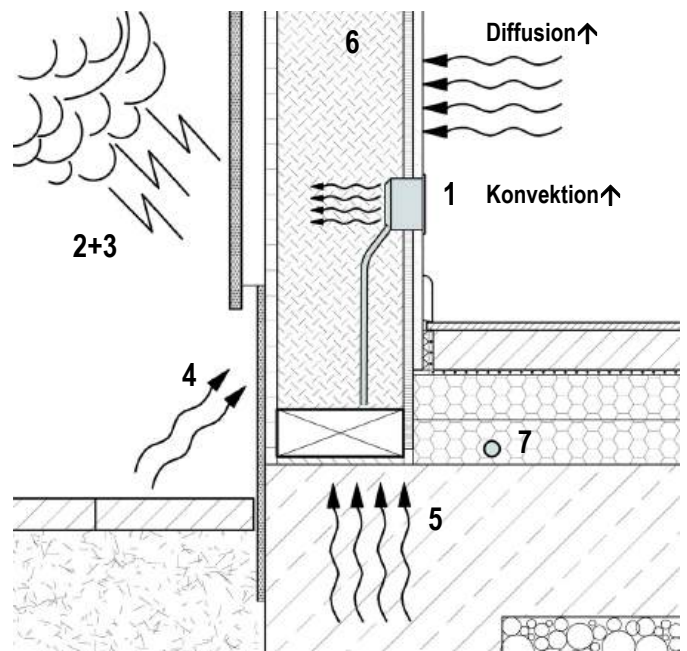


Abb. C4.5 Wie kommt es in einer Außenwand zu Feuchteschäden? Ursache ist die unplanmäßige Feuchtigkeit.

## 2. Dampfbremse versus Dampfsperre

Bei dieser Frage trifft die Erkenntnis aus den letzten Dekaden auf eine Baupraxis, an die man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts geglaubt hat.

- „Veraltete Überzeugung“ – Dampfsperren verhindern das Eindiffundieren von Feuchte in die Konstruktion. Soweit richtig. Ausreichend wären dafür aber schon Dampfbremsen↑.
- „Fortgeschrittene Erkenntnis“ – Unplanmäßige Feuchte und die Umkehrdiffusion dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Beides führt im ungünstigen Fall zu einer unzutraglichen Feuchteansammlung im Bauteil. Abhilfe schafft ein hohes Maß an Speicherfähigkeit der Materialien und eine hohe Austrocknungskapazität nach außen und zur Raumseite.

Warum, während man im Mauerwerk ohne dampfsperrende Schicht auf der Raumseite auskommt? Die Speicherfähigkeit von Mauerwerk für Feuchte spielt eine Rolle und die Austrocknung zur Raumseite.

### Früher übliche Konstruktion

In einer früheren Ausgabe von DIN 4108-3 galt die Ausführung mit einer inneren diffusionshemmenden Schicht (Dampfsperre) mit  $s_d$ -Wert  $\geq 100 \text{ m}$  als nachweisfrei und wurde in großer Zahl baulich umgesetzt. Auch eine veraltete Ausgabe der DIN 68800 Holzschutz enthielt diesen Passus.

Jedoch gilt gerade die innen dampfdichte Konstruktion schon länger nicht mehr als sicher, sondern möglicherweise sogar als schadensfördernd. Daher ist mit Fassung der DIN 4108-3 (Ausgabe 2014) und DIN 68800 Holzschutz (Ausgabe 2012) diese Konstruktion nicht mehr als „nachweisfrei“ aufgeführt.

➔ Die im Folgenden dargestellten Zusammenhänge gelten heute als Grundüberzeugung. Es werden einige grundlegende Begriffe und Zusammenhänge erläutert, um danach eine Empfehlung für eine feuchtetechnisch robuste Holzbaukonstruktion zu geben.

### Anerkannte Regel der Technik im Holzbau

Seit vielen Jahren werden auf der Außenseite diffusionsoffene Unterdeckungen eingebaut,  $s_d$ -Wert bis  $0,3 \text{ m}$ . Wendet man den „Faktor 10“ an (Seite 104), ist auf der Raumseite eine Dampfbremse↑ mit dem  $s_d$ -Wert  $2,0 \text{ m}$  bis  $5,0 \text{ m}$  ausreichend. Höhere  $s_d$ -Werte reduzieren die Austrocknung zur Raumseite unnötig.

➔ Ideal sind OSB-Platten, weil der  $s_d$ -Wert optimal ist und eine hohe Feuchtespeicherfähigkeit↑ für zusätzliche Sicherheit sorgt.

C. Bauphysik  
 C4. Feuchteschutz  
 2. Dampfbremse versus Dampfsperre

Die Funktion von Luftdichtung und Dampfbremse  $\uparrow$  sind üblicherweise in einem Material vereint. Wir nennen sie LD/DB. Auf der Seite 101 wird erläutert, dass aufgrund des Feuchteschutzes eine LD/DB auf der warmen Seite des Bauteils angeordnet wird. Bei Wohngebäuden somit auf die Raumseite. Die Ausbildung einer Luftdichtigkeitsebene ist auf der Raumseite wesentlich einfacher. Um eine Luftdichtung herzustellen, bedarf es hoher Sorgfalt in der Auswahl der Materialien und in der Ausführung.

Woraus kann eine LD/DB bestehen? Üblicherweise werden im Holzbau Bahnen oder Platten eingesetzt. An den Stößen der Platten, den Überlappungen der Bahnen sowie den seitlichen Anschlüssen werden LD/DBs dauerhaft verklebt. Verarbeiter sollten grundsätzlich für die Verklebung nur geprüfte Systeme verwenden. Der Untergrund muss trocken, staub- und fettfrei sein. Die Mindestumgebungstemperatur wird von den Herstellern angegeben (z. B.  $+5^{\circ}\text{C}$ ). Stark saugende Untergründe sollten geprimer werden. Es ist zu empfehlen, dazu ein Systemprodukt zu verwenden, um die Verträglichkeit von Kleber und Primer sicherzustellen.

Was ist außerdem zu beachten?

- „Faktor 10“ einhalten (siehe Seite 102). Bei einem  $s_d$ -Wert-außen von max. 0,2 Metern genügt ein  $s_d$ -Wert-innen von 2,0 bis 5,0 Metern. Ist außen eine Dämmschicht angeordnet, darf der  $s_d$ -Wert dieser Dämmschicht auch höher sein.
- Keine Dampfsperren verwenden
- Optimal ist die Feuchtespeicherfähigkeit  $\uparrow$  z. B. einer Holzwerkstoffplatte (siehe Bauphysik Abschnitt „Umkehrdiffusion“ ab Seite 105).
- Holzwerkstoffplatten wie Span- oder OSB-Platten gelten in der Fläche als luftdicht. Eine Nut-Feder-Verbindung ist nur eingeschränkt luftdicht. Stumpfe Plattenstöße müssen mit einem geeigneten Klebeband abgeklebt werden. Die einfache Auflage auf einem Holzständer genügt als Luftdichtung nicht.
- Verspachtelte oder verklebte Gipswerkstoffplatten gelten in der Fläche als luftdicht. Die seitlichen Anschlüsse sind dauerhaft luftdicht allerdings nur schwierig herzustellen. Wird dies jedoch sichergestellt, kann die Funktionsschicht Luftdichtung und Dampfbremse  $\uparrow$  getrennt ausgebildet werden. Dann muss die Innenbekleidung aus Gipswerkstoffplatten luftdicht hergestellt werden. In dem Fall würde es genügen, die dahinterliegende Dampfbremse  $\uparrow$  überlappend herzustellen.

Werkstoff	Verfügbarkeit in verschiedenen Formaten	optimaler $s_d$ -Wert	Feuchtespeicherfähigkeit bei Umkehr-Diffusion $\uparrow$	mechanisch robuster Werkstoff	Vollschalung für die Raumseite	einfache Verarbeitung	System-zubehör
OSB-Platten	ja	ja	ja	ja	ja	eingeschränkt	ja
Spanplatten	eingeschränkt	nein	ja	ja	ja	eingeschränkt	ja
Dampfsperrbahn $s_d > 50\text{ m}$	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Dampfbremsbahn $\uparrow$ $s_d = 2\text{ bis }5\text{ m}$	ja	ja	nein	nein	nein	ja	ja
feuchteadaptive Dampfbremsbahn $\uparrow$	ja	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>b</sup>	nein	nein	ja	ja

Tab. C4.6 Kriterien für die Auswahl der LD/DB

<sup>a</sup> Bei Innenausbauten mit hoher Raumfeuchte ist die feuchteadaptive Dampfbremse ungeeignet. Haupteinsatzgebiet ist die Sanierung und bei Konstruktionen mit besonderem Feuchteschutznachweis  $\uparrow$ .

<sup>b</sup> Eine Speicherfähigkeit ist zwar nicht gegeben. Allerdings zeichnet sich die feuchteadaptive Dampfbremse gerade bei der Umkehrdiffusion durch das feuchtevariable Verhalten aus. Achtung: manche Bahnen dürfen nur mit bestimmten Dämmstoffen eingesetzt werden.

➔ Aufgrund ihrer Eigenschaften ist die OSB-Platte in vielen Konstruktionen des Holzbaus zu finden.

## Außenwand und Dach richtig konstruieren

Welche Werkstoffe sind die Richtigen auf der Raumseite bzw. auf der Wetterseite?

Hier haben sich in den vergangenen 20 Jahren große Veränderungen in der Auffassung über die Bauphysik ergeben. Die moderne Art des Holzbaus hat sich in der Normungsarbeit durchgesetzt. Der Fortschritt ist, dass wir im Holzbau von einer sehr sicheren und robusten Bauart in Bezug auf den Feuchteschutz sprechen können.

➔ Die diffusionsoffene Bauweise mit den hochwertigen Holzwerkstoffplatten gilt als Optimallösung im Holzbau.

Was macht die Anordnung OSB-Platten innen – Holzfaserplatten außen feuchtetechnisch robust?

- Der „Faktor 10“ passt. Die Konstruktion ist tauwasserfrei.
- Holzwerkstoffe wirken feuchteregulierend. Unplanmäßige Feuchte kann in großen Mengen aufgenommen und wieder abgegeben werden.
- Die Austrocknungsreserve ist sehr hoch. Die Konstruktion ist fehler-tolerant.
- Bei der „Umkehrdiffusion“ ist die Feuchtespeicherfähigkeit↑ der Holzwerkstoffe sehr hilfreich (siehe Seite 105).

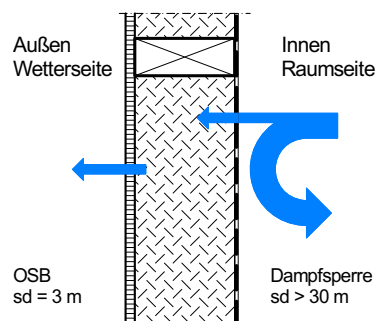
### Hinweis: Kritische Konstruktion in der Wand

Würde man die OSB-Platte auf die Außenseite montieren ( $s_d \approx 3 \text{ m}$ ), wäre auf der Innenseite eine Dampfsperre ( $s_d \geq 30 \text{ m}$ ) anzuordnen. Daraus ergibt sich eine maximale Austrocknungskapazität  $W_V$  von:

$$\text{max. } W_V \approx 250 + 25 \approx 275 \text{ g/m}^2$$

Dieser Wert ist sehr gering (vgl. Tab. C4.4).

Abb. C4.7  
Falsche Ausführung!  
Die OSB-Platte sollte besser auf der Raumseite angeordnet werden.



### Hinweis: Kritische Konstruktion im Dach

Gerade im Dach werden häufig Standardbahnen eingesetzt. Eine Dampfsperre mit hohem  $s_d$ -Wert  $\geq 100 \text{ m}$  auf der Raumseite und eine Unterdeckbahn mit  $s_d$ -Wert  $\leq 0,05 \text{ m}$  auf der Außenseite.

Der  $s_d$ -Wert unterscheidet sich mit dem Faktor 2000! Dies ist unnötig und führt bei der Umkehrdiffusion (siehe Seite 105) zu Feuchteanreicherungen in der Konstruktion. Zusätzlich kritisch ist, dass keines der Materialien feuchtespeichernd wirkt. Insbesondere in Kombination mit Dämmstoffen aus Mineralwolle ist zu befürchten, dass Kondensat zum Fußpunkt der Konstruktion abläuft und sich dort ansammelt.

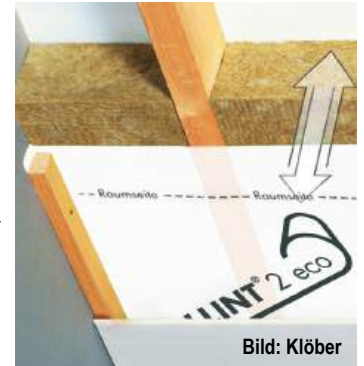


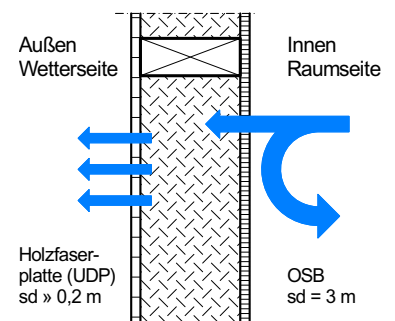
Abb. C4.8  
Eine Dampfbremse mit  $s_d$ -Wert 2,0 m genügt. Eine hohe Austrocknung nach innen ist so gewährleistet.

### Empfehlung bei Dach und Wand: OSB innen, Holzfaserplatte außen

Im Gegensatz dazu ergibt die Anordnung der OSP-Platte auf der Innenseite eine zehn mal höhere Austrocknungskapazität (!), denn damit kann auf der Außenseite z. B. eine diffusionsoffene Holzfaserplatte als Unterdeckplatte ( $s_d \approx 0,3 \text{ m}$ ) montiert werden. Daraus ergibt sich eine Austrocknungskapazität  $W_V$  von:

$$W_V \approx 2.500 + 400 \approx 2.900 \text{ g/m}^2$$

Abb. C4.9  
Dieser Aufbau hat sich im modernen Holzbau durchgesetzt. In jeder Hinsicht eine optimale Lösung.



### 3. Der $s_d$ -Wert

Der  $s_d$ -Wert steht im Zusammenhang mit der Diffusion  $\uparrow$ , dem Transport von gasförmigem Wasser (Wasserdampf) durch ein Bauteil. Dies findet statt, wenn auf der Raumseite und Außenseite des Bauteils unterschiedliche Temperaturen und damit unterschiedliche absolute Luftfeuchten herrschen (Abb. C4.1: innen 9 g/m<sup>3</sup>, außen 3 g/m<sup>3</sup>). Je höher der Temperaturunterschied, desto größer wird der Dampfstrom von der warmen zur kalten Seite sein, im Winter zur Außenseite.

→ Wer den  $s_d$ -Wert verstanden hat, kann den Aufbau der Konstruktionen und den Feuchteschutz im Holzbau verstehen.

Wasserdampf diffundiert durch die Bauteilschichten. Nur Metall und Glas lassen keinen Wasserdampf durch. Diese sind für Wasserdampf vollständig geschlossen (dampfdicht). Alle anderen Materialien lassen Wasserdampf diffundieren, jedoch in ganz unterschiedlichen Mengen. Wie groß der Diffusionswiderstand eines Materials ist, wird ausgedrückt mit dem  $\mu$ -Wert. Der  $\mu$ -Wert ist ein materialspezifischer Wert, der ohne eine physikalische Einheit angegeben wird (Tab. C4.12).

In der Betrachtung des Diffusionsvermögens einer Baukonstruktion spielt die Schichtdicke ebenfalls eine Rolle. Beides zusammen wird in der Multiplikation zum  $s_d$ -Wert =  $\mu \cdot s$  [m] (Definition siehe Tab. C4.10). Allerdings ist der  $s_d$ -Wert keine physikalische Größe im eigentlichen Sinn, sondern eine Verhältniszahl, nämlich zum Diffusionsvermögen der Luft. Ein  $s_d$ -Wert von 1,0 m einer Bauteilschicht verhält sich bezüglich der Diffusion  $\uparrow$  wie eine ein Meter dicke Luftschicht  $\uparrow$ . Der  $s_d$ -Wert dient allein einer quantitativen Beurteilung von Bauteilschichten bezüglich Diffusion  $\uparrow$ .

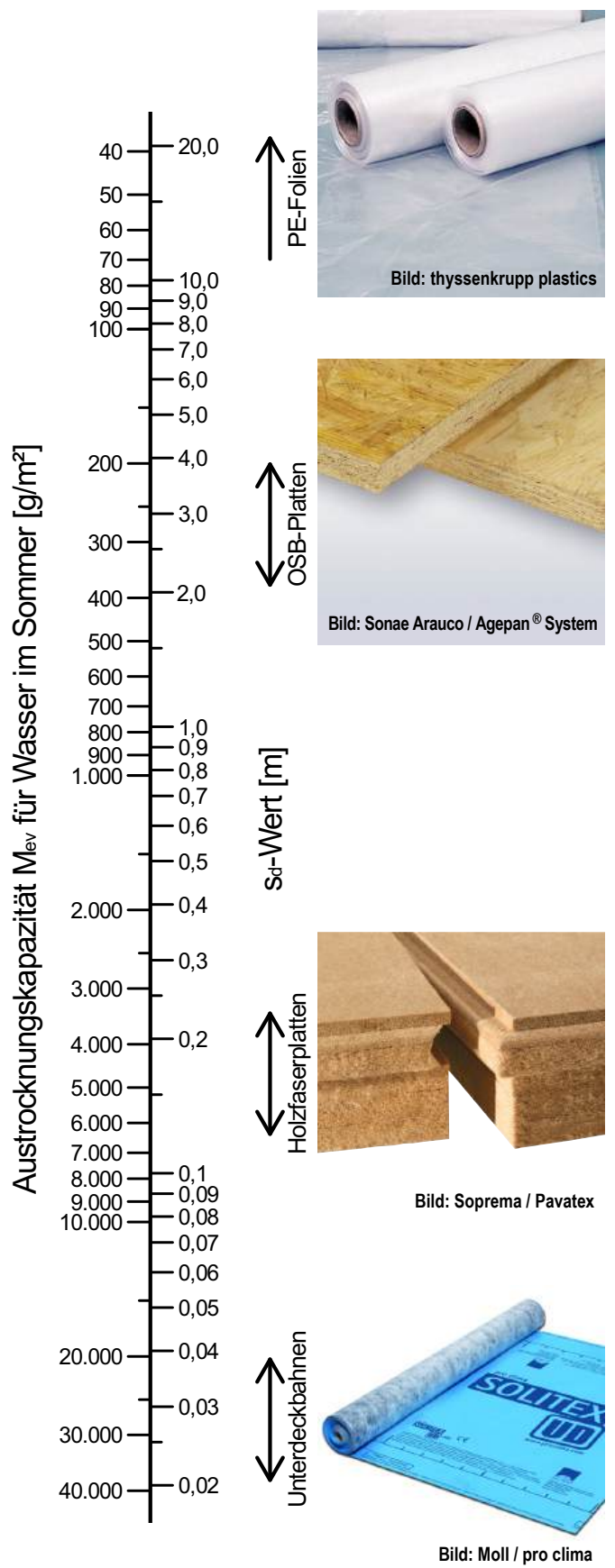
Begriff	Erläuterung
Wasserdampf-	Merkmal einer Schicht bezüglich $\rightarrow$ Wasserdampf
diffusions-	$\rightarrow$ des Diffusionsverhaltens
äquivalente	$\rightarrow$ im Verhältnis zu
Luftschichtdicke	$\rightarrow$ der Luftschichtdicke 1,0 Meter

Tab. C4.10 Wortdefinition des  $s_d$ -Wertes

#### Was sagt der $s_d$ -Wert aus?

Je größer der Wert, desto geringer ist das Diffusionsvermögen. Der  $s_d$ -Wert beschreibt also den Widerstand einer Bauteilschicht gegenüber der Diffusion  $\uparrow$ . Es ist schwierig ein Gefühl für die Größenordnung von  $s_d$ -Werten zu entwickeln. Wie dicht ist denn eine Bauteilschicht mit  $s_d = 1,0$  Meter? Um dies zu erleichtern, um ein Gefühl für Größenordnungen zu bekommen, wurde die Grafik in Abb. C4.11 entwickelt. Nach einer groben überschlägigen Berechnung wird angegeben, wie viel Wasser durch eine Schicht mit einem bestimmten  $s_d$ -Wert pro Jahr austrocknen kann. Dazu werden vier typische Baustoffe des Holzbaus angegeben. Tab. C4.13 fasst das Ergebnis zusammen.

Abb. C4.11 Überblick zum  $s_d$ -Wert. Es werden vier Materialien gezeigt, die die Spanne der Diffusionsfähigkeit erläutern. Dazu wird ein Zusammenhang zur Austrocknungskapazität einer Bauteilschicht hergestellt (vgl. Tab. C4.13).



Baustoffe lassen unterschiedlich viel Wasserdampf durch. Glas und Metalle nichts, leichte Faserdämmstoffe sehr viel. Sie verhalten sich bezüglich Diffusion  $\uparrow$  wie Luft ( $\mu$ -Wert = 1,0). Alle anderen Materialien im Bauwesen liegen dazwischen. In Abb. C4.11 wird die Spanne der  $s_d$ -Werte gezeigt, die im Holzbau von Bedeutung sind. Immerhin von 0,02 m bis weit mehr als 20 m. Um dies sinnvoll als Grafik darzustellen, wurde eine logarithmische Skala gewählt.

In der DIN 4108-3 [8] werden die  $s_d$ -Werte nach der Diffusionsfähigkeit wie folgt definiert:

- $\leq 0,5$  m „diffusionsoffene Schicht“
- $0,5 \text{ m} < s_d \leq 10$  m „diffusionsbremsende Schicht“
- $10 \text{ m} < s_d \leq 100$  m „diffusionshemmende Schicht“
- $100 \text{ m} < s_d \leq 1500$  m „diffusionssperrende Schicht“
- $\geq 1500$  m „diffusionsdichte Schicht“

### Austrocknungskapazität

Der  $s_d$ -Wert lässt sich am leichtesten nach der Austrocknungskapazität beurteilen. Mit den vier Werkstoffen nach Tab. C4.13, die im Holzbau von großer Bedeutung sind, erhält man einen Überblick. Auf der Skala in Abb. C4.11 sind diese Werkstoffe eingetragen. An diesen vier Materialien lässt sich der Feuchteschutz hervorragend erklären. Wenn man sich diese vier Werkstoffe merkt, hat man einen guten Überblick bei den  $s_d$ -Werten von anderen Baumaterialien.

Produkt	$\mu$ -Wert trocken / feucht	Dicke [m]	$s_d$ -Wert [m]
Rauspund Holz	40	0,024	~ 1,0
Holzfaser 500 - 600 kg/m <sup>3</sup>	10	0,015	0,15
Holzfaser 250 kg/m <sup>3</sup>	5 / 3	0,024	0,12 / 0,07
		0,06	0,3 / 0,18
OSB	300 / 200	0,015	4,5 / 3,0
Mineralwolle	1	0,16	0,16
Polystyrol-Hartschaum	60	0,06	3,6
PE-Folie	100.000	0,0002	20
Bitumenbahn	20.000	0,003	60
Kalksandstein 1800 kg/m <sup>3</sup>	25 / 15	0,24	6,0 / 3,6
Kalkputz	35 / 15	0,015	0,53 / 0,23
Gipskartonplatten	8	0,0125	0,1

Tab. C4.12  $s_d$ -Werte einiger Baumaterialien

Werkstoff	$s_d$ -Wert	Einsatz als	Austrocknungskapazität für Wasser (pro Jahr)
PE-Folie 	ab 20 m	Dampfsperre auf der Raumseite (Warmseite)	~ 40 g  2x
OSB-Platten 	ab 2,0 m	Dampfbremse $\uparrow$ auf der Raumseite (Warmseite)	~ 400 g  2x
Holzfaserplatten 	ab 0,2 m	Unterdeckung $\uparrow$ auf der Außenseite (Wetterseite)	~ 4.000 g  4x
Unterdeckbahnen 	ab 0,02 m	Unterdeckung $\uparrow$ auf der Außenseite (Wetterseite)	~ 40.000 g  4x

Tab. C4.13  $s_d$ -Werte von vier typischen Baumaterialien im Holzbau

Bildquelle (von oben): thyssenkrupp plastics, Sonae Arauco / Agepan® System, Pavatex, Moll / pro clima

### Faktor 10 einhalten!

Damit das Diffusionsverhalten einer Außenwand oder eines Daches funktioniert, ist es so, dass das Bauteil auf der Innenseite ca. 10 mal dichter sein muss als auf der Außenseite. Konstruktionen müssen nach außen diffusionsoffener werden (mindestens Faktor 10). Wird dies eingehalten, ist die Konstruktion tauwasserfrei. Es gibt dann in dieser Konstruktion keinen Taupunkt! Ist der Unterschied geringer, sollte ein rechnerischer Nachweis geführt werden. Konstruktionen, die den „Faktor 10“ einhalten, gelten in Bezug auf die Wasserdampfdiffusion als sicher (vergleiche Tab. C5.4 auf Seite 117).

Die ideale Holzbaukonstruktion für Dach und Wand:

- außen Holzfaserplatten,  $s_d \leq 0,3 \text{ m}$
- innen OSB-Platten,  $s_d \approx 3,0 \text{ m}$

→ OSB ist 10 mal dichter als Holzfaserplatten.  
Die Konstruktion ist tauwasserfrei!

## 4. Umkehrdiffusion

In Mitteleuropa haben wir es mit einem starken Ausmaß an Wechselklima zu tun. Während Wohnräume bei möglichst konstant 20–22°C gehalten werden sollen, reicht das Außenklima von sehr kalt bis sehr warm. Berücksichtigt man die Sonneneinstrahlung auf Wänden und Dächern, so variiert die Temperatur auf der Außenseite der Gebäude von ca. minus zehn Grad Celsius bis über fünfzig Grad Celsius. Man könnte auch sagen 20°C ± 30 Kelvin. Dies ist eine sehr große Spanne.

In der Bauphysik wurde und wird bei der vereinfachten Feuchteschutzberechnung nach DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren↑) von einem statischen Jahresklimaverlauf ausgegangen:

- 90 Tage „Tauperiode“ als kalte Jahreszeit (Dezember bis Februar) mit -5°C auf der Außenseite.
- 90 Tage „Verdunstungsperiode“ als warme Jahreszeit (Juni bis August).
- Die übrigen 6 Monate bleiben vereinfacht feuchtetechnisch unberücksichtigt.

Einerseits ist dieses „Extremklima“ mit 3 Monaten „Eiszeit“ auf der sicheren Seite angenommen, andererseits ist das Ignorieren der Umkehrdiffusion durchaus bedenklich.

### Was ist die „Umkehrdiffusion“?

Ganz einfach. Zu den Zeiten, in denen es auf der Außenseite wärmer ist als auf der Raumseite, kehrt sich der Dampfstrom um. Feuchtigkeit lagert sich in dem Bauteil im Bereich der Dampfbremse↑ ein (Abb. C4.15) Eine feuchtevariable Dampfbremse↑ ermöglicht die Austrocknung zur Raumseite.

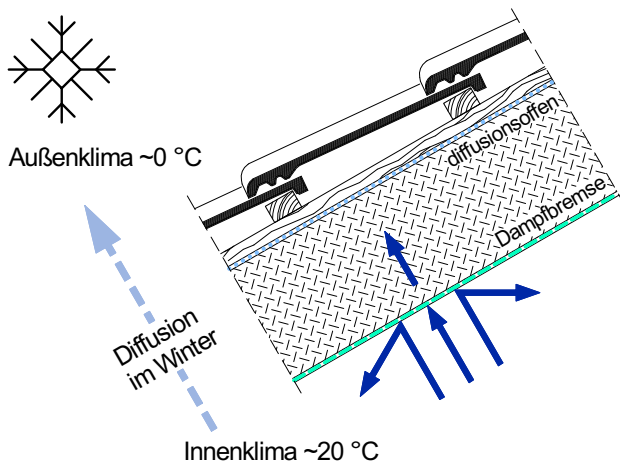


Abb. C4.14 Typisch zur kalten Jahreszeit ist die Diffusion↑ nach außen. Ist eine Dampfbremse und Luftdichtung eingebaut verbleibt die Feuchte im Raum. Nur geringe Mengen diffundieren ein.

➔ Die Dachkonstruktionen aus „einfachen“ Kunststoff-Materialien sind für den Winterfall konstruiert. Für die Sommerzeit bestehen Risiken.

Woher kommt diese Feuchtigkeit?

Beispiel Morgensonne: Auf der Rückseite von Fassaden und Dacheindeckung↑ entsteht über Nacht Feuchtigkeit. Erwärmt die Morgensonne die Fassade oder Dacheindeckung↑, so entsteht ein Dampfstrom in umgekehrter Richtung, in die Konstruktion hinein. Die äußere Unterdeckung↑ ist diffusionsoffen und lässt die Feuchtigkeit passieren. Besteht die



Unterdeckung↑ aus einer Kunststoffbahn, kann hier keine Feuchte gespeichert werden. Es kommt dabei zur Kondensatbildung auf der Dampfbremse↑/sperre. Dieses Phänomen lässt sich beim Neubau beobachten. Fehlt beim Dachausbau noch die Innenbekleidung, so kann bei transparenten Dampfbremsen /sperren und bestimmten Wetterlagen Kondensat erkannt werden (Tröpfchenbildung auf der inneren Bahn).

Es gibt weitere Ursachen von Feuchte in der Konstruktion. Neben der von außen eindiffundierenden Feuchte können auch bauliche Unzulänglichkeiten zur Feuchte im Bauteil beitragen:

- Feuchtigkeit aus dem eingebauten Material (z. B. Restfeuchte im Holz).
- Über Konvektion↑ (Warmluftströmung) eingelagerte Feuchte aufgrund von Luftdichtheiten.
- Eindringene Niederschläge während oder nach der Montage.

➔ Es ist günstig, wenn das Baumaterial Feuchtigkeit speichern kann. Das Entstehen von „Wassernestern“ wird vermieden. Die Feuchte trocknet über die Fläche wieder aus.

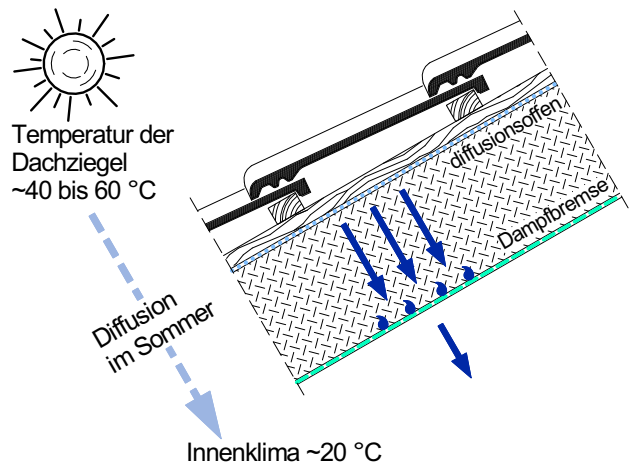


Abb. C4.15 Im Sommer und bei Sonneneinstrahlung dreht sich der Diffusionsstrom um, von außen nach innen (Umkehrdiffusion). Die Temperaturen sind außen höher als innen. Es bildet sich Kondensat an der Dampfbremse. Nur geringe Mengen können zur Raumseite hindurch.

➔ Option: feuchtevariable Dampfbremsen↑.

➔ Option: feuchtigkeitsspeichernde Baustoffe, wie z. B. Hohlraumdämmung aus Holzfasern oder Cellulose.



Abb. C4.16 Typische Kondensatbildung an einer sperrenden Kunststoff-Folie im Sommer

Bild: Ing.-Büro Meyer

**Wie kann die Konstruktion den Feuchteintrag ausgleichen?**

- Mit der Diffusion↑ zur Außenseite erfolgt die „standardmäßige“ Austrocknung, wenn es außen wieder kälter ist.
- Nicht zu unterschätzen ist die Austrocknung zur Raumseite. Deshalb sollten hier keine unnötig dichtenden Folien eingesetzt werden. „Faktor 10“ genügt (siehe Seite 104). Dies sind Dampfbremsen↑ mit  $s_d$ -Werten zwischen 2,0 und 5,0 Metern, oder feuchtevariable Dampfbremsen↑.
- Übrigens: Bei Wänden aus Mauerwerk ist die Austrocknung nach innen elementar.
- Werden Baumaterialien eingesetzt, die anfallende Feuchte speichern können, so verbleibt die Feuchte bis zur Austrocknung in der Fläche. Feuchteansammlungen werden vermieden. Auch dies ist im Mauerwerksbau von großer Bedeutung.
- Der Einsatz von Holzwerkstoffen hat sich im Holzbau bezüglich der Feuchtespeicherung bewährt.

Bei Holzbaukonstruktionen sind Dampfbremsen↑ mit einem  $s_d$ -Wert von ca. 2,0 bis 5,0 m während der Tauperiode völlig ausreichend. Diese ermöglichen eine Austrocknung zur Raumseite je nach Konstruktion von ca. 150 - 400 g/m<sup>2</sup> während der Verdunstungsperiode.

Immer dann, wenn Bauteile nach außen diffusionsdicht sind, ist eine Rücktrocknungsmöglichkeit zur Raumseite unbedingt erforderlich. Solch bauphysikalisch anspruchsvolle Konstruktionen sind z. B. Steildächer mit diffusionshemmender Vordeckung↑ (meist Altbau), Dächer mit Metalldeckung, Flachdächer und Gründächer. Es hat sich gezeigt, dass Dampfsperren mit einem  $s_d$ -Wert von 50 m bis 100 m den Feuchteintrag infolge Konvektion↑ aufgrund unvermeidlicher Restleckagen nicht verhindern. Da Dampfsperren kaum Rücktrocknung nach innen zulassen, kann hierdurch eine „Feuchtefalle“ entstehen. Für das Thema Flachdächer bitte Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 34 beachten.

**Feuchtevariable Dampfbremsen↑**

Für eine ganze Reihe von Konstruktionen, die auf der Außenseite diffusionsgehemmt sind, können Lösungen mit feuchtevariablen (feuchteadaptiven) Dampfbremsen↑ gefunden werden (siehe Abbildungen in Tab. C4.17). Vielen Lösungen ist gemein, dass ein genauere Feuchteschutznachweis↑ nach DIN EN 15026 (numerische Simulation) erstellt werden muss. Viele Hersteller dieser Bahnen liefern derartige Nachweise.

Dach im Altbau	Dach mit Metalldeckung	Flachdach mit Zusatzdämmung „50/50“
<p>Im Altbau bei flachen Neigungen wurden früher Holzschalungen mit Vordeckungen aus Bitumenbahnen verwendet. Soll hier nachträglich ein Innenausbau erfolgen, so kann eine Luftschicht↑ unter der Schalung erforderlich werden ①.          Eine Alternative ist eine Volldämmung mit feuchtevariabler Dampfbremse↑ ②.</p>	<p>Dächer mit Metalldeckung als nicht belüftete Konstruktionen sollten auf der Raumseite eine feuchtevariable Dampfbremse↑ erhalten, siehe Bauteil Seite 25.</p>	<p>Soll bei Flachdächern die Höhe des Balkenquerschnittes für die Dämmung mit max. 50 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes genutzt werden, so ist eine feuchtevariable Dampfbremse↑ auf der Raumseite anzuordnen, siehe Bauteil Seite 38. Bis 10 m Gebäudehöhe ist dieses Bauteil gemäß DIN 4108 Teil 3 nachweisfrei.</p>

Tab. C4.17 Beispiele für Konstruktionen, die auf der Außenseite dampfdicht konstruiert sind. Feuchtevariable Dampfbremsen können zum Einsatz kommen. Gemäß DIN 4108-3 kann ein genauer Feuchteschutznachweis↑ nach DIN EN 15026 erforderlich werden.

➔ Außenbauteile mit feuchtevariabler Dampfbremse↑ sollten vor hoher Feuchte im Neubau geschützt werden. Die Konstruktionen können bei langanhaltender hoher Raumfeuchte Wasser anreichern.

Feuchtevariable Dampfbremsen $\uparrow$  besitzen die besondere Eigenschaft der variablen Diffusionsdurchlässigkeit. Die molekulare Struktur des Materials verändert sich bei Veränderungen der Luftfeuchte in der unmittelbaren Umgebung. Die Porigkeit vergrößert sich bei zunehmender Umgebungsfeuchte.

Typische Anwendungsfälle dieser hoch leistungsfähigen Bahnen sind Bauteile, bei denen ein außen diffusionsoffener Aufbau nicht möglich ist und die Dämmung zwischen den Sparren- oder Balkenlagen geplant wurde. Diese Konstruktionen sind auf ein maximales Rücktrocknungspotential zur Raumseite angewiesen. Auch bei der Sanierung von Steildächern, die z. B. bituminöse Unterdächer enthalten, können feuchtevariable Dampfbremsen $\uparrow$  beim Innenausbau eingesetzt werden.

Am höchsten ist die Luftfeuchte an der Diffusionsbremse im Sommer und am Tag, wenn die Temperaturen auf der Außenseite höher sind als auf der Raumseite. Der Diffusionsstrom ist zur Innenseite gerichtet (Abb. C4.18, rechts). In dieser Phase ist die Bahn diffusionsoffen. Feuchte kann aus der Konstruktion zum Innenraum entweichen. Im Winter- und Nachtfall (Abb. C4.18, links) dreht sich der Diffusionsstrom um. Die Feuchte geht ungünstig nach außen. An der Dachabdichtung $\uparrow$  entsteht Kondensat, dort ist die „Taupunkttemperatur“ unterschritten. Da die Luftfeuchte an der Innenseite moderat gering ist, zeigt sich nun die Leistungsfähigkeit der feuchtevariablen Dampfbremse $\uparrow$ . Die Diffusionsdichte ist nun maximal.

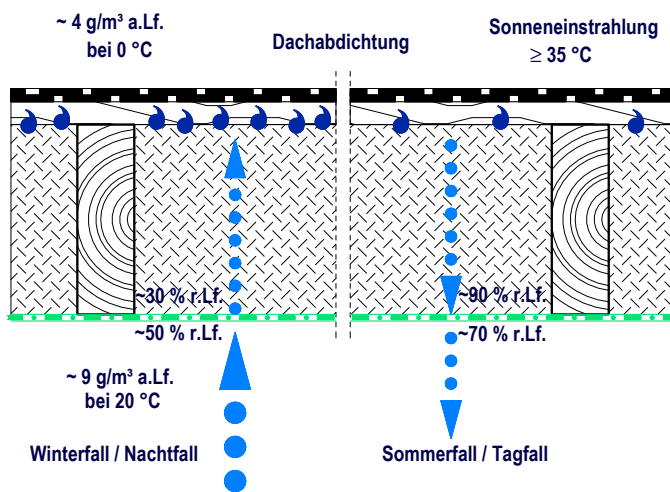


Abb. C4.18 feuchtevariable / feuchteadaptive Dampfbremsen ändern ihre dampfbremsende Eigenschaft in Abhängigkeit der mittleren Umgebungsfeuchte

Auf der Positivseite steht allerdings das hohe Maß an Austrocknung während der Verdunstungsperiode. Die Mengen sind so beträchtlich, dass die Konstruktion bei korrekter Ausführung über die Jahre insgesamt an Feuchte verliert.

### Metalleindeckung auf strukturierter Trennlage $\uparrow$

DIN 68800 Teil 2 hat zu dem notwendigen Adaptivverhalten Vorgaben gemacht. Dort werden  $s_d$ -Werte vorgegeben (siehe Tab. C4.19). Aus diesen Werten wird ein bestimmtes Verhalten in Bezug auf die Luftfeuchte abgeleitet. Im Zweifel ist bei derartigen Konstruktionen ein spezifischer Feuchteschutznachweis, wie zuvor beschrieben erforderlich.

	$s_d$ -Wert trocken (Winterfall)	$s_d$ -Wert feucht (Sommerfall)
Vorgaben der DIN 68800-2	$\geq 3,0$ m bei rLf. $\leq 45$ %	$1,5 \text{ m} \leq s_d \leq 2,5 \text{ m}$ bei rLf. = 71,5 %
pro clima INTELLO <sup>a</sup>	$34 \text{ m} \pm 20$ % bei rLf. 25 %	$1,7 \text{ m} \pm 20$ % bei rLf. 71,5 % $0,3 \text{ m} \pm 40$ % bei rLf. 90 %

Tab. C4.19  $s_d$ -Werte von feuchtevariablen / feuchteadaptiven Dampfbremsen in Bezug auf die Luftfeuchte

<sup>a</sup> Beispiel für eine zugelassene feuchteadaptive Dampfbremse (ETA $\uparrow$ -18/1146:2019). Angegeben wird der Ausgangswert, der für die Berechnungen nach DIN EN 15026 maßgebend ist.

Für die Verwendung in nachweisfreien Flachdachkonstruktionen definiert die DIN 4108-3 Mindestanforderungen an die  $s_d$ -Werte:

- $s_d$ -Wert  $\leq 1,0$  bei Umgebungsfeuchte  $90 \text{ \%} \pm 2 \text{ \%}$
- $s_d$ -Wert  $\geq 4,0$  bei Umgebungsfeuchte  $25 \text{ \%} \pm 2 \text{ \%}$

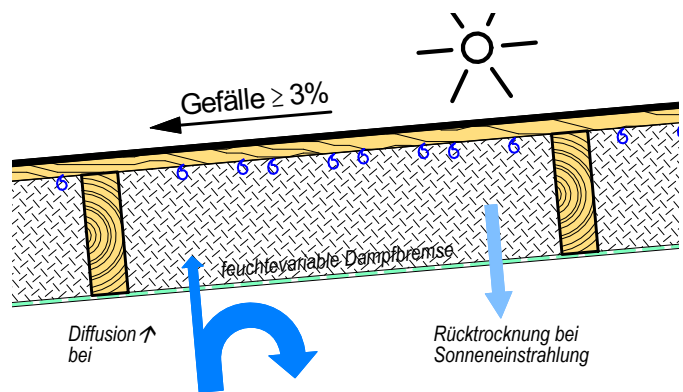


Abb. C4.20 Dächer mit Abdichtung bilden im Bereich der Schalung beträchtliche Kondensatmengen. Bei feuchtevariablen Dampfbremsen soll die Rücktrocknung deutlich größer sein. Dies ist nachzuweisen.

## 5. Winddichtung

Die Winddichtung schützt einen Dämmstoff von außen vor Kaltluftströmungen. Betroffen sind insbesondere leichte Faserdämmstoffe. Kalte Außenluft könnte ohne Winddichtung in Faserdämmstoffen eindringen und dabei die im Dämmstoff gehaltene, stehende, warme Luft ausspülen. Dies würde die Dämmwirkung erheblich herabsetzen. Eine Winddichtung schließt den Dämmstoff von außen ab. Winddichtungen können überlappende Bahnen oder Platten sein. Eine Verklebung ist nicht notwendig.

Üblicherweise sind Winddichtungen diffusionsoffen, mit einem  $s_d$ -Wert bis 0,3 m. Die Funktionsschicht einer Winddichtung ist meist identisch mit der Vordeckung  $\uparrow$ . Auch Holzfaser-Dämmplatten gelten als winddichte Schicht.

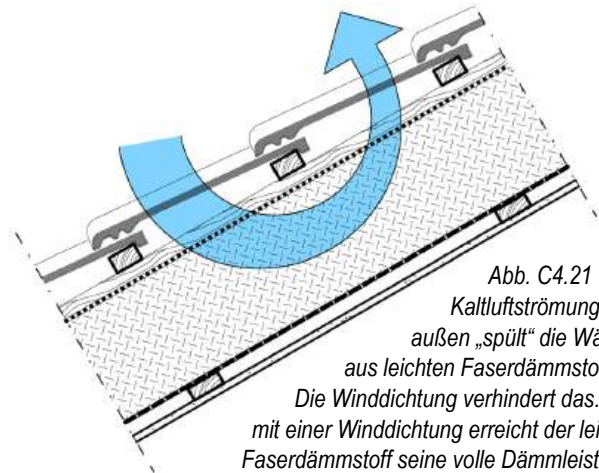


Abb. C4.21  
Kaltluftströmung von außen „spült“ die Wärme aus leichten Faserdämmstoffen. Die Winddichtung verhindert das. Nur mit einer Winddichtung erreicht der leichte Faserdämmstoff seine volle Dämmleistung.

## 6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk

Zum Erreichen der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 nach DIN 68800-2 „Holzschutz“ ist eine Feuchtwanderung aus angrenzenden Bauteilen zum Holz zu unterbinden, damit das Holz keine unzutragliche Feuchteerhöhung erfährt. Feuchtequellen sind insbesondere dauerhaft kapillar wirksame Baustoffe wie zum Beispiel:

- **Beton** - Es ist zu berücksichtigen, dass eine Betonplatte auch nach sechs Monaten noch ca. 5 Masse-% an Feuchtigkeit enthält, was etwa 12 Vol-% entspricht. Ausgehend von einer Betonrohddichte von 2400 kg/m<sup>3</sup> und einer Plattendicke von 20 cm bedeutet dies ca. 24 Liter Wasser pro m<sup>2</sup> Rohbetonplatte. Die Ausgleichsfeuchte von Beton C30/37 beträgt 1,8% - 2,2% (massebezogen Gew.-%). Somit entweichen auch dann noch ~ 15 Liter Wasser pro m<sup>2</sup>.
- **Mauerwerk** - Die meisten üblichen Wandbaustoffe wie Ziegel und Kalksandstein sind porös und hydrophil (wasseranziehend). So kann Kalksandstein während der Bauphase erhebliche Mengen Wasser aufnehmen. Bei einer Rohbaufeuchte von 5% (massebezogener Feuchtegehalt) kann eine Feuchtelast von ca. 66 Liter Wasser pro m<sup>3</sup> Außenwand aus Kalksandstein (Rohddichte 1800 kg/m<sup>3</sup>) auftreten. Die Ausgleichsfeuchte von Kalksandstein beträgt 1,3 Masse-%. Dies entspricht einer Differenz von ~ 50 Litern.

Zum Vergleich:

Fichtenholz (darrtrocken) hat eine Rohddichte von ca. 330 kg/m<sup>3</sup>. Bei einer relativen Luftfeuchte von 60% ist 10% Holzfeuchte  $\uparrow$  vorhanden, das entspricht 33 Liter Wasser pro m<sup>3</sup>.

➔ Daraus folgt, dass feuchte mineralische Baukörper die Feuchte von angrenzendem Holz erhöhen. Es besteht die Gefahr von Pilzbefall, wenn der Zustand von 30 % Holzfeuchte  $\uparrow$  mehrere Monate anhält.

Um einen andauernden Feuchteintrag in Holzbauteile, wie z.B. Schwellen oder Balkenlage in / auf Mauerwerk, zu verhindern, werden Trennbahnen zu den angrenzenden Bauteilen angeordnet. Dazu verweist DIN 68800-2 „Holzschutz“ auf die Regelungen der DIN 18195-4. Diese Norm wurde ersetzt durch DIN 18533 „Abdichtung von erdberührten Bauteilen“.



Abb. C4.22 Bitumenbahn als Trennlage  $\uparrow$  zwischen Schwelle und Betonaufkantung.

Häufig erfolgt eine vollflächige Abdichtung der Betonbodenplatte vor Beginn der Wandmontage, siehe Abschn. G2. „Betonsohlplatte“ ab Seite 249. Wird zunächst nur eine streifenförmige Abdichtung unter der Schwelle eingebaut, so ist ein ausreichender Überstand zu berücksichtigen, damit die Flächenabdichtung später überlappend angeschlossen werden kann. Dies gilt für Außen- und Innenwände gleichermaßen. Auf eine Bitumenverträglichkeit des Abdichtungsmaterials ist zu achten.

Für die Zuordnung der Abdichtungen werden in DIN 18533-1 für erdbe-rührte Bauteile vier Wassereinwirkungsklassen definiert. Die Wasserein-wirkungsklasse W1-E umfasst Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden. Hier sind folgende Abdichtungen einsetzbar:

- Bitumen- und Polymerbitumenbahnen nach DIN 18533-2
- Kunststoff- und Elastomerbahnen nach DIN 18533-2
- PMCB, Asphaltmastix, Gussasphalt, MDS nach DIN 18533-3

Der Wandsockel wird als eigene Klasse W4-E geregelt, für einen Bereich von ca. 20 cm unter Geländeoberkante bis ca. 30 cm über Geländeober-kante. Hier wirken Spritz- und Sickerwasser auf die Sockeloberflächen, Bodenplatten und Fundamente ein. In und unter Wänden kann Wasser kapillar aufsteigen. Außenwände im Sockelbereich und Innenwände, die durch kapillar transportiertes Wasser geschädigt werden können, sind durch eine waagerechte Abdichtung gegen aufsteigende Feuchte zu schützen.

Als waagerechte Abdichtung in oder unter Wänden werden eingesetzt:

- Bitumen- und Polymerbitumenbahnen nach DIN 18533-2
- Kunststoff- und Elastomerbahnen nach DIN 18533-2

In Tab. C4.23 sind Bahnen aufgeführt, die gemäß DIN SPEC 20000-202 „Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen“ für die waagerechte Abdichtung unter Wänden mit Querkraftübertragung in der Abdichtungsebene geeignet sind (Anwendungstyp MSB-Q).

Mauersperrbahnen	nach
Bitumenbahnen mit Rohfilzeinlage: R 500	DIN EN 14967
Bitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage: G 200 DD, PV 200 DD	
Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage: PYE - G 200 DD, PYE - PV 200 DD	DIN EN 13969
Homogene Kunststoff- und Elastomerbahnen <sup>a</sup>	DIN EN 13967 DIN EN 14909
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlagen <sup>a</sup>	
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung <sup>a</sup>	
EPDM-Bahn mit Verstärkung, Polymerbitumenschicht <sup>a</sup>	
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung <sup>a</sup>	

Tab. C4.23 Mauersperrbahnen Anwendungstyp MSB-Q (Auswahl).

<sup>a</sup> BV = bitumenverträglich.

Als Abdichtungen können auch Materialien eingesetzt werden, die nicht in DIN 18533 berücksichtigt werden. Die Eignung ist dann durch ein all-gemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis nachzuweisen. Dabei ist unbed-ingt zu klären, ob die Abdichtung für den Einsatz unter den Schwellen der Wände auch unter Berücksichtigung der Druckkräfte auf einer rohen Betonplatte geeignet bzw. geprüft sind.

## Balkenköpfe im Mauerwerk

Im Kommentar zu DIN 68800-2 „Holzschutz - Vorbeugende bauliche Maßnahmen“ werden Empfehlungen zur Einbindung von Deckenbalken in Außenwände aus Mauerwerk gegeben:

- Außenliegendes Wärmedämm-Verbundsystem zur Vermeidung von Tauwasserbildung im Bereich der Stirnseiten der Balkenköpfe
- Balkenköpfe oberhalb und an den Seiten freiliegend
- Trennlage  $\uparrow$  (Bitumenbahn) unterhalb der Balkenköpfe, z. B. G 200 DD
- Anbringen einer diffusionsoffenen, wasserableitenden Folie an den Seiten der Balkenköpfe

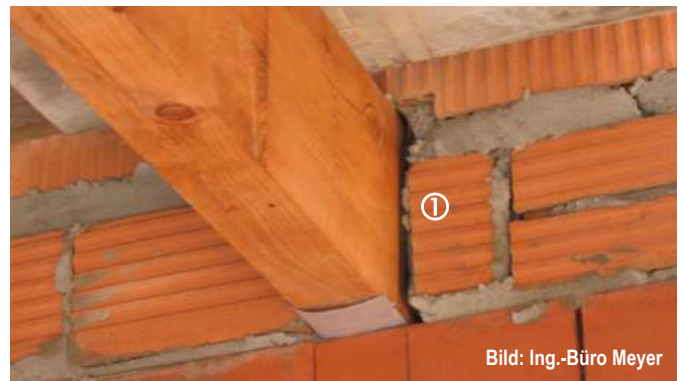


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C4.24 Unter dem Balkenkopf ist eine Trennlage  $\uparrow$  eingebaut. Somit besteht kein Kontakt des Balkenkopfes zur Mauerwerkswand. Eine Feuchteübertragung durch Kapillarleitung wird verhindert. Die Beimauerung wird seitlich mit 10 mm Luftspalt ausgeführt ①. Zusätzlich wird eine diffusionsoffene Trennlage  $\uparrow$  angeordnet.

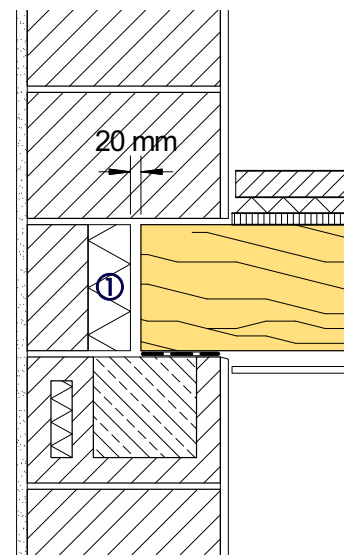


Abb. C4.25 Auch bei der Auflagerung der Balken auf einem Ringanker wird durch eine Sperrbahn (z. B. Bitumenbahn G 200 DD) der kapillare Kontakt und die dadurch bedingte Feuchteaufnahme aus den mineralischen Baustoffen verhindert. Die Hartschaumdämmung ① erhöht die Temperatur am Balkenkopf.

➔ Das "Einpacken" des Balkenkopfes mit Bitumenbahnen kann dagegen zu Schäden führen, da evtl. eindringende Feuchte nicht mehr austrocknen kann.

## 7. Schimmel

Zunächst zu der Frage, wie Schimmel entsteht. Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer Umwelt und ihre Sporen finden sich auch in Innenräumen. Schimmelpilze können in einem weiten Temperatur- und pH-Bereich wachsen. Für das Wachstum benötigen Schimmelpilze vor allem Nährstoffe und Feuchtigkeit. Nährböden können zum Beispiel Lacke, Silikon, Tapeten, bestimmte Holzarten<sup>↑</sup>, Holzwerkstoff- und Gipskartonplatten sowie Ablagerungen von organischen Partikeln und Stäuben sein. Bei dem Wachstumsfaktor Feuchtigkeit genügt eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 80% an der Materialoberfläche.

Bei 20 °C Raumtemperatur und normaler Raumfeuchte von z. B. 50 % r.Lf. entsteht kein Schimmelwachstum. Die Feuchte ist zu gering. Bei dieser Feuchte sind 8,6 g Wasserdampf in der Luft. Schimmel kann nur dann entstehen, wenn diese Luft auf kalte Oberflächen trifft (z. B. kalte Ecken im Altbau). Im Neubau ist wegen der guten Wärmedämmung damit nicht zu rechnen.

Wie kalt dürfen Oberflächen sein, so dass kein Schimmel entsteht? Durch das Kriterium „oberflächennahe Luftfeuchtigkeit max. 80 %“ ergibt sich bei 8,6 g Wasserdampfgehalt der Luft eine Grenztemperatur von 12,6 °C (Punkt-Linie in Abb. C4.26). Das bedeutet, keine Bauteilinnenoberfläche darf die kritische Temperatur von 12,6 °C unterschreiten.

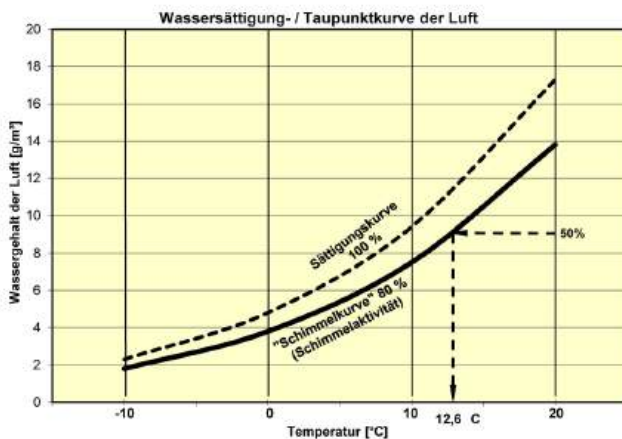


Abb. C4.26 Mithilfe der „Schimmelpilz“-Kurve kann der maximale Wassergehalt der Luft bestimmt werden, der ein Schimmelpilzwachstum gerade noch zulässt.

### Feuchte im Neubau — Gegenmaßnahmen

Egal, ob bedingt durch die Bauart oder von Niederschlägen verursacht. Das Wasser im Neubau muss raus!

„Bauen ist der Kampf gegen das Wasser“, ist ein viel verwendeter Ausdruck dieser Notwendigkeit. Wird der Kampf verloren, geht dies zulasten der Gebäudenutzer. Der hohen Luftfeuchte folgt rasch der Schimmel und das ist ein Reklamationsfall.

Die Luftfeuchtigkeit sollte kontinuierlich seitens der Bauleitung oder der Bauherrschaft überwacht werden. Dabei sollte die relative Luftfeuchte den Wert 70 % nicht dauerhaft übersteigen. Rel. Luftfeuchten ab 80 % verursachen innerhalb kurzer Zeit Schimmelbefall.

### Technische Bautrocknung

Zur zuverlässigen Verringerung der Baufeuchte sollte eine technische Bautrocknung vorgesehen werden. Diese ist insbesondere dann erforderlich, wenn seitens der Bauleitung oder der Bauherrschaft eine Beheizung des gesamten Gebäudes in Verbindung mit Stoßlüftungen in kurzen Intervallen (mehrmals täglich) nicht gewährleistet werden kann.

➔ Zur Beheizung von Neubauten keine Gasstrahler verwenden. Grund: hohe Feuchteabgabe bei der Verbrennung.

Die technische Bautrocknung soll Schäden vorbeugen. Darüber hinaus ergeben sich wesentliche Vorteile:

- Bautrocknung verhindert Terminverzug wegen nicht ausführbarer Arbeiten.
- Die Entfeuchter zur Bautrocknung können durch den Bauherren selbst betrieben werden.
- Der Innenausbau kann während der Bautrocknung weitergeführt werden.
- Der Innenausbau wird durch eine Bautrocknung beschleunigt; somit ist eine pünktliche Fertigstellung gewährleistet.
- Spätschäden und Nacharbeiten aufgrund erhöhter Baufeuchte werden durch eine Bautrocknung weitgehend ausgeschlossen.

Die VOB Teil B stellt klar: „Hat der Auftragnehmer Bedenken (...), so hat er sie dem Auftraggeber unverzüglich – möglichst schon vor Beginn der Arbeiten – schriftlich mitzuteilen; (...).“

Nach ATV DIN 18334 „Zimmerer- und Holzbauarbeiten“ sind Bedenken auch bei einer zu hohen Baufeuchte anzumelden.

Mit dieser Formulierung gibt die VOB die Verantwortung an den Auftragnehmer, den Holzbauhandwerker. Dies sicherlich vor dem Hintergrund, dass gerade die Bauteile aus Holz von hoher Baufeuchte mit anschließendem Schimmelbefall betroffen sind, obwohl die Ursache bei den „Nassbauarten“ (Beton, Mauerwerk) zu finden ist. Hat der Auftragnehmer seine Bedenken nicht wie oben beschrieben dargelegt, kann er sich nicht von seiner Verantwortung freisprechen lassen.

Rechenbeispiel für den Feuchteeintrag im Neubau

- eingeschossiges Wohnhaus
- Nettogrundrissfläche 150 m<sup>2</sup>
- Estrichdicke 6 cm mit 100 Liter Wasser je Kubikmeter

Estrichmenge: 150 m<sup>2</sup> x 0,06 m = ca. 9 m<sup>3</sup>

Nach Hydratation verbleiben ca. 60 Liter Wasser / Kubikmeter, d. h. während der Erhärtungsphase verdunsten  
 9 m<sup>3</sup> x 60 Liter/m<sup>3</sup> = 540 Liter

### Typ: Nebenangebot vermeidet Schadenersatz

Der Holzbauhandwerker sollte die technische Bautrocknung frühzeitig in einem Nebenangebot der Bauherrschaft anbieten. Dabei sollte deutlich werden, dass dies eine Maßnahme ist, die Luftfeuchte möglichst konstant unterhalb 70 % zu belassen, um Schimmelwachstum vorzubeugen.

Lehnt die Bauherrschaft den Vorschlag ab, dürfte die Verantwortung zum Auftraggeber verlagert werden. Bei Nichtbeachtung sollte der Auftragnehmer im Bedarfsfall die o. g. Bedenkenmeldung schriftlich bei der Bauherrschaft einreichen.

### Vorschlag für einen Leistungstext zur Neubautrocknung

Aufstellen von Bautrocknungsgeräten entsprechend der Raumanordnung und -flächen.

Hinweis: Bautrocknungsgeräte dienen nicht der Gebäudebeheizung, dies muss bauseits sicher gestellt werden. Dazu dürfen wegen der zusätzlichen Feuchteentwicklung keine Bau-Gasbrenner verwendet werden.

Der Angebotspreis bezieht sich auf die zu trocknende Gebäudenutzfläche und auf Basis der einwöchigen Nutzung (7 Wochentage).

- Das Gebäude ist in dieser Bauphase hinreichend luftdicht geschlossen.
- Eine Überprüfung des Feuchtegehaltes der unterschiedlichen Bauteile ist nicht enthalten.
- Die Stromversorgung erfolgt bauseits.
- Enthalten ist das Aufstellen und Abbauen der Geräte.
- Die Entleerung der Wasserbehälter ist nicht enthalten und ist seitens des Auftraggebers zu organisieren.
- Die Geräte werden nach Bedarf und Auftrag durch die Bauleitung auch mehrere Wochen zur Verfügung gestellt.

### Feuchtefälle Spitzboden

Ein paar Grundkenntnisse in der Bauphysik genügen, um die Unvermeidlichkeit von Kondensat in unbeheizten Nebenräumen zu erkennen.

→ Wo Kondensat entsteht, besteht die Gefahr von Schimmel.

Die Bauphase und die Zeit des „Trocken-Wohnens“ sind besonders gefährdet. Aber auch später, immer dann, wenn durch undichte Bauteile warme Raumluft in die kalten Nebenräume strömt, entsteht Kondensat.

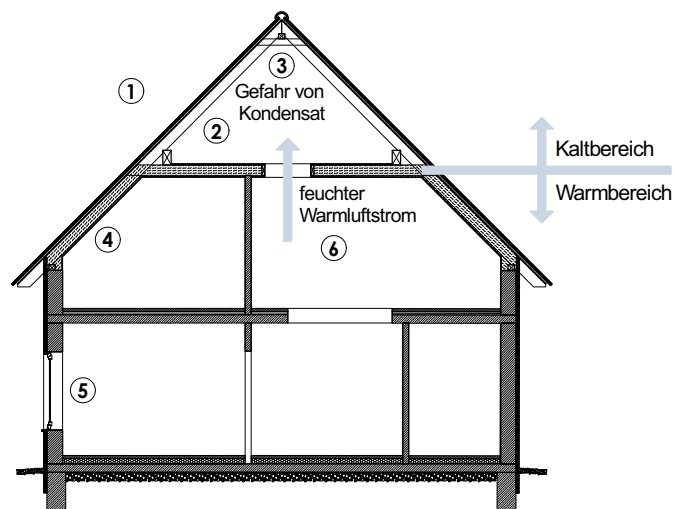


Abb. C4.27 Gefährlich sind verschiedene Temperaturzonen in einem Gebäude. Im Kaltbereich kann Schimmel entstehen.

→ Während der Bauzeit muss das Treppenloch zum Spitzboden verschlossen bleiben. Mit einer OSB-Platte die Öffnung verschraubt schließen und vor einem Entfernen warnen (Schild).

### Welche Lösungen werden angewendet?

Luftdichtes bauen ist die Voraussetzung, um Leckagen zu vermeiden. Damit ist aber noch nicht die Bauphase abgesichert.

1. Unbeheizte Nebenräume lüften. Theoretisch richtig, aber praktisch quasi nicht durchführbar. Öffnungen am Giebel sind meist unerwünscht. Eine Lüftung im Bereich des Firstes ist nur dann effektiv, wenn Luft im Bereich des Fußboden nachgeführt wird. Wie aber sollte das bei Unterdeckungen ausgeführt werden?
2. Es hat sich nur eine Lösung als zuverlässig bewährt. Unbeheizte Nebenräume benötigen eine Dämmung mit Dampfbremse↑ (Abb. C4.28).

→ Dachböden sind heute zu dicht und lassen sich wegen der Unterdeckung nicht ausreichend belüften.



Bild: Knauf Insulation GmbH

Abb. C4.28 Werden unbeheizte Nebenräume mit einer Dämmung und einer Dampfbremse versehen, ist das Phänomen der Kondensatbildung ausgestanden. Damit ergibt sich auch ohne Beheizung ein gemäßigtes Raumklima. Wertvoller Hausrat ist vor Feuchte geschützt.

### Tipp: Nebenangebot „Dachboden dämmen“

Schimmel im Dachboden führt immer wieder zu Reklamationen. Obwohl der Holzbauer bei Verwendung von trockenem Baumaterial keine Schuld trifft, gerät er zur Zielscheibe. Ursache ist oft Fremdverschulden. Feuchte und Feuchtezugang hat den Ursprung in dem Stockwerk darunter. Um den Kunden vor einem Schaden zu bewahren und dem Holzbauer vor einer mehr oder weniger berechtigten Reklamation, sollte bei Abgabe des Holzbauangebotes sogleich ein Nebenangebot zum Dämmen und Dichten des Dachbodens abgegeben werden. Dazu ein deutlicher Hinweis auf die Gefahr der Schimmelbildung in ungedämmten Nebenräumen.

Sollte der Auftraggeber diesem Angebot nicht nachkommen, ist bei Zeiten eine entsprechende Bedenkenmeldung fällig. Dies sollte unter Hinweis auf das besagte Nebenangebot geschehen.

### Schimmelbefall auf Holz

Der Begriff Schimmelpilz bezeichnet keine spezifische Pilzgattung. Bei Holz ist zwischen Holz zerstörenden Pilzen ↑ und Holz verfärbenden Pilzen zu unterscheiden. Die Holzverfärbenden Pilze ↑, Bläue- und Schimmelpilze, ernähren sich lediglich von Zellinhaltsstoffen (z. B. Zucker, Stärke, Eiweiß), greifen jedoch die eigentliche Holzsubstanz nicht an.

**Bläue** ist eine bläuliche oder blaugraue Verfärbung von Holz, die von bestimmten Pilzen verursacht wird. Durch die Verfärbung wird das Holz einerseits optisch beeinträchtigt, andererseits können Bläuepilze ↑ die Beschichtung von Holzbauteilen im Außenbereich, z. B. bei Holzfenstern, beschädigen und dadurch als Wegbereiter für einen nachfolgenden Befall mit Holz zerstörenden Pilzen (Holzfäule) wirken.

**Schimmelpilze** benötigen für ihr Wachstum vor allem Feuchtigkeit und Nahrung. Für die Schimmelpilzbildung reicht eine Oberflächenfeuchte von 80% relativer Luftfeuchte über einen Zeitraum von wenigen Wochen aus. Und Nahrung ist beim Baustoff Holz als organischem Material per se gegeben. Bei einer unbehandelten Holzoberfläche sind die Holzinhaltstoffe der angeschnittenen Zellen für Schimmelpilze frei zugänglich.

Obwohl Schimmelpilze nicht holzspezifisch sind, so ist häufig die Dachkonstruktion betroffen. Die Neubaufeuchtigkeit steigt als feuchte Warmluftströmung aus den unteren Geschossen in den oft ungedämmten Dachboden auf. Dort kondensiert die Feuchtigkeit aus, weil hier kalte Oberflächen vorhanden sind.

In der Untersuchung zur „Schimmelpilzbildung bei Dachüberständen und an Holzkonstruktionen“, erschienen 2004 im Fraunhofer IRB Verlag, wurden Schadensfälle analysiert und konstruktive Regeln zur Vermeidung von Schimmelbefall erarbeitet.

#### Schimmel bei Dachüberständen

Ver mehrt sind Schäden durch Schimmelpilzbildung an sichtbaren Dachüberständen und Dachuntersichten aus Holzwerkstoffplatten festzustellen. Folgende Ausführungsempfehlungen wurden aus den Schadensursachen abgeleitet:

- **Material, Holzart**
  - Vermeidung von Holzarten ↑ mit gutem Nährstoffangebot (z. B. Zucker), wie Buche, Birke, Seekiefer
  - BFU- sowie Furnierschichtholzplatten ausgestattet mit möglichst fungizidem Beschichtungssystem
- **Oberflächenbeschichtung**
  - Allseitige Behandlung der Holzwerkstoffplatten vor dem Einbau mit fungizidem Beschichtungssystem
  - Versiegelung aller Schnittkanten, z. B. durch Acryl-Latex, Baumwachs

#### ■ Konstruktive Maßnahmen

- Anordnung einer oberseitigen Dämmung zur Vermeidung von Tauwasserbildung
- Baulicher Holzschutz, z. B. ausreichende Blechüberhänge an den Ortgängen

➔ Weitere konstruktive Hinweise siehe F4. „Schimmelbildung bei Dachüberständen“ auf Seite 236.

#### Trockenes Holz ohne hobeln

Zucker ist ein Holzinhaltstoff und wie bei allen Inhaltsstoffen in unterschiedlicher Konzentration in den verschiedenen Hölzern vorhanden. Es kann vorkommen, dass Zucker mit dem Wasser aus den Zellwänden bei der Holztocknung ausgeschwemmt wird. Verbleibt es auf der Oberfläche, kann dies ein Schimmelwachstum auf der Oberfläche begünstigen. Wird Holz nach der Trocknung jedoch gehobelt, wird der freie Zucker abgetragen.



Abb. C4.29 Es gehört zu den besonderen Phänomenen, dass Holz unterschiedlich befallen sein kann. Das linke Holz neben der Keilzinkung ist unsauber gehobelt. Entsprechend größere Mengen Glukose sind auf der Oberfläche verblieben. Das Schimmelwachstum wird begünstigt.

## Schimmelsanierung

Vor der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen ist immer zuerst die Ursache eines Schimmelbefalls zu klären. Um die Dringlichkeit von Maßnahmen beurteilen zu können, sind Intensität und Ausmaß des Schimmelbefalls sowie die Nutzungsklasse der betroffenen Räume zu berücksichtigen (siehe Tab. C4.31).

Dazu werden im „Schimmelleitfaden“ des Umweltbundesamtes vier Nutzungsklassen (Raumklassen) definiert (Tab. C4.31). Diese unterscheiden sich bezüglich der Anforderungen an die Innenraumhygiene. Es werden jeweils Hinweise zu den Sanierungsmaßnahmen gegeben.

Als Bewertungshilfe für die Nutzungsklasse II erfolgt die Einstufung eines sichtbaren Schimmelbefalls in drei Kategorien, siehe Tab. C4.30. Die Flächenangaben sind nicht als Absolutwerte zu betrachten, sondern dienen der Orientierung.

Schimmelbefall geringeren bis mittleren Umfangs (< 0,5 m<sup>2</sup>, nur oberflächlicher Befall) mit bekannter Ursache kann von Betroffenen oft selbst beseitigt werden.

Bei einem Schimmelbefall geringen bis mittleren Umfangs (Kategorie 2) sollten Fachfirmen zu Rate gezogen werden, insbesondere wenn der Schimmel tiefer in die Baumaterialien eingedrungen ist und z. B. der Putz entfernt werden muss oder die Ursache des Befalls unklar ist.

Die fachgerechte Sanierung eines großen Schimmelbefalls (Kategorie 3) gehört in die Hand von Fachfirmen, welche über die notwendige Fachkunde und die technischen Möglichkeiten verfügen. Dennoch kann es auch hier erforderlich sein, dass der Nutzer vorab Sofortmaßnahmen ergreift, um zeitliche Verzögerungen bis zum Beginn der Sanierung zu überbrücken. Das kann das Abschotten befallener Bereiche oder Räume, verstärktes Lüften der Wohnung bis zur Reinigung oder Separierung befallener Möbel und Gegenstände sein.

Schadensausmaß	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Beschreibung	Normalzustand bzw. geringfügiger Schimmelbefall	geringer bis mittlerer Schimmelbefall	großer Schimmelbefall
Ausdehnung in der Fläche und in der Tiefe	geringe Oberflächenschäden < 20 cm <sup>2</sup>	oberflächliche Ausdehnung < 0,5 m <sup>2</sup> , tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	große flächige Ausdehnung > 0,5 m <sup>2</sup> , auch tiefere Schichten können betroffen sein
daraus resultierende mikrobielle Biomasse	keine bzw. sehr geringe	mittlere	große

Tab. C4.30 Bewertung von Materialoberflächen bei sichtbarem Schimmelbefall gemäß Schimmelleitfaden des Umweltbundesamtes

Nutzungs-klasse	Anforderungen an die Innenraumhygiene	Beispiel	Sanierungsmaßnahmen
I	sehr hoch	Räume für Patienten mit geschwächtem Immunsystem	Maßnahmen bedürfen gesonderter Vereinbarung, z. B. Empfehlungen der Krankenhaushygiene. Diese Maßnahmen werden im Leitfaden nicht weiter behandelt.
II	normal	Wohn-, Büroräume, Räume in Schulen und Kitas, einschließlich zugehöriger Nebenräume	Es gelten die gleichen Anforderungen für alle genutzten Räume (d. h. bei Wohnungen alle Räume einschließlich in der Wohnung liegender Nebenräume).
III	reduziert	Räume außerhalb von Wohnungen, Büros, Schulen usw., die nicht dauerhaft genutzt werden. dazu gehören beispielsweise Kellerräume, Abstellräume ohne direkten Zugang zur Wohnung, nicht ausgebaute Dachgeschosse sowie Garagen oder Treppenhäuser.	Verringertes Anforderungsniveau für Sanierung und Instandsetzung; geringere Dringlichkeit der Sanierung.
IV	deutlich reduziert	Luftdicht abgeschottete Bauteile und Hohlräume in Bauteilen oder Räumen, die nach DIN 4108-7 mit geeigneten Stoffen gegenüber Innenräumen abgeschottet sind.	Bestimmungsgemäß trockene Bauteile hinter der Abschottung müssen trocken bzw. dürfen nicht dauerhaft feucht sein.

Tab. C4.31 Nutzungsklassen in Gebäuden gemäß Schimmelleitfaden des Umweltbundesamtes

# C5. Holzschutz

Holzschutz? Viele setzen diesen Begriff gleich mit einem chemischen Holzschutz. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatte man in Deutschland nur das Zutrauen in eine dauerhafte Holzkonstruktion, wenn man die Oberfläche des Holzes mit chemischen Mitteln behandelt hat. Dem folgend hat die alte Holzschutznorm eine prophylaktische Behandlung gefordert. Diese unsägliche Epoche gipfelte in dem spektakulären „Frankfurter Holzschutzmittelprozess“ zu Beginn der 1990er Jahre. Die ungezügelter Anwendung von Holzschutzmitteln hat nicht geholfen, aber vielen Menschen geschadet. Bestimmte Wirkstoffe gegen Holzschädlinge können beim Menschen Einfluss auf die Gesundheit haben. Dies wurde mehrfach nachgewiesen und hat schließlich zu Verboten bestimmter Wirkstoffe geführt. Wie gesagt, diese Auswüchse übertriebener und falsch verstandener Chemiegläubigkeit liegen zum Glück hinter uns. Der Schaden für die Holzbaubranche war hinreichend groß.

Die gute Nachricht: Im modernen Holzbau kann heute jedes Stück Holz von der Erdgeschosswand bis zur Dachlatte vollständig ohne jede chemische Behandlung bleiben. Für die Konstruktion eines Gebäudes ist nichts weiter nötig als natürliches Holz! Wie ist das möglich? Das Prinzip ist ganz einfach und altbewährt.

Jeder kennt die jahrhundertealten Fachwerkkonstruktionen. Diese Hölzer nehmen bei Niederschlägen derart viel Wasser auf, dass man sich nur wundern kann, dass Holzfachwerk so dauerhaft ist. Dies ist allein mit dem verwendeten Eichenholz nicht zu erklären, denn schließlich ließe sich dieses harte Holz bei ständiger Feuchteinwirkung ohne weiteres kompostieren. Dies geschieht in einer guten Fachwerkkonstruktion aber nicht. Warum? Die Konstruktion kann immer wieder austrocknen und dies hat verschiedene Gründe:

- Das Fachwerk ist gut belüftet.
- Die Sonnenwärme und die Windanströmung sorgen für eine Austrocknung.
- Die Raumwärme sorgt für eine Beheizung.
- Die Rückseite ist verputzt.
- Gefache und Dämmstoffe sorgen aufgrund sorptiven Verhaltens für eine Entfeuchtung des Holzes (Beispiel: Lehm oder Holzfaserdämmplatten). Anstriche des Holzes sind diffusionsoffen.
- Es sind keine sperrenden Schichten oder Dichtstoffe eingebaut. Alle Materialien sind diffusionsoffen.
- Es wird mit dem Eichenholz eine dauerhafte Holzart gewählt.

Fachwerk ist im Sinne des Feuchteschutzes wie gesagt ein Extrembeispiel des Holzbaus. Die „normalen“ Konstruktionen des Holzbaus haben weit geringere Anforderungen. Wie lassen sich Risiken vermeiden? Wie kann hier zuverlässig der Befall mit Holzschädlingen (Holz zerstörende Insekten und Pilze↑) vermieden werden? Genaue Vorgaben gibt hier die neue DIN 68800 (Abb. C5.1).

Seit Neuerscheinung der DIN 68800 im Jahr 2012 wurde die Gebrauchsklasse GK 0 gestärkt (frühere Bezeichnung: „Gefährdungsklasse↑“). Mit der Norm ist es gelungen, dem modernen Holzbau den notwendigen normativen Hintergrund zu geben. Bei der Planung von Gebäuden ist im Sinne des Holzschutzes das wesentliche Ziel, die Bedingungen der GK 0 einzuhalten. Damit werden Risiken für Bauschäden durch den Befall des Konstruktionsholzes durch Holz zerstörende Insekten oder Pilze↑ vermieden.

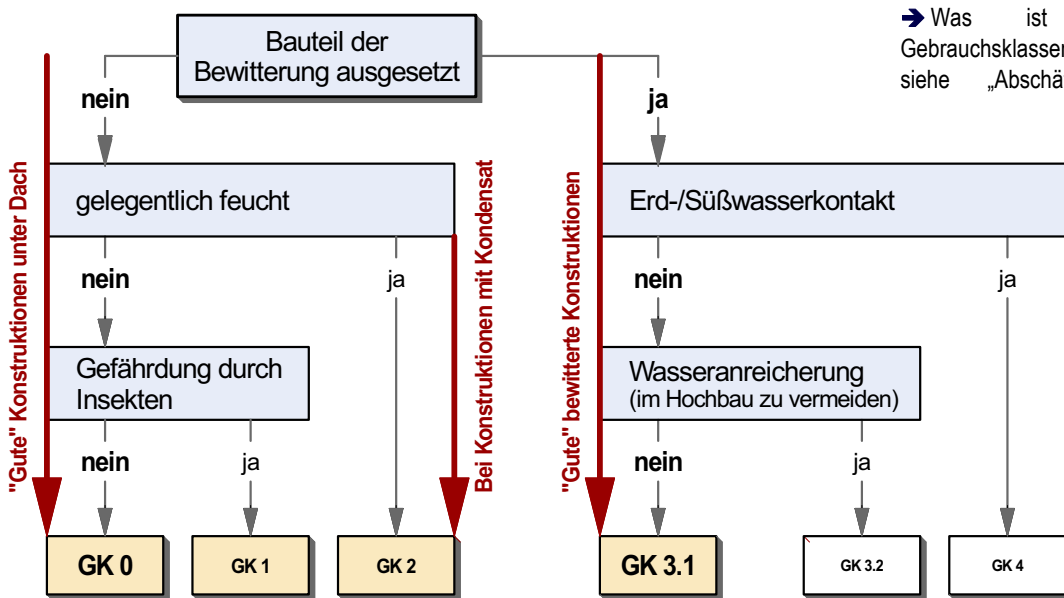


Abb. C5.1 „Dreimal nein“ – im modernen Holzbau erreicht man mit der Gebrauchsklasse↑ GK 0 eine dauerhafte Konstruktion ohne jeden Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln, allein durch eine sinnvolle Konstruktion. Die Abbildung zeigt ein Planungsschema zum Holzschutz.

# 1. Gefährdungspotenziale

Um ein Holzbauteil sicher der Gebrauchsklasse↑ GK 0 zuzuordnen, werden in der Planung die verschiedenen Gefährdungspotenziale ausgeschlossen. Diese sind z. B. bei gewöhnlichen Wohngebäuden:

- Holz zerstörende Insekten↑
- Holz zerstörende Pilze↑

Ohne weitere Bedeutung bei den gewöhnlichen Gebäudekonstruktionen sind die weiteren Gefährdungspotenziale. Nicht weiter betrachtet werden:

- Moderfäulepilze bei Erdkontakt oder bei starken Verschmutzungen.
- Auswaschbeanspruchung bei direkter Bewitterung.
- Holzschädlinge im Meerwasser.

## Maßnahmen bei Wohngebäuden <sup>1</sup>

Unabhängig von der Art der Gefährdung ist es notwendig die Konstruktion so zu planen und auszuführen, dass eine vermeidbare Befeuchtung ausgeschlossen und zusätzlich eine Austrocknung ermöglicht wird. Jedem der Risiken (Pilze↑ und Insekten) ließe sich durch dreierlei Maßnahmen begegnen, die auf die jeweilige Anwendung bezogen ausgewählt werden:

- der Einsatz von Kernholz↑ natürlich dauerhafter Holzarten↑, oder
- die Anwendung von Holzschutzmitteln nach DIN 68800-3, oder
- die Verwendung von Holz- und Holzwerkstoffprodukten mit der CE-Kennzeichnung die eine entsprechende Verwendbarkeit nachweisen.

Der „Königsweg“ ist jedoch ein anderer. Die Konstruktion wird so geplant, dass eine Gefährdung erst gar nicht vorliegt. Dieses wird „vorbeugender baulicher Holzschutz“ genannt, landläufig auch als „konstruktiver Holzschutz“ bezeichnet. Der Teil 2 der DIN 68800 ist ausschließlich diesem Ziel gewidmet. Im Anhang A sind sogar die verschiedensten Konstruktionen konkret benannt. Dieser Normteil ist für die Praxis hervorragend geeignet und hat große Anerkennung erfahren.

→ Konstruktionen im Holzbau, die nach den Maßgaben der DIN 68800 Teil 2 erstellt werden, sind der Gebrauchsklasse↑ GK 0 zuzuordnen. Ein chemischer Holzschutz ist dann nicht erforderlich.

→ Ist ein chemischer Holzschutz nicht erforderlich, so dürfen diese Holzschutzmittel nicht eingesetzt werden (siehe Seite 123).

<sup>1</sup> Eingeschlossen sind alle Gebäude, die für den Aufenthalt von Menschen gedacht sind.



Bild: ante-Holz

Abb. C5.2 Bei technisch getrocknetem Konstruktionsholz↑ ist das Risiko eines Insektenbefalls zu vernachlässigen.

## Natürliche Dauerhaftigkeit von Holz

Die Widerstandsfähigkeit von natürlichem Holz gegen Pilze↑ und Schädlinge wird nach DIN EN 350 bestimmt. Es werden fünf Dauerhaftigkeitsklassen↑ (DC) unterschieden:

- DC 1 — sehr dauerhaft (z. B. Afzelia, Ipé)
- DC 2 — dauerhaft (z. B. Edelkastanie, Bangkirai)
- DC 3 — mäßig dauerhaft (z. B. sib. Lärche)
- DC 4 — wenig dauerhaft (z. B. Fichte, Tanne)
- DC 5 — nicht dauerhaft (z. B. Buche, Ahorn)

Die Zuordnung verschiedener Holzarten↑ zu den Dauerhaftigkeitsklassen↑ sind in Tab. C5.3 aufgeführt.

C. Bauphysik  
 C5. Holzschutz  
 1. Gefährdungspotenziale

Herkunft	Handelsname	Holzarten↑ Kurzzeichen <sup>a</sup>	Farbe Splint / Kern	Harzgehalt	Dauerhaftig- keitsklasse <sup>b</sup>	Tränkbarkeit ↑	
Europäisches Nadelholz	Fichte	FI / PCAB	gelblich weiß	mittel	4	mäßig	
	Tanne	TA / ABAL	fast weiß	kein		gut bis mäßig	
	Kiefer	KI / PNSY	gelblich weiß / rötlich weiß	hoch	3-4	sehr gut	
	Lärche	LA / LADC	gelblich / rötlich braun			gut	
	Douglasie	DGL / PSMN	gelblich weiß / rötlich braun			mäßig	
Nordamerik. Nadelholz	Pitch Pine	PIP / PNEC	gelblich / rötlich gelb	hoch	3	gut	
	Western Red Cedar	RCW / THPL	weiß / rotbraun	kein	2-3	mäßig	
	Western Hemlock	HEL / TSHT	hell bräunlich grau		4	gut	
Europ. Laubholz	Buche	BU / FASY	gelblich bis rötlich grau	kein	5	gut	
	Eiche	EI / QCXE	weisslich grau / grau gelb bis dunkelbraun		2-4 <sup>c</sup>		
	Robinie	ROB / ROPS	gelb grünlich / grüngelb bis olivbraun		1-2		
Übersee Laubholz	Afzelia	AFZ / AFXX	weissgrau / hellbraun bis rotbraun	wenig / kein	1	mäßig	
	Azobé (Bongossi)	AZO / LOAL	hellrotbraun / rotbraun bis violett braun		(1-) 2		
	Merbau	MEB / INXX	gelblich weiss / hellbraun bis rötlich braun		1 (-2)		
	Sipo Mahagoni	MAU / ENUT	rötlich grau / rötlichbraun bis braunviolett		2-3		
	Angélique	AGQ / DIXX	hellgrau bis hellbraun / rotbraun bis violettbraun		(1-) 2		
	Greenheart	GRE / CHRD	bläß grau-grün / grünlichbraun bis olivbraun		1	k. A.	
	Massaranduba	MSA / MNXX	blässgelb bis rosagelb / rotbraun bis violettbraun		1		
	Ipé, lapacho	IPE / TBXX	k. A. / oliv-braun		wenig	2	mäßig
	Bangkirai	BAU / SHBL	graugelb / gelbgraubraun bis rotbraun				
	Dark Red Meranti	MER / SHDR	gelbgrau bis rosagrau / rötlich braun				
Teak	TEK / TEGR	grau / goldgelb bis dunkelbraun, glänzend	wenig / kein	1 (-3)	schlecht		

Tab. C5.3 Dauerhaftigkeit von Kernholz ↑ verschiedener Holzarten ↑

<sup>a</sup> Nach DIN 4076-1 (veraltet) / DIN EN 13556.

<sup>b</sup> Nach DIN EN 350:2016-12

<sup>c</sup> Die Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz weist eine große Bandbreite auf.

<sup>d</sup> Es besteht ein Zusammenhang zwischen Rohdichte, Holzfärbung und Resistenz ↑.

## 2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser

Für die Bauteile der Gebäudehülle ist ein Nachweis zum Tauwasserschutz zu führen, wenn diese an kältere Bereiche grenzen (z. B. Außenwände, Dächer, Wände oder Decken zur Außenluft, zum Erdreich, zu unbeheizten Kellern oder Dachräumen).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten des Nachweises zum Tauwasserschutz (Feuchteschutznachweis $\uparrow$ ):

- Das Bauteil wird nach DIN 68800 Teil 2 konstruiert. Sodann kann auf einen weiteren rechnerischen Nachweis verzichtet werden. Anhang A der Norm enthält Konstruktionsbeispiele, vgl. Kapitel A. (Bauteile).
- Es werden die  $s_d$ -Werte nach Tab. C5.4 eingehalten.
- Es erfolgt ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren $\uparrow$ ). Dabei soll die Austrocknungsreserve zum Erreichen der GK 0 nachgewiesen werden (Tab. C5.5).
- Es erfolgt ein rechnerischer Nachweis nach DIN EN 15026 (numerisches Simulationsverfahren, besser bekannt als „Wufi-Verfahren“).

$s_d$ -Wert außen (Kaltseite/Außenseite)	$s_d$ -Wert innen (Warmseite/Raumseite)
$\leq 0,1$ m	$\geq 1,0$ m
$\leq 0,3$ m <sup>a</sup>	$\geq 2,0$ m

Tab. C5.4 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicken ( $s_d$ -Werte) für Außenbauteile

<sup>a</sup> Es dürfen auch Holzfaserdämmstoffe nach DIN EN 13171 eingesetzt werden, die einen höheren  $s_d$ -Wert aufweisen.

Bauteil	Austrocknungsreserve (pro Jahr, für unplanmäßige Feuchtigkeit aus Kondensat)
Dach	$\geq 250$ g/m <sup>2</sup>
Außenwand, Decke	$\geq 250$ g/m <sup>2</sup> <sup>a</sup>

Tab. C5.5 Austrocknungsreserve für Bauteile

<sup>a</sup> Dieser Wert gilt als Empfehlung. In der Norm wird ein Wert von 100 g/m<sup>2</sup> genannt, der allerdings als zu gering angesehen wird.

→ Die Austrocknungsreserve ist das Sicherheitspolster für „unplanmäßige“ Feuchte (siehe Seite 98).

Außerdem ist sicherzustellen, dass:

- an Kaltwasser führenden Leitungen innerhalb von Bauteilen kein Tauwasser ausfällt (Isolierung von Kaltwasserleitungen).
- die Bauteile der Gebäudehülle gegen Wasserdampfkonvektion luftdicht ausgebildet werden (siehe „Konzept zur Luftdichtung im Neubau“ auf Seite 90).

## 3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen

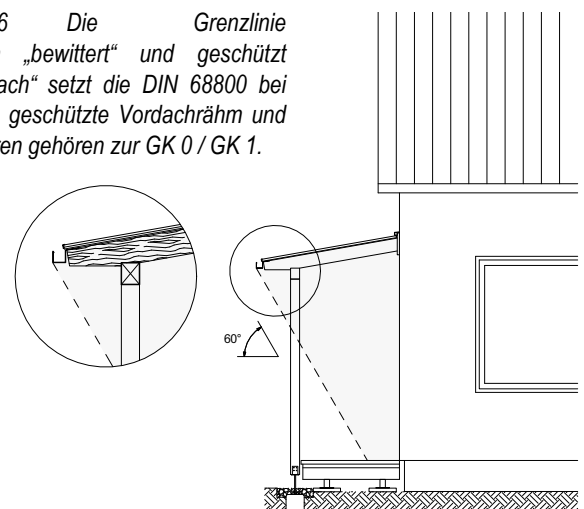
In diesem Abschnitt werden zu den einzelnen Gebrauchsklassen $\uparrow$  (GK) Hinweise gegeben, die bei der Planung von Bedeutung sein können. Ausgangspunkt ist das Planungsschema, dass in Abb. C5.1 auf Seite 114 zu finden ist.

### GK 0 – Wie baut man „gute“ Konstruktionen unter Dach?

- Das Holz hat einen hinreichenden Abstand zum Erdreich, keinen Kontakt zu Meer- oder Süßwasser. Verschmutzungen oder Ablagerungen sind auf dem Holz nicht zu erwarten.
- Das Holz befindet sich unter Dach (siehe Abb. C5.6), ist also nicht der Bewitterung ausgesetzt.
- Die Konstruktion wird nach DIN 68800 Teil 2 konstruiert, oder es wird ein Feuchteschutznachweis $\uparrow$  entsprechend den Vorgaben der Norm geführt (siehe Abschn. 2.).
- Feuchtigkeit aufgrund von Konvektion $\uparrow$  wird mit einer Luftdichtung auf der Raumseite ausgeschlossen.
- Holz unter kalten Abdichtungen wird vermieden.

- Eine Gefährdung durch Holz zerstörende Insekten besteht nicht (siehe unter GK 1).

Abb. C5.6 Die Grenzlinie zwischen „bewittert“ und geschützt „unter Dach“ setzt die DIN 68800 bei 60°. Das geschützte Vordachrähm und die Sparren gehören zur GK 0 / GK 1.









Gebrauchs- klasse	Allgemeine Gebrauchsbedingung	Holz- feuchte	Klimabedingungen / Exposition	Gefährdung durch			Auswasch- beanspru- chung
				Insekten	Pilze↑	Moder- fäule	
<b>GK 0</b>	Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt, die Gefahr von Bauschäden durch Insekten kann ausgeschlossen werden.	trocken (ständig ≤ 20%)	Mittlere relative Luftfeuchte bis 85%	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>GK 1</b>	Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt.			Ja	Nein	Nein	Nein
<b>GK 2</b>	Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung ausgesetzt, eine hohe Umgebungsfeuchte kann zu gelegentlicher, aber nicht dauerhafter Befeuchtung führen.	gelegentlich feucht (>20%)	Mittlere relative Luftfeuchte über 85% oder zeitweise Befeuchtung durch Kondensation	Ja	Ja	Nein	Nein
<b>GK 3.1</b>	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt. Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten.		Anreicherung von Wasser im Holz auch räumlich begrenzt, nicht zu erwarten	Ja	Ja	Nein	Ja
<b>GK 3.2</b>	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt. Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten. <sup>a</sup>		Anreicherung von Wasser im Holz auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Ja	Ja	Nein	Ja
<b>GK 4</b>	Holz oder Holzprodukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung <sup>b</sup> vorwiegend bis ständig einer Befeuchtung ausgesetzt.	vorwiegend bis ständig feucht (>20%)		Ja	Ja	Ja	Ja

Tab. C5.7 Zuordnung der Klimabedingungen zu den Gebrauchsklassen ↑, Gefährdungspotenziale  
 Hinweis: Die Gebrauchsklassen ↑ GK 3.2 und GK 4 sind im Hochbau zu vermeiden.

<sup>a</sup> Maßgebend für die Zuordnung von Holzbauteilen zu einer Gebrauchsklasse ↑ ist die jeweilige Holzfeuchte ↑. Die Begriffe „gelegentlich“, „häufig“, „vorwiegend“ und „ständig“ zeigen eine zunehmende Beanspruchung an, ohne dass hierfür wegen der sehr unterschiedlichen Einflussgrößen genaue Zahlenangaben möglich sind. Der Wert von 20% enthält eine Sicherheitsmarge.

<sup>b</sup> Holzbauteile ohne Erdkontakt, mit besonderer Beanspruchung, bei denen Ablagerungen von Schmutz, Erde, Laub u.ä., über mehrere Monate auftreten, sind in GK 4 einzustufen.

Gebrauchs- klasse	Typisches Konstruktionsbeispiel	Erforderliche Prüfprädikate bei chem. Holzschutz- mitteln	Geforderte Dauerhaftig- keitsklasse nach DIN EN 350	Beispiele gleichwertiger Holzarten <sup>↑</sup> ohne Holzschutzmittel		Konstruktionsbeispiele <sup>a</sup>
				Splintholz	Kernholz <sup>↑</sup>	
GK 0		—	1 bis 5	Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie, Eiche, Buche	Fichte, Tanne, Buche, Western Hemlock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion „unter Dach“ (siehe Seite 117).</li> <li>• Konstruktion ohne Risiko für Befall von Holz zerstörende Insekten (siehe Seite 120).</li> </ul>
GK 1		lv	1 bis 4	alle genannten Übersee- Laubhölzer	Kiefer, Southern Pine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belüftete Dachräume, die nicht kontrollierbar sind (bei technisch getrocknetem Bauschnittholz gilt jedoch GK 0).</li> </ul>
GK 2		lv, P	1 bis 3	—	Keruing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unzureichend wärmedämmte Balkenköpfe in Altbauten.</li> <li>• Unterkonstruktionen von nicht ausreichend belüfteten Vorhangschalen.</li> </ul>
GK 3.1		lv, P, W	1 bis 3	—	Douglasie, Lärche <sup>b</sup> , Yellow Cedar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewitterte Stützen mit ausreichendem Bodenabstand (siehe Seite 121).</li> <li>• Unterkonstruktionen bei Fassaden mit offenen Fugen.</li> <li>• Zaunlatten.</li> </ul>
GK 3.2		lv, P, W	1 und 2	—	Eiche <sup>c</sup> , Angélique, Azobe (Bongossi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Außenbauteile ohne Erdkontakt.</li> <li>• Bewitterte Balkonbalken und -stützen.</li> </ul>
GK 4		lv, P, W, E	1	—	Merbau, Afzelia, Ipé, Teak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palisaden.</li> <li>• Zaunpfähle.</li> <li>• Rebpfähle.</li> <li>• Hölzer für Uferbefestigungen.</li> <li>• Beläge von Terrassen und Brücken.</li> </ul>

Tab. C5.8 Maßnahmen zu den Gebrauchsklassen<sup>↑</sup>

<sup>a</sup> Ohne verbindliche Aussage für den Einzelfall. Eine Einzelfallbetrachtung ist zu der jeweiligen Feuchtebelastung des Bauteils notwendig.

<sup>b</sup> Das Kernholz<sup>↑</sup> von Douglasie, europäischer und sibirischer Lärche kann ohne zusätzliche Holzschutzmaßnahmen in GK 2 und 3.1 eingesetzt werden, unabhängig davon, dass es nur in die Dauerhaftigkeitsklasse<sup>↑</sup> 3-4 eingestuft ist, da sich der Einsatz dieser beiden Holzarten<sup>↑</sup> in GK 2 und 3.1 seit der letzten Ausgabe von DIN 68800-3:1990-04 in der Praxis bewährt hat.

<sup>c</sup> Die Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz weist eine große Bandbreite auf.

Bildquelle (von oben): © alexandre zweiger / adobe.stock.com, Holzbinder Voss, ante-Holz (3x), Bernd Jorkisch.

**GK 1 – Wie kann das Risiko eines Befalls mit Holz zerstörenden Insekten vermieden werden?**

Das Risiko von Bauschäden durch Holz zerstörende Insekten<sup>↑</sup> wird vermieden, wenn eines der nachfolgenden Kriterien zutrifft:

- Räume mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen.
- Das Holz ist allseitig durch eine geschlossene Bekleidung<sup>↑</sup> abgedeckt, wie z. B.:
  - Holzschalungen mit Nut und Feder oder unterlegte Fugen,
  - verspachtelte Gipswerkstoffplatten,
  - verklebte Bahnen oder überlappende Bahnen bei Voldämmung.
- Bei Einsatz von Brettschichtholz, Balkenschichtholz, Brettsperrholz.
- Holz, das bei Temperaturen ab 55 °C über mind. 48 Stunden technisch getrocknet wurde (zutreffend bei KVH®). Dieses Bauschnittholz verbleibt im Gebrauchszustand bei einer Holzfeuchte<sup>↑</sup> ≤ 20 %.
- Bei Holzkonstruktionen in begehbaren<sup>1</sup> unbeheizten Dachräumen in denen das Holz zum Raum hin so offen angeordnet ist, dass es kontrollierbar bleibt und an sichtbar bleibender Stelle dauerhaft ein Hinweis auf die Notwendigkeit einer regelmäßigen Kontrolle angebracht wird.
- Die Verwendung von Holzprodukten mit CE-Kennzeichnung und ausgewiesener natürlicher Dauerhaftigkeit gegen Hausbock und Anobien.
- Die Verwendung von Farbkernhölzern, die einen Splintholzanteil ≤ 10 % aufweisen.

→ Trifft eines der genannten Kriterien zu, so ist das Risiko für einen Befall mit Holz zerstörenden Insekten zu vernachlässigen und die Konstruktion ist der Gebrauchsklasse<sup>↑</sup> GK 0 zuzuordnen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die GK 1 bei den modernen Konstruktionen des Holzbaus nicht mehr zutrifft. Für die Verwendung von chemischen Holzschutzmitteln im Bereich der Gebrauchsklasse<sup>↑</sup> GK 1 bitte Abschn. 4 auf Seite 123 beachten.

**GK 2 – Wie kann Pilzbefall „unter Dach“ vermieden werden?**

Die Norm beschreibt mit der Gebrauchsklasse<sup>↑</sup> GK 2 Konstruktionsbereiche mit anhaltend hoher Luftfeuchte (> 85 %) bzw. Holzfeuchten über 20 % (Siehe Tabelle C5.7 auf Seite 118). Gleichfalls wird im Teil 2 Abschn. 6.2.1 bestimmt, dass besondere Maßnahmen vorzusehen sind (z.B. verstärkte Belüftung), um eine Luftfeuchte unterhalb 85% sicherzustellen. Wesentliche Risiken für einen Befall mit Holz zerstörenden Pilzen<sup>↑</sup> können ausgeschlossen werden:

- Die Luftdichtung wird sorgfältig hergestellt (ggf. mit Differenzdruckmessung überprüfen).
- „Kalte“ Abdichtungen auf Holzschalungen werden vermieden. Schalungen auf der Kaltseite sollten im Idealfall aus Brettern bestehen und diffusionsoffen abgedeckt werden.

<sup>1</sup> An einzelnen Stellen weisen diese Räume eine Höhe von mind. 2,0 Metern auf.

- Für Dächer mit Abdichtungen auf der Kaltseite bitte Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 34 beachten.
- Der Sockelbereich einer Holzkonstruktion wird sorgfältig konstruiert, z. B. nach Anhang A der DIN 68800 Teil 2 (siehe auch Abschn. E1. „Sockelausbildung“ ab Seite 188)
- Einsatz von resistenten Holzarten<sup>↑</sup>. Mindestens Kernholz<sup>↑</sup> der Lärche oder Douglasie (siehe Tabelle C5.8 auf Seite 119).
- Hölzer geringerer Resistenz<sup>↑</sup> nach DIN 68800 Teil 3 imprägniert.

→ Zusammenfassend sei dringend anzuraten, im Zuge der Planung sicherzustellen, dass Konstruktionen vermieden werden, die der GK 2 zu zuzordnen sind.

Der nachfolgende Abschnitt soll den Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Holz in Bezug auf einen Pilzbefall erläutern.

**Risiken für einen Befall mit Holz zerstörenden Pilzen<sup>↑</sup>**

Alle Holz zerstörenden Pilze<sup>↑</sup> haben eine gemeinsame Eigenschaft: Die Entwicklung dieser Pilzgattungen ist nur möglich, wenn im Holz „freies Wasser“ vorhanden ist.

Die Zellwandungen des Holzes können große Mengen an Wasser aufnehmen. Dieses Wasser nennt man „gebundenes Wasser“. Ausgehend von einem darrtrockenen Zustand kann Holz ca. 30 Gewichtsprozent an Wasser als gebundenes Wasser aufnehmen.

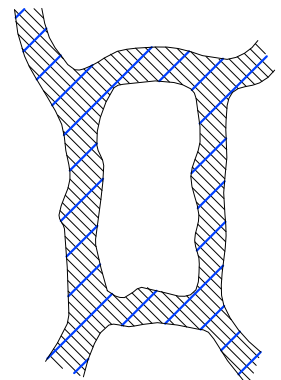
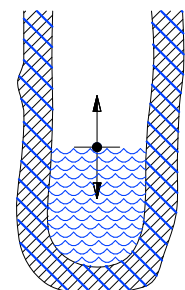


Abb. C5.9 Das Bild zeigt den Querschnitt einer Holzzelle (horizontal) mit der Zellwandung und dem Zellhohlraum (Lumen). Bis zum Fasersättigungspunkt befindet sich die Feuchtigkeit allein in den Zellwandungen als „gebundenes Wasser“. Ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen<sup>↑</sup> ist nicht möglich!

Ist die Zellwandung mit Wasser gesättigt, nennt man diesen Feuchtezustand des Holzes „Fasersättigungspunkt“. In diesem Zustand ist gerade noch kein freies Wasser im Holz vorhanden (Abb. C5.9). Die Holzfeuchte<sup>↑</sup> u beträgt ca. 30 %.

Abb. C5.10 Dieses Bild zeigt den Längsschnitt einer Holzzelle (vertikal). Die Zellwandung ist mit Wasser gesättigt. Die Holzfeuchte<sup>↑</sup> ist größer als der Fasersättigungspunkt (Holzfeuchte<sup>↑</sup> ab ca. 30%). Im Zellhohlraum besteht freies Wasser. Ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen<sup>↑</sup> ist in diesem Zustand möglich, wenn er mehrere Monate anhält.



→ Hölzer mit höherer Dauerhaftigkeit (vgl. Tab. C5.3) können längere Phasen von hohen Holzfeuchten schadlos überstehen.

Ist die Holzfeuchte  $\uparrow$  u jedoch höher als der Fasersättigungspunkt, so ist in diesem Holz freies Wasser vorhanden (Abb. C5.10). Hält dieser Zustand bei geerntetem Holz mehrere Monate an, so ist ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen  $\uparrow$  möglich.

→ Wird das geerntete Holz technisch getrocknet auf eine Holzfeuchte  $\uparrow$   $u \leq 20\%$  und fachgerecht gelagert, so ist ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen  $\uparrow$  nicht möglich!

→ Der echte Hausschwamm bildet eine Ausnahme unter den Holz zerstörenden Pilzen  $\uparrow$ . Liegt eine Feuchtequelle vor (z.B. nasses Mauerwerk). So kann dieser Pilz in der näheren Umgebung befindliche Hölzer zerstören, auch wenn diese eine geringere Feuchtigkeit als den Fasersättigungspunkt aufweisen.

Hier gilt: Ein Hausschwammbefall ist nicht möglich, wenn Feuchtequellen vermieden werden.

Für die Verwendung von chemischen Holzschutzmitteln im Bereich der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 2 bitte Abschn. 4 auf Seite 123 beachten.

→ Thema Holzfeuchte  $\uparrow$ : bitte weiter lesen in [30].

Holzart	Holzfeuchte $\uparrow$ u bei Fasersättigungspunkt <sup>a</sup>	Rohdichte <sup>b</sup> darrtrockenes Holz u = 0%	Feuchtemenge pro 10% Holzfeuchte $\uparrow$	Rohdichte des Holzes bei u = 20%
Fichte, Tanne	30% - 34%	~400 kg/m <sup>3</sup>	~40 Liter/m <sup>3</sup>	~480 kg/m <sup>3</sup>
Kernholz $\uparrow$ von	- Kiefer, Douglasie - Lärche	~470 kg/m <sup>3</sup> ~520 kg/m <sup>3</sup>	~47 Liter/m <sup>3</sup> ~52 Liter/m <sup>3</sup>	~565 kg/m <sup>3</sup> ~625 kg/m <sup>3</sup>
Splintholz von	Kiefer, Lärche, Douglasie	k.A.	k.A.	k.A.
Buche	32% - 36%	~630 kg/m <sup>3</sup>	~63 Liter/m <sup>3</sup>	~755 kg/m <sup>3</sup>
Eiche (Kernholz $\uparrow$ )	~24%	~600 kg/m <sup>3</sup>	~60 Liter/m <sup>3</sup>	~720 kg/m <sup>3</sup>

Tab. C5.11 Um das Verständnis für Holz und der enthaltenen Feuchte zu vereinfachen, werden in dieser Tabelle abgeschätzte Werte angegeben.

<sup>a</sup> In Abhängigkeit der Rohdichte des Holzes und der Menge an Holzinhaltsstoffen variiert die Grenze des Fasersättigungspunktes sowohl zwischen den verschiedenen Holzarten  $\uparrow$  als auch innerhalb einer Holzart. (Quelle: Praxiskommentar zur DIN 68800 Teil 2 Abschn. 6.2, Beuth Verlag)

<sup>b</sup> Gemittelte Werte aus verschiedenen Quellen.

### GK 3.1 – Wie kann eine „gute“ bewitterte Konstruktion bei Wohnhäusern hergestellt werden?

Im Hochbau soll sichergestellt werden, dass die mittlere Holzfeuchte  $\uparrow$  unterhalb 24 % verbleibt. Dazu sind Wasseranreicherungen am und im Holz zu vermeiden.

- Begrenzung der Rissbildung durch Beschränkung der Querschnittsmaße und durch kerngetrennten Einschnitt beim Vollholz  $\uparrow$  (mindestens „zweistielig“ eingeschnitten). Herzfrei geschnittenes Holz weist geringere Rissbildung auf.
- Obere oder vertikale Hirnholzflächen müssen abgedeckt werden.
- Kontaktfugen unter 8 mm Dicke (Kapillarfugen) sind zu vermeiden. Kapillarfugen sind „Wasserrücken“.
- Außenseitig dicht anliegende Metallbleche sind zu vermeiden.
- Nicht vertikal stehende Hölzer müssen oberseitig abgedeckt werden.
- Stauwasser in Anschlüssen ist zu vermeiden.

→ Weitere Hinweise zur Ausführung gibt die Fachregel 02 „Terrassen und Balkone“ von Holzbau Deutschland [2].

→ Die Gebrauchsklassen  $\uparrow$  3.2 und 4 sind bei tragenden Konstruktionen im Hochbau zu vermeiden.



Abb. C5.12 Balkone sind typische Beispiele für bewitterte Konstruktionen. Hier kommt es sehr auf die Detailausbildung an. Ziel ist es, Stauwasser in der Holzkonstruktion zu vermeiden.

Bild: Ing.-Büro Meyer

→ Bitte weiter lesen Abschn. F5. „Vordächer“ ab Seite 239 und Abschn. F6. „Terrassen und Balkone“ ab Seite 241.

### GK 3.2 – andere bewitterte Konstruktion

Ist bei bewitterten Holzbauteilen mit einer Anreicherung von Wasser im Holz (zumindest räumlich begrenzt) zu rechnen, so erfolgt eine Zuordnung zur Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 3.2. Beispiele sind waagerechte Konstruktionshölzer im Außenbereich und tragende Holzbeläge (Balkon- und Terrassendielen) ohne bauliche Maßnahmen. Auch ein fehlender Spritzwasserschutz kann die Einstufung in die GK 3.2 erforderlich machen.

In der GK 3.2 sind Holzarten  $\uparrow$  mit Dauerhaftigkeit (DC 1 und DC 2) zu verwenden. Hier galt bisher das Kernholz  $\uparrow$  der Eiche als geeignet. Jedoch haben sowohl Forschungsergebnisse als auch die Praxis gezeigt, dass die Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz eine große Bandbreite aufweist. So wurden frühe Schäden beispielsweise bei folgenden Bauteilen aus Eichenkernholz festgestellt:

- verschmutzte, nicht gewartete Brücken- oder Terrassenbeläge.
- sichtbare Schwellen von Fachwerk im Sockelbereich, im unmittelbaren Erd- und Spritzwasserkontakt aufgrund von Erdaufhäufungen.

Daher wurde mit der Ausgabe der DIN EN 350:2016-12 Eichenkernholz mit Dauerhaftigkeitsklasse  $\uparrow$  2-4 bewertet, statt früher Dauerhaftigkeitsklasse  $\uparrow$  2. Damit Eichenkernholz weiterhin in der GK 3.2 eingesetzt werden darf, wird gemäß Neufassung der DIN 68800-1:2019-04 eine fachgerechte Ausführung des konstruktiven Holzschutzes vorausgesetzt. Möglich Maßnahmen sind zum Beispiel:

- stauwasserfreie Anschlüsse und/oder
- Hirnholzschutz



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C5.13 Bei dieser Brückenkonstruktion aus Eichenkernholz sind keine Maßnahmen zum konstruktiven Holzschutz umgesetzt. Hinzu kommen Schmutzablagerungen, die ggf. zu einer Einstufung in die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 4 führen.

➔ Bauteile, bei denen über mehrere Monate Ablagerungen von Schmutz, Erde, Laub und ähnliches zu erwarten sind sowie Bauteile mit besonderer Beanspruchung, z. B. durch Spritzwasser, sind in GK 4 einzustufen.

## 4. Chemischer Holzschutz

Ein chemischer Holzschutz bewirkt, dass das Holz mit chemischen Wirkstoffen für tierische und pflanzliche Schädlinge „unattraktiv“ bzw. „ungeeßbar“ wird.

In Teil 3 der DIN 68800 werden vorbeugend wirksame Holzschutzmittel nach Art der Zulassung unterschieden. Für die Auswahl von Holzschutzmitteln bei tragenden Holzbauteilen sind Anforderungen in Tab. C5.14 aufgeführt.

Gebrauchs- klasse	Anforderungen an das Holzschutzmittel mit	
	Zulassung nach Biozid-Verordnung	bauaufsichtlicher Ver- wendbarkeitsnachweis
GK 0	keine Holzschutzmittel erforderlich	
GK 1	Hausbockkäfer und Gewöhnlicher Nagekäfer	Insektenvorbeugend (Iv)
GK 2	wie GK 1 und Braunfäulepilze	wie GK 1 und Pilzwidrig (P)
GK 3.1	wie GK 2 und Weißfäulepilze	wie GK 2 und Witterungsbeständig (W)
GK 3.2		
GK 4	wie GK 3 und Moderfäulepilze	wie GK 3 und Moderfäulewidrig (E)
GK 5	wie GK 4 und Bohrmuscheln und Bohrasseln	wie GK 4 und zusätzliche Wirksamkeit gegen Holzschädlinge im Meerwasser

Tab. C5.14 Auswahl der Holzschutzmittel für tragende Holzbauteile in Abhängigkeit von der Gebrauchsklasse ↑ gemäß DIN 68800-3

Für vorbeugend wirksame Holzschutzmittel mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis (z. B. allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung) werden nach DIN 68800 Teil 3 folgende Prüfprädikate vergeben, mit denen die betreffenden Holzschutzmittel gekennzeichnet werden:

- Iv – gegen Insekten vorbeugend wirksam.
- P – gegen Pilze ↑ vorbeugend wirksam (Fäulnischutz).
- W – auch für Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, jedoch weder im ständigen Erdkontakt noch im ständigen Kontakt mit Wasser.
- E – auch für Holz, das extremer Beanspruchung ausgesetzt ist (im ständigen Erdkontakt oder im ständigen Kontakt mit Wasser sowie bei Schmutzablagerungen in Rissen und Fugen).
- B – gegen Verblauung an verarbeitetem Holz wirksam.

Die Qualität der Holzschutzmaßnahme wird durch die Einbringmenge des Wirkstoffes und insbesondere durch die Eindringtiefe bestimmt. Die Qualität des Schutzmantels wird im Wesentlichen durch folgende Faktoren bestimmt:

- Die Tränkbarkeit ↑ des Holzes.
- Das Einbringverfahren (siehe Glossar Seite 278).
- Die Schnittrichtung (über Hirnholz mindestens Faktor 10 x schneller).
- Die Oberflächenbeschaffenheit des Holzes (sägerau ist besser als gehobelt und geschliffen).
- Die Holzfeuchtigkeit. Bei wasserlöslichen Mitteln sind halbtrockene Hölzer am besten geeignet; bei öligen Mitteln sind trockene Hölzer am besten.
- Die Temperatur des Schutzmittels beim Imprägnierverfahren.
- Die Lösemittelkonzentration.

DIN 68800 fordert eine Kennzeichnung des schutzbehandelten verbauten Holzes an einer sichtbar bleibenden Stelle. Dies bedeutet, dass der Zimmermann z. B. bei jedem mit Schutzmitteln verbauten Dachstuhl ein Schild anbringen muss. Teil 3 der DIN 68800 gibt im Abschn. 7.4 an, welche Daten ein Schild enthalten soll.

Eindring- tiefeklasse	Eindringtiefeanforderungen
NP 1	keine
NP 2	mindestens 3 mm seitlich im Splintholz
NP 3	mindestens 6 mm seitlich im Splintholz
NP 4 <sup>a</sup>	mindestens 25 mm an den Seitenflächen
NP 5 <sup>b</sup>	gesamtes Splintholz
NP 6 <sup>b</sup>	gesamtes Splintholz und mindestens 6 mm im freiliegenden Kernholz ↑

Tab. C5.15 Eindringtiefeklassen nach DIN EN 351-1 (NP = Neue Penetrationsklasse)

<sup>a</sup> Gilt nur für Rundholz schwer tränkbarer Holzarten ↑.

<sup>b</sup> Erfahrungsgemäß bei Fichte nur mit speziellen Verfahren erreichbar.

Gebrauchs- klasse	Schnittholz		Einbring- verfahren
	z. B. Fichte, Tanne, Lärche, Douglasie	z. B. Kiefer	
	schwer tränkbar	gut tränkbar	
GK 0	entfällt		entfällt
GK 1	NP 1		freigestellt
GK 2			
GK 3.1	NP 3 <sup>a</sup>	NP 5 <sup>a</sup>	bevorzugt Druckverfahren
GK 3.2			
GK 4	NP 6 <sup>a</sup>		Druckverfahren
GK 5			

Tab. C5.16 Eindringtiefeanforderungen nach DIN EN 599-1

<sup>a</sup> Es ist ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis erforderlich.

### Belastete Abfälle vermeiden

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz und die Abfallgesetze der Bundesländer besagen: „Jede Person hat sich so zu verhalten, dass keine unnötigen Abfälle entstehen (...)“.

Holz ist ein Wertstoff solange er in seiner natürlichen Form erhalten bleibt. Werden jedoch unnötigerweise Imprägniermittel eingesetzt, so wird aus dem Wertstoff ein „belasteter Abfall“. Daraus folgt:

→ Unnötige Imprägnierungen ↑ sind verboten!

## 5. Lattungen beim Dach

Für Lattungen unter Dacheindeckungen ↑ und hinter geschlossenen Fassaden gilt gleichermaßen die Gebrauchsklasse ↑ GK 0. Dies mag manch einem in der Branche verwundern, ist aber schon mindestens seit dem Jahre 1996 anerkannte Regel der Technik. In der aktuellen DIN 68800 heißt es im Teil 2 Abschnitt 6.1:

„Latten hinter Vorhangfassaden, Dach- und Konterlatten sowie Traufbohlen, ferner Dachschalungen werden der Gebrauchsklasse ↑ GK 0 zugeordnet. Dies gilt auch für im Freien befindliche Dachbauteile, wenn diese so abgedeckt sind, dass eine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes nicht vorkommen kann.“



Abb. C5.17 Ein chemischer Holzschutz ist bei Lattungen unter Dacheindeckungen und hinter geschlossenen Fassaden nicht erforderlich. Die Verwendung von Holzschutzmitteln ohne technische Notwendigkeit kann ggf. als Baumangel ausgelegt werden (siehe auch Abschn. 4. „Chemischer Holzschutz“ ab Seite 123).

### Müssen Latten getrocknet werden?

→ NEIN

Wenn es allein um die Frage der Tragfähigkeit der Latten sowie das Verhindern eines Befalls mit Holz zerstörenden Insekten und Pilzen gehen würde, wäre „nein“ die korrekte Antwort. Es werden jedoch weitere Anforderungen an Dachlatten gestellt. Für Dachlatten mit CE-Kennzeichnung wird eine Holzfeuchte ↑ < 20 % gefordert, siehe Abschn. E3.6. „Holzfeuchte der Lattung“ auf Seite 209 (CE-Dachlatten).

### Biozid-Verordnung der Europäischen Union

Für Holzschutzmittel wird die Biozid-VO seit Sept. 2013 angewendet. Dies setzt eine Zulassung voraus. Eine Liste der zugelassenen Holzschutzmittel ist unter der Produktart 8 beim BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) zu finden. Die Registriernummer muss auf dem Produkt aufgebracht sein.

Der Informationsdienst Holz [3] kommentiert diesen Zusammenhang in der Broschüre „spezial – Holzschutz für konstruktive Vollholzprodukte“ im Feb. 2009:

„Fachgerecht mit Ziegeln abgedeckt und luftumspült, ist die Möglichkeit eines Pilzbefalls ausgeschlossen. Schäden durch Insekten sind u.a. durch die ungünstigen Entwicklungsbedingungen (fehlende Schwindrisse zur Eiablage, extreme Temperaturen im Hohlraum) nicht zu erwarten.“



Abb. C5.18 Die Ausführung einer Traglattung unter Dachdeckungen und geschlossenen Fassaden ohne chemische Holzschutzmaßnahme ist gemäß DIN 68800 anerkannte Regel der Technik. Das Trocknen der Latten ist schon deshalb erforderlich, um einen Schimmelbefall während der Lagerung zu vermeiden.

→ JA

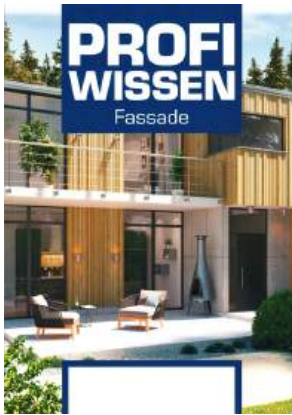
Weil auch der Schimmelbefall bei Dachlatten ein Mangel darstellt. Es ist nicht möglich nasse Latten zuverlässig frei von Schimmel an die Baustelle zu bringen. Schimmel entsteht im Zuge der Lagerung bei feuchten Latten in gebündelten Paketen. Bauherren haben Anspruch auf Baumaterial, das frei von Schimmel ist (siehe aktuelle Rechtsprechung).

## 6. Fassaden an Außenwänden

Außenwände benötigen einen dauerhaft wirksamen Wetterschutz. Ebenfalls muss die Feuchtigkeit aus Diffusion↑ und Konvektion↑ sicher abgeführt werden. Es werden im Holzbau verschiedene Arten von Fassaden unterschieden:

- Hinterlüftete Bekleidungen gelten als die robusteste Form von Fassaden, vgl. Seite 12.
- Wärmedämm-Verbundsysteme aus Holzfaser-Dämmplatten haben sich in den letzten Jahren bewährt, vgl. Seite 9.
- Für Verblendmauerwerk stellt die DIN 68800 Teil 2 für den Holzbau besondere Anforderungen, vgl. Seite 14.

Besonderheiten von Fassaden stellen das traditionelle Fachwerk und der Blockbohlenbau dar. Diese Konstruktionsarten werden hier und im ProfiWissen Fassade [30] nicht weiter betrachtet.



Auf mehr als 170 Seiten werden in der Spezialbroschüre „ProfiWissen Fassade“ insbesondere die typischen Holzbaukonstruktionen vor-gestellt. Im Abschnitt C12 „Die drei Fassadentypen“ werden konkrete Angaben zur Ausführung von Luftschichten↑, zum Einsatz der Holzfaser-Dämmplatten, zur Ausführung der verschiedenen Fassadenarten gemacht sowie die jeweiligen Anschlüsse zum Fenster dargestellt.

### Außenwandbekleidungen mit Luftschicht↑ (VHF↑)

Die Luftschicht↑ hinter der Fassadenbekleidung wirkt druckausgleichend, so dass eindringende Niederschläge an der Rückseite der Bekleidung↑ ablaufen können. Vorgehängte hinterlüftete Fassaden sind daher bezüglich Schlagregen als unkritisch einzustufen.

### Unterkonstruktion bei hinterlüfteten Fassaden

Unterkonstruktionen aus Holz dürfen nach DIN 68800-2 „Holzschutz“ bei geschlossenen Bekleidungen sowie ausreichender Hinterlüftung bzw. Belüftung der Gebrauchsklasse↑ GK 0 zugeordnet werden. Beispiele für geschlossene Bekleidungen sind:

- Profiltretschalungen
- Platten
- Rauspund mit Schiefer- oder Metallbekleidung

Zur Ausführung der Luftschicht↑ siehe Tab. C5.20. Ein Insektenschutz ist nicht erforderlich.

Für die Ausführung der Grund- und Traglatten werden in der Fachregel 01 des Zimmererhandwerks [1] Anforderungen definiert (Tab. C1.18.).

Festigkeitsklasse, Sortierklasse	Querschnitt [mm]	Lattenabstände [mm]	
		Grundlatten	Traglatten
C 24 oder S 10	≥ 30 x 50	≤ 850	e ≤ 40 d <sub>Bekl.</sub> e <sub>max</sub> = 850

Tab. C5.19 Anforderungen an Grund- und Traglattung

Die Grund- und Traglatten sind nach statischen Gesichtspunkten zu dimensionieren. Auf einen rechnerischen Nachweis kann verzichtet werden, wenn die Bauteile und Verbindungen nach der Fachregel ausgeführt werden und die Bekleidungen folgende Anforderungen erfüllen:

- Bekleidung↑ aus Brettern — Brettbreite ≤ 300 mm und Unterstützungsabstand durch die Unterkonstruktion ≤ 800 mm
- Bekleidung↑ aus Holzwerkstoffplatten — Fläche ≤ 0,4 m<sup>2</sup> und Eigengewicht ≤ 5 kg

	Hinterlüftung	Belüftung	stehende Luftschicht
Schalensabstand	≥ 20 mm	≥ 20 mm	≥ 20 mm
Zuluftöffnung (unten)	≥ 50 cm <sup>2</sup> /m	≥ 100 cm <sup>2</sup> /m	nicht erforderlich
Abluftöffnung (oben)	≥ 50 cm <sup>2</sup> /m	nicht erforderlich	
Kleintierschutz	Lochweite 5 mm bis 10 mm		nicht erforderlich
Wasser ableitende Schicht	nicht erforderlich		Unterdeckung

Tab. C5.20 Ausführung von Luftschichten↑ hinter Außenwandbekleidungen gemäß DIN 68800-2 Abschn. 5.2.1.2

### Holzschutz bei Fassaden mit offenen Fugen

Lückenschalungen und Plattenfassaden mit offenen Fugen können die Funktion als Wetterschutz nicht vollständig übernehmen. Für die Holz-Unterkonstruktion kann von eher ungünstigen Bedingungen ausgegangen werden. Insbesondere bei höheren Gebäuden kann der Holzschutz problematisch sein. Eindringende Feuchtigkeit addiert sich nach unten auf. Bei bestimmten Himmelsrichtungen kann die „durchsackende Feuchtigkeit“ zu Schäden führen. Bekleidung↑ und Lattung sind dann der Gebrauchsklasse↑ GK 3.1 zuzuordnen und aus einer entsprechend resistenten Holzart herzustellen, z. B. Lärche / Douglasie (jeweils Kernholz↑).

➔ Die in der Gebrauchsklasse↑ GK 0 bewährte Holzart Fichte kann bei Fassaden mit offenen Fugen zu wenig dauerhaft sein.

Abb. C5.21

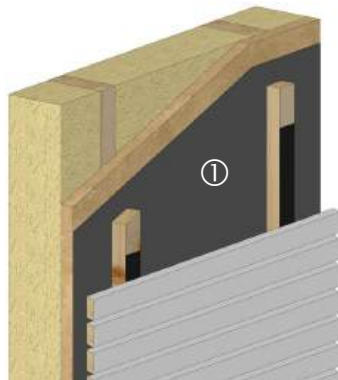
Fugenbänder sollen die Unterkonstruktion vor eindringendem Wasser schützen. Dazu gehört der seitliche Überstand von 5 mm. Zu empfehlen sind aufgeklebte Bänder.



Viele Hersteller von Fassadenplatten geben in ihren Montagerichtlinien vor, dass die Tragplatten durch UV-beständige Fugenbänder vor eindringender Feuchtigkeit zu schützen sind.

➔ Ein Fugenband allein kann nicht pauschal im Sinne des baulichen Holzschutzes als Ersatzmaßnahme gewertet werden.

Abb. C5.22 Bei Fassaden mit offenen Fugen ist zusätzlich zur Unterdeckung ↑ eine wasserableitende UV-beständige Bahn einzubauen ①.



### Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)

Wärmedämm-Verbundsysteme benötigen eine bauaufsichtliche Zulassung (abZ). Darin sind alle Komponenten produktgenau festgelegt:

- druck- und zugfester Wärmedämmstoff als Putzträger, je nach Material mittels Kleber, Dübeln oder Klammern zu befestigen
- Armierungsputz mit eingebettetem Armierungsgewebe
- Oberputz zur Sicherstellung des Feuchteschutzes und als dekorative Oberfläche

➔ Die Eignung des WDVS für eine Holzkonstruktion ist in der Zulassung konkret zu benennen.

Die Anschlüsse sind bei einem WDVS fachkundig und sorgfältig auszuführen, um Feuchteschäden zu vermeiden:

- Das Fensterbanksystem und alle Anschlüsse, insbesondere zum Bordprofil, zum Fensterrahmen und zum WDVS müssen regendicht ausgebildet werden.
- Das WDVS schließt unten mit einem Sockelprofil ab. Der Übergang zu der Perimeterdämmung erfolgt mit einem Dichtband (komprimiert ca. 4 mm).

Abb. C5.23

Ausbildung einer zweiten wasserführende Ebene (Unterfensterbank). So kann Wasser, welches durch eventuelle Undichtigkeiten an den Fensterbankschlüssen eindringen könnte, sicher abgeleitet werden.



Bild: Gutex / Florian Funck

Im Holzbau erfolgt in der Regel eine Gewerketrennung zwischen der Montage der Holzfaser-Putzträgerplatten und dem Verputzen. Für die Übergabe hat der Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V. (vdnr) ein Merkblatt herausgegeben. Die „Checkliste Holzfaser-WDVS – Übergabe putzfähiger Untergrund“ kann als Abnahmeprotokoll verwendet werden.

Bauteil siehe Seite 9.

### Verblendermauerwerk mit Luftschicht ↑

Im Holzrahmenbau sind Mauerwerk-Vorsatzschalen hinterlüftet auszuführen mit einem lichten Schalenabstand (Luftschicht ↑)  $d \geq 40$  mm. Nach DIN 68800 „Holzschutz“ Teil 2 können zwei Konstruktionen in die Gebrauchsklasse ↑ GK 0 eingestuft werden:

- Holzfaser-Dämmplatten,  $d \geq 18$  mm, oder mineralischer Faserdämmstoff,  $d \geq 40$  mm, jeweils mit wasserableitender Bahn,  $s_d$ -Wert 0,3 m bis 1,0 m
- äußere Bekleidung ↑ / Beplankung ↑ mit Hartschaumplatte,  $d \geq 30$  mm

Zum Schutz der Holzkonstruktion vor Feuchtigkeit werden in den Konstruktionsbeispielen der DIN 68800-2 weitere Hinweise gegeben:

- Anordnung einer raumseitige Dampfsperre mit  $s_d \geq 20$  m. Diese ist jedoch nach aktueller Auffassung nicht erforderlich.
- Anordnung von Zu- und Abluftöffnungen in der Mauerwerk-Vorsatzschale nach DIN 1053-1:1996-11 mit jeweils  $150 \text{ cm}^2$  je  $20 \text{ m}^2$  Wandfläche (einschl. Fenster und Türen).

Abb. C5.24 Die Ausbildung der Zu- und Abluftöffnungen in der Mauerwerk-Vorsatzschale erfolgt als offene Stoßfugen in der 2. bzw. 3. Schicht oberhalb der Z-Folie.



Bild: Zimmerei Bartels

# C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz

Der vorbeugende bauliche Brandschutz gehört zu den komplexen Planungsdisziplinen. Im Rahmen der öffentlichen Ordnung muss die Gesellschaft davon ausgehen können, dass alle Gebäude entsprechend ihrer Größe und Nutzung nach den anerkannten Regeln errichtet oder saniert werden.

In erster Linie geht es um die Unversehrtheit von Leib und Leben sowie die Rettung der Menschen. Wichtig, aber nachgeordnet sind die Verhinderung einer Brandausbreitung und der Sachwertschutz. Der Brandschutz lässt sich in drei Betrachtungen gliedern, die jeweils mit einer Klassifizierung verbunden sind (Tab. C6.1).

Betrachtung	betrifft	Klassifizierung	Beispiele	siehe
1. Gebäude und Nutzung	Brandschutzkonzept	Gebäudeklasse	Wohngebäude bis Gebäudeklasse 5	Tab. C6.5
		Sonderbauten	z. B. Schulen, Kindertagesstätten	Seite 129
2. Bauteile und Ausrüstung	Konstruktion	Feuerwiderstandsklasse	feuerhemmend, hochfeuerhemmend, feuerbeständig	Tab. C6.12
3. Baustoffe	Brennbarkeit	Baustoffklasse	normalentflammbar, nichtbrennbar	Tab. C6.14

Tab. C6.1 Die drei Betrachtungen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes

## 1. Gebäude und Nutzung

Im Zusammenhang mit dem Gebäude und seiner Nutzung werden die Begriffe Brandschutznachweis und Brandschutzkonzept verwendet. Allerdings gibt es dafür keine einheitlichen Definitionen. Vielmehr werden diese Begriffe in den Landesbauordnungen und von verschiedenen Behörden und Organisationen mit unterschiedlichen Inhalten verwendet.

→ Werden die in den Landesbauordnungen hinsichtlich des Brandschutzes gestellten Anforderungen an Baustoffe, Bauteile, Brandabschnitte und Rettungswege erfüllt, so spricht man von einem „Brandschutznachweis“.

### Was ist ein Brandschutzkonzept?

Ein Brandschutzkonzept ist eine zielorientierte Gesamtbewertung des baulichen, technischen, organisatorischen und abwehrenden Brandschutzes (Tab. C6.2). Durch Brandschutzmaßnahmen sollen:

- die Entstehung von Bränden verhindert und Ausbreitung von Feuer und Rauch begrenzt werden.
- Brände möglichst schon im Entstehen erkannt und bekämpft werden.
- Gefahren für Menschen, Umwelt und Sachwerte abgewendet und Betriebsunterbrechungen verhindert bzw. minimiert werden.

Die Umsetzung dieser Schutzziele erfolgt mit Hilfe eines Brandschutzkonzeptes. Ein allgemein gültiges Brandschutzkonzept existiert aufgrund der Vielfältigkeit der Problemstellungen nicht. Für jede bauliche Anlage ist ein spezielles auf die bauliche Anlage abgestimmtes Brandschutzkonzept zu entwickeln. Die einzelnen Maßnahmen des Brandschutzkonzeptes müssen dabei aufeinander abgestimmt sein, so dass ein reibungsloses Ineinandergreifen gewährleistet wird.

Ein Brandschutzkonzept wird in der Regel erforderlich bei:

- Abweichungen von der Landesbauordnung
- geregelten Sonderbauten, die von den Sonderbauvorschriften abweichen
- unregelmäßig Sonderbauten für die keine Sonderbauvorschriften bauaufsichtlich eingeführt sind.

Gemäß Musterbauordnung (MBO) § 51 können an Sonderbauten besondere Anforderungen gestellt werden oder auch Erleichterungen gestattet werden. Dies betrifft unter anderem die Bauart und alle für den Brandschutz wesentlichen Bauteile und die Verwendung von Baustoffen.

vorbeugender Brandschutz (Präventivmaßnahmen)	abwehrender Brandschutz (Maßnahmen der Feuerwehr)
<b>baulich</b> (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandabschnitte</li> <li>• Nutzungseinheiten</li> <li>• Rettungswege</li> <li>• Bauteile</li> <li>• Baustoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schützen, Retten und Bergen von Menschen</li> <li>• Brandbekämpfung</li> <li>• Reduzierung von Begleitschäden durch Rauch und Löschmittel</li> </ul>
<b>anlagentechnisch</b> (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brandmeldeanlage</li> <li>• Löschanlagen</li> <li>• Rauch- und Wärmeabzug</li> </ul>	
<b>organisatorisch</b> (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flucht- und Rettungspläne</li> <li>• Kennzeichnung von Rettungswegen</li> </ul>	

Tab. C6.2 Komponenten des Brandschutzes

**Welche Vorteile bietet ein Brandschutzkonzept?**

- Planungssicherheit für das Bauvorhaben und für spätere Erweiterungen.
- Kostensicherheit, Verringerung der Baukosten durch die Vermeidung späterer Nachrüstungen.
- Mögliche Erleichterungen gegenüber den Anforderungen der Landesbauordnung (z. B. großräumige Planung, bessere Nutzbarkeit).
- Sinnvolle Kompromisse hinsichtlich des Brandschutzes bei Bestandsbauten.
- Mögliche Reduzierung der Versicherungsprämie bei Einbeziehung von Anforderungen der Sachversicherer.
- Hinsichtlich der Anforderungen aus der Landesbauordnung lassen sich mit der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes Erleichterungen erzielen.

**Wer darf ein Brandschutzkonzept erstellen?**

Brandschutznachweise bzw. Brandschutzkonzepte werden durch Bauvorlageberechtigte und/oder Fachplaner erstellt, die die erforderlichen Kenntnisse in dem jeweiligen Gebiet nachgewiesen haben. Nachweise für höhere Gebäudeklassen (GK 4 und 5) müssen i. d. R. durch entsprechende Prüfingenieure oder Prüfsachverständige geprüft werden.

**Wie wird ein Brandschutzkonzept erstellt?**

Die Erstellung eines Brandschutzkonzeptes kann in sechs Schritten erfolgen (Tab. C6.3) und hat häufig folgendem Aufbau:

- Gebäudebeschreibung mit den Materialien, Abmessungen und Nutzungen
- Baurechtliche Einordnung, z. B. mit Dokumentation genehmigungspflichtiger Abweichungen
- Bauliche, anlagentechnische und organisatorische Brandschutzmaßnahmen

1. Entwurf, Bestandsaufnahme	Baulicher Brandschutz: z. B. Gebäudeklasse, Brandabschnittsgrößen, Flucht- und Rettungswege, mögliche Brandlasten etc.
	Technischer Brandschutz: z. B. Brandmeldeanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
	Abwehrender Brandschutz: z. B. Löschwasserversorgung
2. Risiken analysieren	Aufzeigen von Konsequenzen bezüglich Personengefährdung, Gebäude- und Sachschäden, ggf. Betriebsausfall.
3. Risiko abwägen	Absprache mit allen Beteiligten, z. B. Behörden, Versicherer, Betrieb Nicht zu akzeptierende Risiken erfordern weitere Maßnahmen.
4. Schutzziele festlegen	Um die nicht akzeptierten Risiken zu vermindern sind Schutzziele festzulegen, welche die anzustrebende Sicherheit von Personen, die Schadensbegrenzung an Gebäuden und Sachen sowie die Begrenzung von Betriebsausfällen und Umweltschäden sicherstellen.
5. Brandschutzkonzepte erarbeiten	Die Schutzziele lassen sich durch verschiedene Kombinationen von 1. baulichen, 2. technischen und 3. organisatorischen Brandschutzmaßnahmen erreichen. Die drei Maßnahmenpakete können bis zu einem gewissen Grad unterschiedlich gewichtet und kompensatorisch eingesetzt werden.
6. Brandschutzkonzept auswählen	Bei der Wahl der optimalen Variante des Brandschutzkonzeptes sind neben den Kosten auch weitere Aspekte zu berücksichtigen wie z. B. mögliche Nutzungsänderungen oder Auswirkungen auf den Betriebsablauf.

Tab. C6.3 Möglicher Ablauf zur Erstellung eines Brandschutzkonzeptes

**Beispiel für ein Brandschutzkonzept**

Für ein Apartmenthaus (Abb. C6.4) wurde der Bauantrag zu einem Zeitpunkt gestellt, als die seinerzeit gültige Landesbauordnung bei Gebäuden „mittlerer Höhe“ für tragende Wände eine F90-A-Qualität (feuerbeständig, nichtbrennbare Baustoffe) forderte. Gemäß Brandschutzkonzept wurden die Holzrahmenbauwände abweichend „hochfeuerhemmend“ ausgeführt und weitere Kompensationsmaßnahmen vorgesehen.

In der Muster-Holzbaurichtlinie 2024 wird nun die Ausführung von Bauteilen mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung↑ und die Möglichkeit einer reduzierten Bekleidung↑ bei Nutzungseinheiten mit max. 200 m² definiert, siehe Seite 141. Im Kapitel A. Neubau sind Außenwände in den Gebäudeklassen 4 und 5 gemäß HolzBauRL beschrieben:

- Holzrahmenbau mit WDVS, Seite 10
- Holzrahmenbau mit VHF, Seite 13



Abb. C6.4 Die Außenwände in Holzrahmenbauweise wurden mit einer brandschutztechnischen wirksamen Bekleidung↑ aus Gipsfaserplatten ausgeführt.

## Gebäudeklassen

Bei den Gebäuden normaler Art und Nutzung werden 5 Gebäudeklassen definiert. Maßgebend ist die Höhe über der mittleren Geländeoberfläche der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind. Die bauaufsichtlichen Anforderungen nach Musterbauordnung (MBO) <sup>1</sup> zeigt die Tab. C6.5. Es gibt z. T. Begrenzungen auf die Anzahl der Nutzungseinheiten und die Nutzflächen.

Je nach Landesbauordnung kann eine Garage im Sinne des Brand-schutzes als eine Nutzungseinheit angesehen werden. Auch die Voraus-setzung „freistehend“ könnte in der Gebäudeklasse 1 fallen.

<sup>1</sup> Musterbauordnung (MBO) in der Fassung von 2002, geändert September 2024.

Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Beschreibung	freistehend <sup>a</sup>	nicht freistehend	sonstige Gebäude	—	—
Höhe OKF über Gelände	≤ 7,0 m	≤ 7,0 m	≤ 7,0 m	≤ 13,0 m	> 13,0 m; ≤ 22,0 m
Nutzungseinheiten	≤ 2 NE	≤ 2 NE	—	—	—
Bruttogrundfläche <sup>b</sup>	≤ 400 m <sup>2</sup>	≤ 400 m <sup>2</sup>	—	≤ 400 m <sup>2</sup> je NE	—
Feuerwehreinsatz	mit Steckleiter möglich			Drehleiter nötig	
Anforderungen an Bauteile <sup>c</sup>	keine	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Feuerwiderstandsdauer	—	30 Minuten (F 30)		60 Minuten (F 60)	90 Minuten (F 90)
Anforderungen an Fassaden	B2 normalentflammbar (der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist möglich)			B1 schwerentflammbar (einschl. Dämmstoffe und Unterkonstruktion)	

Tab. C6.5 Kennzeichen der Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (MBO)

<sup>a</sup> Land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude haben keine Einschränkung bezüglich Nutzungseinheiten und der Wohn- und Nutzfläche.

<sup>b</sup> Ohne Keller.

<sup>c</sup> Bauaufsichtliche Anforderungen nach MBO für tragende und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände und Decken zwischen den Nutzungseinheiten (NE).

## Sonderbauten

Neben der Einordnung eines Gebäudes in die entsprechende Gebäudeklasse ist immer auch der Sonderbaustatus an Hand der jeweiligen Landesbauordnung zu prüfen. Die Musterbauordnung definiert in § 2 Abs. 4 Sonderbauten als „Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung“. In den Landesbauordnungen werden unter anderem folgende Sonderbauten aufgeführt:

- Hochhäuser (Gebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m)
- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Versammlungsstätten und Sportstätten
- Verkaufsstätten
- Gaststätten
- Pflegeheime, Kindertagesstätten
- Krankenhäuser
- Schulen, Hochschulen

Für geregelte Sonderbauten gelten länderspezifische Sonderbauvorschriften, zum Beispiel Versammlungsstättenverordnungen oder Schulbauvorschriften. Dagegen gibt es für unregelte Sonderbauten keine Sonderbauverordnungen. Das bedeutet, dass in der Regel ein Brandschutzkonzept zu erstellen ist, welches individuell auf das jeweilige Bauvorhaben zugeschnitten ist.

Die Einordnung als Sonderbau erfolgt unabhängig von der Einstufung der Gebäudeklasse. Somit kann für einen freistehenden Kindergarten mit einer Grundfläche von maximal 400 m<sup>2</sup> die Gebäudeklasse 1 gelten und gleichzeitig der Sonderbaustatus.

### Schulen

Schulen gehören zu den geregelten Sonderbauten. Die in den Bundesländern eingeführten Schulbaurichtlinien definieren Anforderungen an die Bauteile in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse. So gelten für die tragenden und aussteifenden Bauteile (Tragwerk) mindestens die Anforderungen der GK 3. Entsprechende Bauteile der GK 4 müssen die Anforderungen der GK 5 erfüllen. Hochfeuerhemmende Bauteile sind zulässig bei Schulgebäuden mit:

- Höhe  $\leq 13$  m und
- Fläche je Geschoss  $\leq 400$  m<sup>2</sup> oder unterteilt durch Trennwände in Abschnitte von jeweils  $\leq 400$  m<sup>2</sup>

Abweichend von den Anforderungen der Schulbaurichtlinien werden immer häufiger sogenannte „Cluster-Schulen“ realisiert. Dabei werden mehrere Unterrichtsräume zu einem „Cluster“ zusammengefasst, das wiederum eine brandschutztechnische Nutzungseinheit bildet. Die Größe der Cluster darf i. d. R. nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche betragen. „Notwendige Flure“ gemäß Schulbaurichtlinie sind innerhalb der Cluster nicht erforderlich. Vielmehr können die zwischen den Unterrichtsräumen liegenden Erschließungsflächen um offene Bereiche ergänzt und mit diesen zusammen als temporäre Erweiterungen genutzt werden.

➔ Notwendige Flure bilden den horizontalen Flucht- und Rettungsweg zwischen Nutzungseinheiten und dem Treppenhaus oder ins Freie.

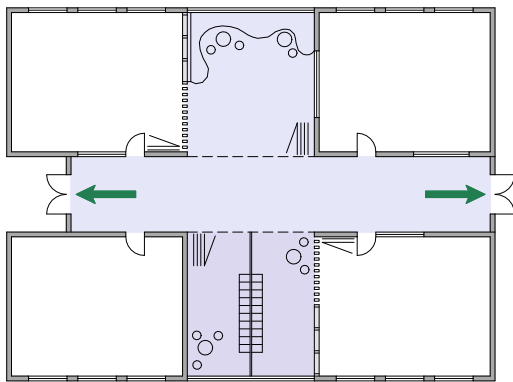


Abb. C6.6 Skizze eines Clusters (max. 400 m<sup>2</sup>). Die farblich abgesetzten Erschließungsflächen zwischen den Unterrichtsräumen können temporär genutzt werden.

An Cluster-Schulen oder offene Lernlandschaften werden höhere Anforderungen an die Anzahl und Länge der Rettungswege gestellt. Für diese neuen Konzepte wurden Empfehlungen zum Brandschutz bzw. für risikogerechte Brandschutzkonzepte<sup>1</sup> erarbeitet.

### Kindertagesstätten

Kindertagesstätten gehören zu den unregulierten Sonderbauten, für die es keine bundesweit gültige Musterbauvorschrift gibt. Brandschutzmaßnahmen werden immer für das konkrete Projekt betrachtet (Brandschutzkonzept). Der Sonderbaustatus ist je nach Landesbauordnung von der Anzahl der betreuten Kinder abhängig und gilt i. d. R. ab 11 Kinder.



Abb. C6.7 Kita in Holzmassivbauweise in der Gebäudeklasse 3. Da es sich um einen unregulierten Sonderbau handelt, ist ein Brandschutzkonzept zu erstellen.

In Kindertagesstätten wird der zentrale Flur häufig als Spielflur konzipiert und ist daher nicht frei von Brandlasten. Eine Abweichung von der Anforderung an „notwendige Flure“ kann zum Beispiel dadurch kompensiert werden, dass jeder Gruppenraum im Erdgeschoss einen direkten Ausgang ins Freie hat (Abb. C6.8). In Obergeschossen ist ein davon unabhängiger baulicher Rettungsweg über eine weitere Treppe erforderlich.

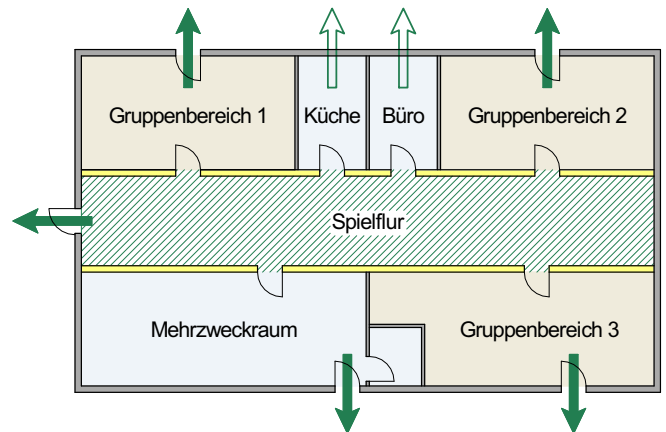


Abb. C6.8 Spielflur statt „notwendiger Flur“. Jeder Gruppenraum hat einen zweiten Fluchtweg.

<sup>1</sup> Brandschutz im Schulbau – Neue Konzepte und Empfehlungen, 2017

## 2. Bauteile und Ausrüstung

### Bauteilklassifizierung

Der Feuerwiderstand bzw. die Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen kann in Deutschland über die DIN 4102-2 bzw. die DIN EN 13501-2 klassifiziert werden.

#### DIN 4102-2

Die DIN 4102-2 definiert die Feuerwiderstandsdauer über eine Mindestdauer in Minuten, während der ein Bauteil je nach Anwendungsbereich vordefinierte Anforderungskriterien erfüllt.

Kurzzeichen	Bauaufsichtliche Benennung
30	feuerhemmend
60	hochfeuerhemmend
90	feuerbeständig
120	Feuerwiderstandsdauer 120 Minuten
—	Brandwand

Tab. C6.9 Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen

Diesen Klassen wird ein Buchstabe voran gestellt, der stellvertretend für die Art eines Bauteils steht (angegeben wird der betreffende Teil der DIN 4102):

F – Wände, Decken, Stützen, Balken, Treppen (Teil 2)

G – nicht isolierende Verglasungen (Teil 5)

I – Installationsschächte usw. (Teil 11)

T – Feuerschutzabschlüsse, Türen, Tore, Klappen (Teil 5)

W – Brandwände, nichttragende Außenwände (Teil 3)

Zusätzlich zur Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse kann ein Bauteil weiter spezifiziert werden. Hierbei wird eine Kennung für das Brandverhalten der Baustoffe angehängt:

- A, wenn das Bauteil im für die Klassifizierung maßgebenden Querschnitt aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht, z. B. F 90-A
- B, wenn das Bauteil brennbare Baustoffe enthält oder enthalten darf, z. B. Holzbauteile F 30-B
- AB, wenn das Bauteil in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht; als wesentlich gelten alle tragenden und aussteifenden Teile sowie bei raumabschließenden Bauteilen  $\uparrow$  eine in der Bauteilebene durchgehende Schicht, z. B. F 60-AB
- BA, wenn das Bauteil in den wesentlichen Teilen aus brennbaren Baustoffen besteht, die äußere Bekleidung  $\uparrow$  jedoch aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht (theoretische, aber nicht definierte Kennung)

Bei der Klassifizierung nach DIN 4102-2 kann durch die Feuerwiderstandsklasse (z. B. F 30-B) anders als beim europäischen System (siehe unten) nicht sofort auf die tatsächliche Leistungseigenschaft des Bauteils in Bezug auf Tragfähigkeit, Raumabschluss  $\uparrow$  und Wärmedämmung geschlossen werden.

Ein Bauteil F 90 kann gemäß DIN EN 13501-2 folgende unterschiedliche Eigenschaften haben:

■ REI 90 (tragendes und raumabschließendes Bauteil  $\uparrow$ , 90 min)

■ R 90 (tragendes Bauteil  $\uparrow$ , 90 min)

■ EI 90 (raumabschließendes Bauteil  $\uparrow$ , 90 min)

#### DIN EN 13501-2

Die DIN EN 13501-2 definiert die Feuerwiderstandsdauer durch Feststellung der charakteristischen Eigenschaften zur Tragfähigkeit (R) und/oder zum Raumabschluss  $\uparrow$  (E) und/oder zur Wärmedämmung (I). Anders als bei der Klassifizierung nach DIN 4102 kann nach europäischem System die jeweilige Leistungseigenschaft des Bauteils in der Klassifizierung benannt werden (Tab. C6.10).

➔ DIN 4102-2 und DIN 13501-2 befinden sich für Deutschland in der Koexistenzphase.

Kurzzeichen	Beschreibung des Kriteriums
R	Tragfähigkeit (Résistance)
E	Raumabschluss $\uparrow$ (Étanchéité)
I (I1, I2)	Wärmedämmung unter Brandeinwirkung (Isolation)
<b>Kriterien, die optional angehängt sein können</b>	
W	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts (Radiation)
M	Mechanische Einwirkung auf Wände, Stoßbeanspruchung (Mechanical)
S	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit, Dichtheit, Leckrate (Smoke)
C	Selbstschließende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschl. Dauerfunktion (Closing)
i $\rightarrow$ 0 i $\leftarrow$ 0 i $\leftrightarrow$ 0	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer z. B. bei Außenwänden (in-out)
a $\rightarrow$ b a $\leftarrow$ b a $\leftrightarrow$ b	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer z. B. bei Unterdecken (above-below)

Tab. C6.10 Erläuterungen zu den Leistungseigenschaften des Feuerwiderstandes für Bauteile nach DIN EN 13501

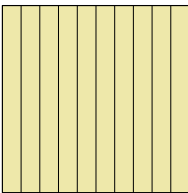
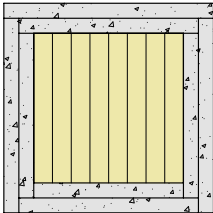
➔ Der Feuerwiderstand wird immer durch das gesamte Bauteil inkl. Tragkonstruktion, Dämmung, Unterkonstruktion und Bekleidungen erfüllt. Die geprüften Parameter des Bauteils dürfen später nicht einfach verändert oder ausgetauscht werden. Eine Veränderung der Dämmung oder der Bekleidungen beispielsweise ist unzulässig.

**Bauteilanforderungen**

Die Mindestanforderungen der Landesbauordnungen regeln, aus welchen Baustoffen Bauteile mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit bestehen dürfen. So können „feuerhemmende Bauteile“ sowohl aus brennbaren als auch aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen ist daher uneingeschränkt möglich.

„Hochfeuerhemmende Bauteile“ können aus nichtbrennbaren Baustoffen oder aus brennbaren Baustoffen mit allseitig brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung<sup>↑</sup> aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und nichtbrennbaren Dämmstoffen bestehen. Im Holzbau werden hochfeuerhemmende Bauteile durch eine „brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen“ (bwB) „gekapselt“ (früher Kapselkriterium z. B. K<sub>2</sub>60).

Hintergrund: Da die „Muster-Holzbaurichtlinie“ (M-HolzBauRL 2024) bei Nutzungseinheiten oder brandschutztechnisch abgetrennten Räumen / Raumgruppen bis maximal 200 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche die Ausführung der Bauteile mit reduzierter Brandschutzbekleidung ermöglicht, werden diese Bauteile als „abweichend hochfeuerhemmend“ bezeichnet.

Feuerwiderstandsdauer 60 Minuten	
	
„Heißbemessung“ nach Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-2 [20])	Schutzzeit $t_{ch}$ 60 Minuten durch brandschutztechnisch wirksame Bekleidung <sup>↑</sup> gemäß HolzBauRL „hochfeuerhemmend“

Tab. C6.11 Zwei Möglichkeiten, eine Stütze mit einer Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten auszuführen

„Feuerbeständige Bauteile“ bestehen, sofern sie tragend oder aussteifend sind, aus nichtbrennbaren Baustoffen. Bei raumabschließenden<sup>↑</sup> Bauteilen muss eine durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen vorhanden sein.

Hintergrund: Aufgrund dieser bauordnungsrechtlichen Definition werden Holztafel- bzw. Holzmassivbauteile in der Gebäudeklasse 5, die gemäß „Muster-Holzbaurichtlinie“ (M-HolzBauRL 2024) erstellt werden, als „abweichend feuerbeständig“ bezeichnet, siehe Abschn. „Muster-Holzbaurichtlinie“ auf Seite 141.

Die Bauteilanforderungen (feuerhemmend, hochfeuerhemmend, feuerbeständig) werden in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB<sup>↑</sup>) konkretisiert. In den folgenden Tabellen sind die bauaufsichtlichen Anforderungen und die mindestens erforderlichen Leistungen der Bauteile (Bauteilklassifizierungen) aufgeführt.

Bauaufsichtliche Benennung <sup>a</sup>	Raumabschluss <sup>↑</sup>		Klasse nach DIN 4102-2
	ohne	mit	
feuerhemmend	R 30	REI 30	F 30
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	F 60
hochfeuerhemmend Holzbau	R 60 HolzBauRL	REI 60 HolzBauRL	—
feuerbeständig	R 90	REI 90	F 90
Feuerwiderstandsdauer 120 Min	R 120	REI 120	F 120
Brandwand	—	REI 90-M	F 90-A + [M]
Brandwandersatzwand <sup>b</sup>	—	REI 60-M	F 60-AB + [M]
Brandwandersatzwand <sup>b</sup> Holzbau	—	REI 60-M HolzBauRL	—
Gebäudeabschlusswand	—	REI 30 (i→o) - REI 90 (i←o)	F 30 [i→a] - F 90 [i←a]

Tab. C6.12 Feuerwiderstandsklassen von tragenden Bauteilen nach DIN EN 13501-2 bzw. -3

<sup>a</sup> Die Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden.  
<sup>b</sup> Wand anstelle einer Brandwand (hochfeuerhemmend) in der Gebäudeklasse 4 unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung M.

Bauaufsichtliche Benennung <sup>a</sup>	Innenwände		Klasse nach DIN 4102-2
	Innenwände	Außenwände	
feuerhemmend	EI 30	E 30 (i→o) EI 30 (i←o)	F 30
hochfeuerhemmend	EI 60	E 60 (i→o) EI 60 (i←o)	F 60
hochfeuerhemmend Holzbau	EI 60 HolzBauRL	EI 60 HolzBauRL	—
feuerbeständig	EI 90	E 90 (i→o) EI 90 (i←o)	F 90
Feuerwiderstandsdauer 120 Min	—	—	F 120
Brandwand	—	EI 90-M	F 90-A + [M]
Brandwandersatzwand <sup>b</sup>	—	EI 60-M	F 60-AB + [M]
Brandwandersatzwand Holzbau	—	EI 60-M HolzBauRL	—
Gebäudeabschlusswand	—	EI 30 (i→o) - EI 90 (i←o)	F 30 [i→a] - F 90 [i←a]

Tab. C6.13 Feuerwiderstandsklassen von nichttragenden Bauteilen nach DIN EN 13501-2 bzw. -3

<sup>a</sup> Die Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden.  
<sup>b</sup> Wand anstelle einer Brandwand (hochfeuerhemmend) in der Gebäudeklasse 4 unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung [M].

### 3. Baustoffe

Das Brandverhalten von Bauprodukten wurde mit DIN EN 13501-1 auf europäischer Ebene harmonisiert. Es besteht zur Zeit eine Koexistenzphase der europäischen Norm und der DIN 4102. Die bisherigen nationalen Baustoffklassen dürfen noch verwendet werden. Die Hersteller von Bauprodukten haben die europäischen Regeln bereits mehrheitlich umgesetzt.

#### Baustoffklassifizierung

Die europäische Klassifizierung und die nationalen Baustoffklassen sind nicht direkt aufeinander übertragbar. In der Muster-Verwaltungsvorschrift (MVV TB↑) Anhang 4 findet sich jedoch eine Zuordnung sowohl der europäischen als auch der nationalen Klassen zu den bauaufsichtlichen Benennungen (nichtbrennbar, schwerentflammbar, normalentflammbar). Die Mindestanforderungen zum Brandverhalten nach europäischer Klassifizierung sind in Tab. C6.14 aufgeführt.

Kurzzeichen	Beschreibung		Klasse nach DIN 4102-1
A1	nichtbrennbar ohne brennbare Bestandteile	selbstverlöschend	A1, A2
A2	nichtbrennbar mit brennbaren Bestandteilen		
B	schwerentflammbar	-	B1
C			
D	normalentflammbar	-	B2
E			
F	leichtentflammbar	brennt eigenständig	B3

Tab. C6.14 Erläuterungen zu den Klassifizierungskriterien für Bauprodukte nach DIN EN 13501

➔ Leichtentflammbare Baustoffe (B3) dürfen gemäß Musterbauordnung (MBO) nicht eingesetzt werden. Eine Verwendung ist nur dann möglich, wenn Baustoffe der Klasse B3 in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht mehr leicht entflammbar sind.

Die sieben europäischen Klassen für Bauprodukte können zusätzliche Klassifizierungen erhalten für:

- die Rauchentwicklung – s1, s2, s3
- das brennende Abtropfen/Abfallen – d0, d1, d2

Die Kriterien „s“ (smoke) und „d“ (droplets) regeln die Brandnebenscheinungen „Rauchentwicklung“ und „Abtropfbarkeit“. Dabei gilt für Deutschland, dass die Klasse s1 bei besonderen Anforderungen an die Rauchentwicklung einzuhalten ist und die Klasse d0, wenn der Baustoff im Brandfall nicht brennend abfallen bzw. abtropfen darf (z. B. in Rettungswegen).

Bauaufsichtliche Benennung	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1 „Euroklassen“
	wenig Rauch	kein Abtropfen	
nichtbrennbar <sup>a</sup>	X	X	A2 – s1,d0 <sup>b</sup>
schwerentflammbar	X	X	C – s1,d0 <sup>b</sup>
		X	C – s2,d0 <sup>b</sup>
	X		C – s1,d2 <sup>b</sup>
normalentflammbar		X	E
			E – d2

Tab. C6.15 Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten (ohne Bodenbeläge) nach MVV TB↑, Anhang 4

<sup>a</sup> Soweit erforderlich zusätzlich Schmelzpunkt > 1000 °C.  
<sup>b</sup> Glimmverhalten und soweit erforderlich Rohdichte.

#### Nachweis zum Glimmverhalten

Im Gegensatz zur Prüfung nach DIN 4102-1 spielt das Schwel- und Glimmverhalten von Baustoffen bei der europäischen Klassifizierung keine Rolle. Aus Sicht der deutschen Bauaufsicht ist der Nachweis des Glimmverhaltens für das nationale Sicherheitsniveau unabdingbar. Daher werden in Deutschland vorübergehend Anforderungen an das Glimmverhalten von Bauprodukten gestellt, bis diese in die entsprechenden europäischen Produktnormen aufgenommen sind.

Abb. C6.16

Der geforderte Nachweis zum Glimmverhalten gilt insbesondere für Faserdämmstoffe, die in Fugen oder Dämmschichten eingebaut sind. Bei Anforderungen nichtbrennbar oder schwerentflammbar darf es durch unbemerkt fortschreitendes Glimmen und/oder Schwelen nicht zu einer Brandausbreitung kommen.



Bild: © view7 – fotolia.com

Der Nachweis des Glimmverhaltens wird auf Grundlage der DIN EN 16733 „Prüfungen zum Brandverhalten↑ von Bauprodukten“ geführt. Die Norm definiert:

- ☞ Schwelen – Verbrennung eines Materials ohne Flammenbildung, mit oder ohne sichtbares Licht. Schwelen ist der Oberbegriff, der das Glimmen einschließt.
- ☞ Fortschreitendes Schwelen – Selbstständiges Ausbreiten einer exothermischen Oxidation ohne Verbrennung mit Flammerscheinung; dies kann mit Glimmen einhergehen.
- ☞ Glimmen – Brennen eines Werkstoffs im festen Aggregatzustand ohne Flamme, jedoch mit Emission von Licht aus dem Verbrennungsbereich.

### Dämmstoffe

In Bauteilen mit Brandschutzanforderung können grundsätzlich auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden. Wird jedoch ausdrücklich Mineralwolle mit einer definierten Mindestrohichte gefordert, muss diese einen Schmelzpunkt von  $\geq 1000\text{ °C}$  aufweisen. In diesem Fall kommt nur Steinwolle infrage.

Es besteht keine Einschränkung in der Form des Dämmstoffes, solange dieser lagesicher verbaut ist. Bei verdichteten Einblasdämmstoffen wird das durch eine Mindestrohichte gewährleistet

### Brandverhalten von Holz

Bei der Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen wird heute nicht allein die Brennbarkeit betrachtet (Baustoffklasse A oder B). Vielmehr werden die Eigenschaften bei der Aufstellung von Brandschutzkonzepten differenziert betrachtet. Die nachfolgenden Merkmale und Eigenschaften können bei den Betrachtungen eine Rolle spielen.

### Entzündbarkeit / Entflammbarkeit

Holz gehört ab einer Dicke von 2 mm der Baustoffklasse B2 an. Einige wenige Holzarten (z. B. Eichenparkett bei Fußböden) gehören der Baustoffklasse B1 an. Bei der Brandbeanspruchung bildet Holz eine schützende Holzkohleschicht, die die Geschwindigkeit des Abbrands reduziert.

Es ist möglich Holzbauteile entweder mit Brandschutzanstrichen zu versehen oder mit Brandschutzimprägnierungen (Kesseldruckverfahren). Dabei ist auf die Eignung für Innenräume und Außenbereiche genauestens zu achten.

→ Der Flammpunkt für Holzgase liegt bei ca.  $270\text{ °C}$ .

### Wärmeleitfähigkeit↑

Für die Brandausbreitung ist die Wärmeleitfähigkeit↑ von großer Bedeutung. Holz wirkt isolierend, während Stahlbauteile die Wärmeenergie rasch leiten und für eine Entzündung von angrenzenden Baustoffen in von Brandherden entfernten Bereichen sorgen können.

### Tragfähigkeit bei Temperaturerhöhung

Bei Temperaturerhöhung verliert Holz unwesentlich an Tragfähigkeit. Der Abbrand ist berechenbar (siehe rechts). Dem gegenüber verliert Stahl bei einer Temperatur ab ca.  $500\text{ °C}$  seine Festigkeitseigenschaften, was zu einem plötzlichen Versagen der Konstruktion führt.

### Kühlungseffekt

Durch den Feuchtegehalt des Holzes kommt es durch den Verdampfungsprozess des gebundenen Wassers im Brandfall zu einem Kühlungseffekt. Werden Trennwände z. B. aus Brettspertholz gefertigt, so enthalten diese Wände im trockenen Zustand ca. 3 Liter Wasser pro  $\text{m}^2$ . Dieser Effekt kann bei Rettungs- und Fluchtwegen von Bedeutung sein, um die dortige Temperatur im Brandfall möglichst lange gering zu halten. Ähnliche Eigenschaften haben Gipswerkstoffe.

### Bemessung für den Brandfall

DIN EN 1995-1-2 [20] ermöglicht im Holzbau eine Bemessung für den Brandfall. Da Holz mit einer definierten Abbrandgeschwindigkeit brennt, lässt sich der für die Tragfähigkeit erforderliche Restquerschnitt ermitteln.

Durch die relativ hohen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit des EC 5 an Geschossdecken (Durchbiegung, Schwingung↑), ergeben sich Holzquerschnitte, die meist problemlos eine Feuerwiderstandsdauer von F 30 bis hin zu F 60 aufweisen.

### Beispiel Deckenbalkenlage

Bei einem unbekleideten Deckenbalken aus Brettschichtholz (Nadelholz) wird die geforderte Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten (F 30) mit der Abbrandtiefe multipliziert:

$$0,65\text{ mm/Min.} \times 30\text{ Min.} = 20\text{ mm.}$$

Zusätzlich wird berücksichtigt, dass sich im direkten Übergangsbereich zur Kohleschicht die Festigkeit vermindert. Daher wird die Abbrandtiefe um weitere 7 mm erhöht.

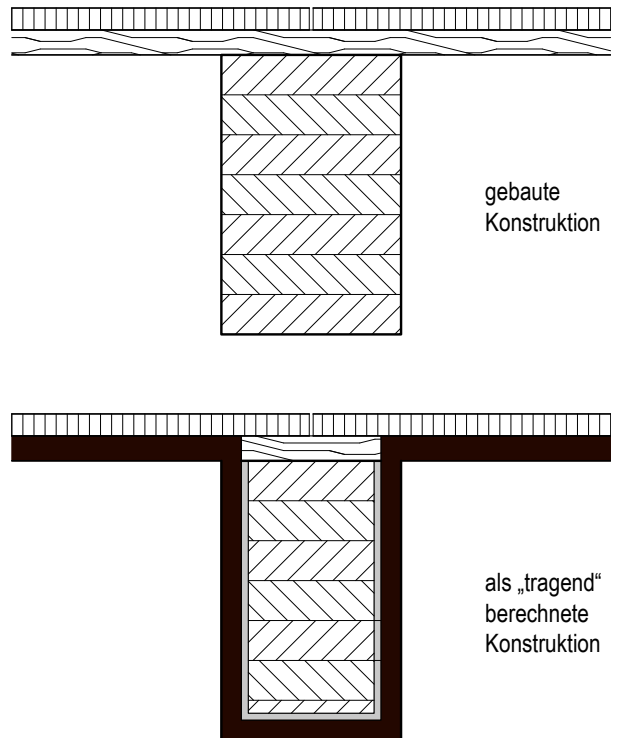


Abb. C6.17 Eine sichtbare Decke kann für einen Nachweis „F 30“ über Zugaben für den Abbrand nachgewiesen werden. Die Beplankung ist zweilagig ausgeführt. Das zum Raum sichtbare Faserbrett dient als „Opferschicht“ (Dicke 25 mm), die aufliegende OSB-Platte wird als tragende / aussteifende Beplankung bemessen.

### Beispiel Holzmassivdecke

Bei einer Holzmassivdecke als sichtbare Konstruktion ist der statisch erforderliche Querschnitt um die Abbranddicke größer zu dimensionieren. Bei Brettschichtholz beträgt dieses  $\Delta h \geq 21\text{ mm}$  bei einer Abbrandgeschwindigkeit von  $0,7\text{ mm/min}$ . Zu berücksichtigen sind:

- die Profilierung der Elementunterseite
- die Stoßausbildung
- das Erstellen einer geschlossenen Schale für einen erforderlichen Rauchschutz, z. B. aus Holzwerkstoffplatten mit geschlossenen Stößen verlegt auf der Oberseite der Elemente

## 4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten

### Unterschied Baustoffklasse und Feuerwiderstandsklasse

Durch Zuordnung in eine Baustoffklasse werden Baustoffe hinsichtlich ihres Brandverhaltens klassifiziert. Für die Einstufung in eine Baustoffklasse gibt es auf nationaler Ebene zwei Möglichkeiten:

1. Übereinstimmung mit klassifizierten Baustoffen nach DIN 4102-4.
2. Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP), Brandprüfungen nach DIN 4102.

→ Die Baustoffklasse sagt nur etwas über die Brennbarkeit bzw. Nichtbrennbarkeit des Materials (Baustoff). Aus der Baustoffklasse lässt sich nicht auf die Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen schließen, für die der Baustoff verwendet wird. Eine Bezeichnung wie z. B. „Bauplatte F 30“ ist daher irreführend.

Bei Gebäuden (auch Einfamilienhäuser) dürfen nur Baustoffe verwendet werden, die mindestens normalentflammbar (B2) sind. Insbesondere ist dies bei Naturdämmstoffen zu beachten (z. B. Zellulose, Schafwolle, Hanf). Zum Erreichen der Baustoffklasse B2 werden z. B. Borsalze zugegeben.

A nichtbrennbar		B brennbar	
A1	A2	B1	B2
Bauprodukte, für die kein Nachweis erforderlich ist.	Bauprodukte, die geringfügige Mengen brennbarer Bestandteile enthalten dürfen.	Bauprodukte, die nach Beseitigung der Brandquelle nicht weiter brennen.	Bauprodukte, die zwar brennbar sind, jedoch im Bauwesen verwendet werden dürfen.
<p>Beispiel: raumabschließende Gebäudeabschlusswand</p>			
<b>Beschreibung der Bauteilschichten für das Beispiel einer Gebäudeabschlusswand</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Putz, 15 mm</li> <li>• Mineralwolle-Dämmstoff, d = 80 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gipskarton-Feuerschutzplatte (GKF), d = 9,5 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mineralisch gebundene Holzwolle-Leichtbauplatte, d = 35 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzständer 60 x 160 mm</li> <li>• OSB-Platte, d = 16 mm; Rohdichte <math>\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3</math></li> </ul>

Tab. C6.18 Baustoffklassen nach der Definition von DIN 4102-1

### Bauprodukte und Bauarten

Als „Bauprodukte“ im baurechtlichen Sinn gelten alle Erzeugnisse (Baustoffe, Bauteile und Anlagen), die werksmäßig hergestellt werden, um dauerhaft in Bauwerke eingebaut zu werden. Viele der im Holzbau verwendeten Bauprodukte werden nach europäisch harmonisierten Normen hergestellt. Dies sind zum Beispiel:

- OSB-Platten nach EN 300
- Vollholzträger nach EN 14081 und EN 15497
- Brettschichtholzträger nach EN 14080

Bauprodukte nach europäisch harmonisierten Normen oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA $\uparrow$ ) werden mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet und können europäisch gehandelt werden.

→ Die Verwendbarkeit eines CE-gekennzeichneten Bauprodukts in Deutschland ergibt sich erst, wenn die erklärten Leistungen aus der Leistungsbeschreibung mit den Bauwerksanforderungen übereinstimmen. Dies ist in jedem konkreten Einzelfall zu prüfen.

C. Bauphysik  
 C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz  
 4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten

Die Bauart ist eine rein nationale Definition. Hiermit ist das Zusammenfügen von Bauprodukten zu baulichen Anlagen bzw. Teilen davon zu verstehen, z. B. eine auf der Baustelle errichtete Trockenbauwand.

Für Bauprodukte sind folgende Verwendbarkeitsnachweise möglich:

- Leistungserklärung (DoP)
- allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)
- Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

**Beispiel Bauprodukt: schwerentflammbare OSB-Platte**

Holzwerkstoffplatten werden der Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) zugeordnet. Durch Zusatz von Flammschutzmitteln bei der Herstellung kann eine Einstufung B1 (schwerentflammbar) erreicht werden.



Abb. C6.19  
 Für dieses Bauprodukt „schwerentflammbare OSB-Platte“ wird in der Leistungserklärung (DoP) das Brandverhalten B-s1,d0 aufgeführt (Euroklasse nach DIN EN 13501-1).

Für Bauarten sind folgende Verwendbarkeitsnachweise möglich:

- allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)
- allgemeine Bauartgenehmigung (aBG)
- vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)

**Beispiel Bauart: Gebäudeabschlusswand in Holzständerbauweise**

Grundlage ist beispielsweise die allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) Z-19.34-2729 des Antragstellers Saint-Gobain Rigips.

Der Anwender, der die jeweilige Gebäudeabschlusswand erstellt hat, muss für jedes Bauvorhaben in einer schriftlichen Übereinstimmungserklärung bestätigen, dass die von ihm ausgeführte Konstruktion in Holztafelbauart den Bestimmungen der Bauartgenehmigung entspricht. Anzugeben ist die gewählte Wandart (Wandaufbau), die sich gemäß dieser Bauartgenehmigung nach Abmessung der Tragkonstruktion, der Bekleidung / Beplankung und der Gefachdämmung unterscheiden.

**Beispiel einer kombinierten abZ (Bauprodukt) und aBG (Bauart)**

Für Holzfaser-Dämmplatten als tragende und aussteifende Beplankung kann eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Bauprodukte mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung kombiniert werden. Geregelt werden in dieser kombinierten „Bescheidart“:

- Anforderungen hinsichtlich der Zusammensetzung, der Leistungseigenschaften sowie Kennzeichnung der Bauprodukte (abZ) und
- Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung von Wandtafeln in Holzbauart unter Verwendung der Bauprodukte (aBG)

Bezogen auf das Brandverhalten der Holzfaser-Dämmplatten wird zunächst die Euroklasse E (normalentflammbar) angegeben. Sind diese Holzfaser-Dämmplatten Bestandteil eines Wärmedämm-Verbundsystems,

so kann vom Hersteller in einer weiteren abZ / aBG zusätzlich das Brandverhalten für den gesamten WDVS-Aufbau mit der deutschen Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) deklariert werden.

**Klassifizierte Wände in Holzbauweise nach DIN 4102-4**

Für die Ausführung der Bekleidungen gilt:

- Platten und Bretter müssen eine geschlossene Fläche besitzen und über das gesamte Bauteil mindestens stumpf gestoßen eingebaut werden.
- Bei den Gipsplatten (GF, GKB, GKF, GKFI) sind die sichtbaren Teile der Befestigungsmittel zu verspachteln.
- Sofern nichts Anderes geregelt ist, sind die Bekleidungslagen in der Unterkonstruktion zu befestigen.
- Die Rohdichte von Holzwerkstoffplatten in klassifizierten Wandkonstruktionen nach DIN 4102-4 [7] sollte mindestens 600 kg/m<sup>3</sup> betragen. Bei geringerer Rohdichte ist die erforderliche Mindestdicke nach Abs. 10.3.1.3 der Norm um den Faktor  $k_r = (600 / \rho_{\text{mean}})^{0,5}$  zu erhöhen. Nach der Formel ergibt sich bei einer Rohdichte der Holzwerkstoffplatte von 450 kg/m<sup>3</sup> ein Aufschlag von ca. 16 %, siehe Tab. C6.20.

Holzwerkstoffe, z. B. aus Fichte, Kiefer	Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Mindestdicke [mm]		
OSB/4, Spanplatte	≥ 600	13	15	22
Sperrholz-, Massivholzplatte	≥ 450	15	18	26

Tab. C6.20 erforderliche Mindestdicke von Holzwerkstoffplatten in Abhängigkeit ihrer Rohdichte

Werden Gips- oder Gipsfaserplatten auf den Holzwerkstoffplatten angeordnet, darf der Befestigungsabstand der Gips- oder Gipsfaserplatten max. 625 mm betragen. In diesem Fall kann die Holzwerkstoffplatte als Unterkonstruktion betrachtet werden. Der Querschnitt der Stiele muss dann mindestens 60 x 100 mm betragen. Aus den erforderlichen Eindringtiefen nach DIN 18181 für die Befestigungsmittel können sich größere erforderliche Dicken der Holzwerkstoffplatten für eine Befestigung von Gipsplatten in Holzwerkstoffplatten ergeben.

**Anschlüsse und Fügungen bei raumabschließenden Bauteilen**

Ein vollständiger Brandschutz kann sich erst dann ergeben, wenn die vorgefertigten Elemente bei der Montage an der Baustelle hinreichend dicht aneinandergesetzt werden. Dabei geht es wesentlich um den Luftdurchgang, der im Brandfall ein Rauchdurchgang wäre. Dies kommt auch dem Schallschutz sehr zu Gute.

Die Genauigkeit der Elementfuge muss so hoch sein, dass ein gewöhnliches Vollholz als Randstiel des Elementes in Frage zu stellen ist (vgl. auch Tab. C6.23). Verleimte Querschnitte wie Balkenschichtholz, Brett-schichtholz oder Furnierschichtholz bieten deutlich höhere Formstabilität als einteilige Querschnitte aus Vollholz. Trotz einer genauen Fügung ist beidseitig eine formschlüssige Abdeckung erforderlich (z. B. Eckverspachtelung einer Gipswerkstoffbekleidung).

Bekleidungen	Lagen	Stoßausführung auf Holzrippen	Ausführung der Plattenversätze
Gips- und Gipsfaserplatten	einlagig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verspachtelt nach DIN 18181</li> <li>• unerspachtelt bei scharfkantigen Plattenkanten<sup>a</sup> als stumpfe Stöße mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Bekleidungskanten von 1 mm</li> </ul>	–
	mehrlagig	1. und 2. Bekleidungs-lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verspachtelt nach DIN 18181</li> <li>• unerspachtelt bei scharfkantigen Plattenkanten als stumpfe Stöße mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Bekleidungskanten von 1 mm</li> </ul>	Ausführung nach DIN 18181
Holzwerkstoffe	einlagig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Bekleidungskanten von 2 mm</li> </ul>	–
	mehrlagig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Bekleidungskanten von 2 mm</li> <li>• bei deckungsgleicher Ausführung gelten die Regelungen wie bei einlagiger Ausführung</li> </ul>	mind. 30 mm mit kontinuierlicher Befestigung im Überlappungsbereich
Kombination aus Gips-/Gipsfaserplatten mit Holzwerkstoffplatten	mehrlagig	1. Bekleidungs-lage: mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Kanten der Holzwerkstoffplatten von 3 mm 2. Bekleidungs-lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verspachtelt nach DIN 18181</li> <li>• unerspachtelt bei scharfkantigen Plattenkanten<sup>a</sup> als stumpfe Stöße mit einem maximalen Spalt zwischen benachbarten Bekleidungskanten von 1 mm</li> </ul>	für Gips-/Gipsfaserplatten Ausführung nach DIN 18181
Holz-faser-Dämmplatten	einlagig im Verband verlegt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stumpfe Stöße auf Holzrippen</li> <li>• Stöße mit umlaufendem Nut und Feder Profil; hierbei sind Stöße von Querrändern im Gefachbereich zulässig, sofern ein Versatz von mindestens 250 mm zwischen benachbarten Reihen gegeben ist</li> </ul>	–
Bretter	einlagig im Verband verlegt	Längsränder mit Spundung oder Nut und Feder Profil, siehe Abb. C6.22	–

Tab. C6.21 Bekleidungsstöße von klassifizierten Wänden im Holzbau gemäß DIN 4102-4 [7]

<sup>a</sup> Eine scharfkantige Plattenkante ist eine volle Kante (VK) nach DIN 18180 oder eine scharfkantig geschnittene Kante.

Bekleidungsstöße in Wänden sind nach Tab. C6.21 auszuführen. Bei mehrlagigen Bekleidungen gilt die auf dem Rahmenwerk zuerst montierte als 1. Bekleidungs-lage. Die 2. Bekleidungs-lage wird raumseitig auf der 1. Bekleidungs-lage angeordnet.

Zwischen Holzrippe und Bekleidung<sup>↑</sup> darf eine zusätzliche Lattung, auch in Form von Stahlblechprofilen nach DIN 18181, angeordnet werden.

Die erforderliche Mindestdicke der Bekleidungen ist in den jeweiligen Tabellen der Bauteile angegeben. Bei profilierten Brettern ist die Dicke  $d_w$  nach Abb. C6.22 maßgebend.

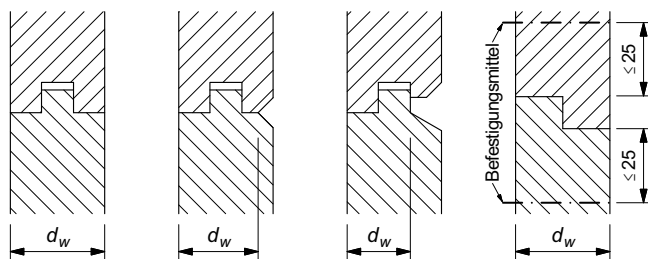


Abb. C6.22 maßgebende Dicke  $d_w$  bei Bekleidungen aus profilierten Brettern nach DIN 4102-4 [7]

Variante	Ausführung in der Kontaktfläche	erforderliche äußere Abdichtung <sup>a</sup> Anordnung beidseitig <sup>b</sup>
$s \leq 0,5 \text{ mm}$ , dicht gestoßen	keine Maßnahme notwendig	keine Maßnahme notwendig
$s \leq 2 \text{ mm}$		a), b), c), d) oder e)
$s \leq 5 \text{ mm}$	Dichtungsstreifen aus mindestens normalentflammbarem Dämmstoff, $\rho \geq 50 \text{ kg/m}^3$ im unkomprimiertem Zustand <sup>c</sup>	a), b) oder c)
$s \leq 15 \text{ mm}$	Dichtungsstreifen/Schalldämmlager mindestens normalentflammbar, $\rho \geq 200 \text{ kg/m}^3$ oder Brandschutzdichtmasse bzw. im Brandfall aufschäumende Baustoffe	a), b) oder c)
$s \leq 30 \text{ mm}$	Dichtungsstreifen aus nichtbrennbarem Mineralwolle-Dämmstoffen, Schmelzpunkt $\geq 1000 \text{ °C}$ , $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ im unkomprimiertem Zustand	keine zusätzliche Maßnahme erforderlich

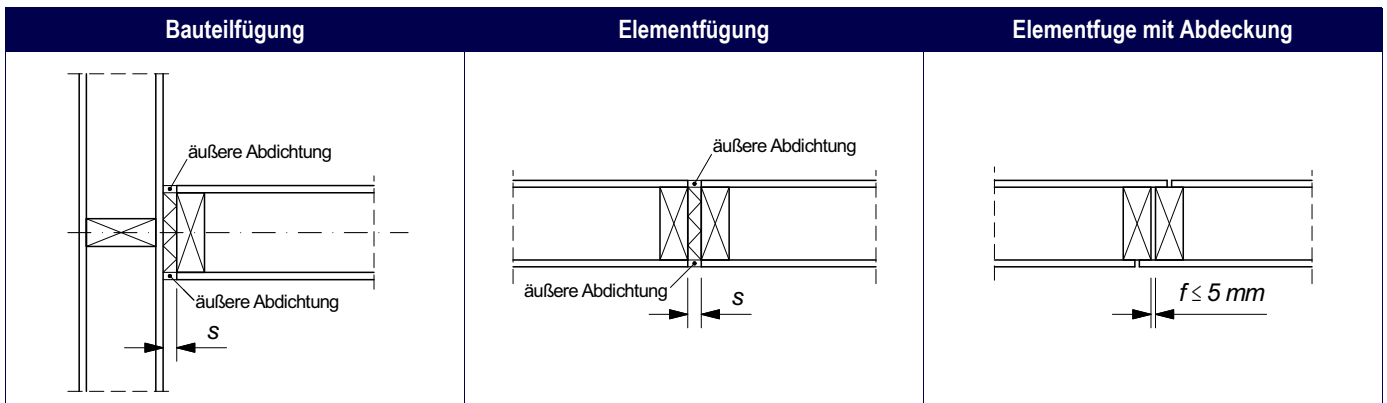
**Legende**  
 s Fugenbreite in der Kontaktfläche nach Tab. C6.24  
 Maßnahmen zur äußeren Abdichtung im Bereich von Fugen und Kehlen:  
 a) Verspachtelung  
 b) Brandschutzdichtmasse oder im Brandfall aufschäumende Baustoffe  
 c) vollständige Abdeckung mit der Bekleidung der flächigen Bauteile bzw. durch Fußbodenaufbau  
 d) dauerelastische Verfugung  
 e) luftdichte Abklebung

Tab. C6.23 Ausführung von Bauteil- und Elementfugungen gemäß DIN 4102-4 [7]

<sup>a</sup> Für unsymmetrische Aufbauten können Kombinationen der Maßnahmen erforderlich werden.

<sup>b</sup> Entsprechende Maßnahmen dürfen auch innerhalb der Kontaktfuge angeordnet werden, sofern diese mindestens 20 mm innerhalb des jeweiligen rechnerischen Restholzquerschnittes liegen. Abweichend dazu darf für Brandschutzdichtmassen oder im Brandfall aufschäumende Baustoffe dieses Vorhaltemaß auf 0 mm reduziert werden.

<sup>c</sup> Im eingebauten Zustand muss der Dämmstoff mindestens auf die Hälfte seiner Ausgangsdicke zusammengedrückt werden.



Tab. C6.24 Ausführungen von Bauteil- und Elementfugungen bei raumabschließenden Bauteilen nach DIN 4102-4 [7]

Maßnahmen zur Herstellung der Dichtheit von Anschlüssen und Fugungen, die der Behinderung der Übertragung von Feuer und Rauch dienen, sind in Tab. C6.23 dargestellt. Diese Maßnahmen sind an jeder Seite einer möglichen Brandbeanspruchung bzw. für jeden Brandübertragungsweg separat zu planen und umzusetzen. Verspachtelungen und Verfugungen als äußere Abdichtung sind in der Dicke der Bekleidung erforderlich. Die Breite von Dichtungsmaßnahmen in der Kontaktfläche muss mindestens der Breite der Rippen der angeschlossenen Tragkonstruktion entsprechen.

Ergänzend zu den Maßnahmen Tab. C6.23 dürfen Elementfugen ausgeführt werden als:

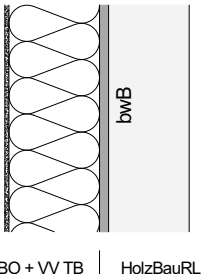
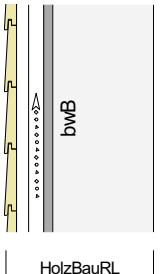
- Verbindungen mit Stufenfalz
- Fugen mit Abdeckung durch Bekleidungen (siehe Tab. C6.24 rechte Spalte)

Die Angaben gelten auch bei Holzmassivbauteilen. Abweichend dazu darf für unbekleidete Holzmassivelemente die äußere Abdichtung auch in der Ebene der ersten 15 mm der Tragkonstruktion erfolgen. Die verbleibende Kontaktfläche ist entsprechend der Maßnahmen nach Tab. C6.23 auszuführen.

## 5. Fassadenbekleidungen

Eine Außenwandkonstruktion besteht in der Regel aus einer raumabschließenden Außenwand↑ und optional aus einer auf diese Wand aufgetragenen Außenwandbekleidung (Fassade). Dies kann z. B. ein Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) oder eine vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF↑) sein (siehe Tab. C6.25). Nach Musterbauordnung (MBO) § 28 müssen in der Gebäudeklasse 4 und 5 die Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein und dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen. In den Gebäudeklassen 1 bis 3 ist das anders, dort werden geringere Anforderungen gestellt. Sowohl bei der VHF↑ als auch beim WDVS genügt eine mindestens normalentflammbare Ausführung (vgl. Tabelle C6.5 auf Seite 129).

Bei hinterlüfteten Fassadenbekleidungen mit geschossübergreifenden Hohlräumen sind sogenannte Brandsperren oder Brandschürzen anzuordnen. Dies gilt auch, wenn die Fassadenbekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht. Die Anforderungen im einzelnen sind in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB↑) zu finden. Die jeweiligen Landesbauordnungen mit den zugehörigen Technischen Baubestimmungen sind zu beachten und können gegenüber der MBO abweichende Vorschriften beinhalten.

Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)	vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF↑)
	
LBO + VV TB   HolzBauRL	HolzBauRL
<b>Wo ist was geregelt?</b>	
nur die Rohbauwand ist in der HolzBauRL geregelt, das WDVS hingegen in der LBO / VV TB	Rohbauwand sowie hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen sind in der HolzBauRL geregelt
<b>Brandverhalten der Fassadenbekleidung</b>	
WDVS schwerentflammbar, bei EPS-Dämmstoffen sind zusätzliche Anforderungen zu beachten	Fassadenbekleidung aus Holz und Holzwerkstoffen auf Holz-UK nach HolzBauRL zulässig

Tab. C6.25 Anforderungsprofil für die Ausführung von Fassaden in den Gebäudeklassen 4 und 5

Hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen auf Holz-Unterkonstruktionen dürfen in der Gebäudeklasse 4 und 5 montiert werden, sofern die Begrenzung einer Brandausbreitung durch geeignete Maßnahmen nachgewiesen wird. Als technische Regel hierfür gilt die jeweilige HolzBau RL der Bundesländer.

In der Tab. C6.25 wird der Zusammenhang näher erläutert. Die Außenwandkonstruktion in Holzbauweise schließt gemäß MHolzBauRL mit einer „brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung↑“ (bwB) ab. Dies erfüllt die Anforderung, dass Wände aus brennbaren Baustoffen auch auf der Außenseite eine durchgehende nichtbrennbare Bekleidung↑ in ausreichender Dicke benötigen. Bei tragenden Außenwänden genügt hier eine 18 mm Gipskartonfeuerschutz- oder Gipsfaserplatte.

Für die Fassadenarten gelten unterschiedliche Regelwerke:

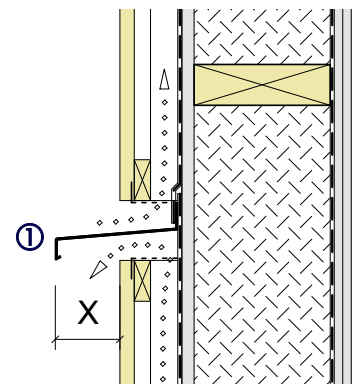
- Wärmedämm-Verbundsysteme (schwerentflammbar) werden in der MHolzBauRL nicht behandelt
- Vorgehängte hinterlüftete Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen sind in der MHolzBauRL geregelt. Die MVV TB↑ gilt hier nur ergänzend.

### Vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF↑) nach MHolzBauRL

Bei hinterlüfteten Holzfassaden unterbricht eine horizontale Brandsperre die Hinterlüftungsebene und verhindert damit die Ausbreitung von Feuer und Rauch zwischen Bekleidung↑ und Wandkonstruktion (vgl. Abb. C6.26).

Die MHolzBauRL benennt als Brandsperren Stahlblechschrüzen. Diese sind je Geschoss umlaufend in Höhe der Geschossdecken anzuordnen und kragen mindestens 50 mm über die Bekleidung↑ hinaus (Abb. C6.26). Bei offenen Schalungen beträgt das Auskragungsmaß sogar mindestens 200 mm.

Abb. C6.26 Durch die Anordnung einer horizontalen Brandsperre ① mit dem Auskragungsmaß „x“ werden die heißen Brandgase auf ihrem Weg nach oben aufgehalten.



### Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

Ab der Gebäudeklasse 4 sind nur schwerentflammbare Baustoffe (B1) zulässig. Als diffusionsoffener Werkstoff steht hier Mineralwolle standardmäßig zur Verfügung. Dieser Werkstoff ist auf einer Trägerplatte aus Gipswerkstoffplatte montiert, die zugleich als „brandschutztechnisch wirksame Bekleidung“ bwB ausgeführt wird. Dann in der Dicke 18 mm bei tragenden Außenwänden. Ein Wärmedämm-Verbundsystem aus normalentflammbaren Holzfaser-Dämmplatten ist in der Gebäudeklasse 4 in der Regel nicht zulässig. Unter bestimmten Randbedingungen kann jedoch eine Abweichung beantragt werden. Hinweise dazu enthält ein DHV-Merkblatt<sup>1</sup>.

Der Hersteller Gutex Holzfaserplattenwerk hat den Nachweis der Schwerentflammbarkeit (C-s1,d0 nach DIN EN 13501-1, kein Glimmen) für ein WDVS auf Basis Holzfaser-Dämmplatten erbracht. Grundlagen sind:

- der Klassifizierungsbericht KB 3.1/18-246-2 der MFPA Leipzig GmbH,
- der Prüfbericht PB-Hoch-180895-2 des Prüfinstituts Hoch in Fladungen und
- die gutachterliche Stellungnahme GS-ZELUBA-2019-035 des Fraunhofer Instituts für Holzforschung (Wilhelm-Klauditz-Institut WIKI).



Abb. C6.27 Außenwand einer Dachaufstockung mit schwer entflammbarer Holzfaser-Dämmplatte

<sup>1</sup> Merkblatt „Handlungsanleitung Brandschutz bei Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaser in der Gebäudeklasse 4, Nov. 2018, Hrsg. Deutscher Holzfertigbau-Verband e.V. (DHV)

## 6. Muster-Holzbaurichtlinie

Die Muster-Holzbaurichtlinie (M HolzBauRL) gilt für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 (vgl. Tab. C6.5 auf Seite 129). Deren tragende, aussteifende oder raumabschließende Bauteile müssen hochfeuerhemmend bzw. feuerbeständig nach § 26 der Musterbauordnung (MBO) sein. Davon abweichend dürfen sie brennbare Baustoffe und damit Holzkonstruktionen enthalten. Die Muster-Holzbaurichtlinie wurde zur Regelung dieser abweichenden Bauteile geschaffen. Darüber hinaus gilt sie für „Wände anstelle von Brandwänden“ (Gebäudeabschlusswände), die in § 30 MBO für Gebäude der Gebäudeklasse 3 beschrieben sind. Außerdem regelt die M HolzBauRL die Ausführung von hinterlüfteten Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen an Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5, siehe „Fassadenbekleidungen“ auf Seite 139.

Die M HolzBauRL in der Fassung von 2024 wurde im Mai 2025 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) veröffentlicht und wird oder wurde von den Bundesländern bauaufsichtlich eingeführt. Gegenüber der Fassung von Oktober 2020 sind folgende Neuerungen wesentlich:

- Zulassung der Holztafelbauweise bis einschließlich Gebäudeklasse 5
- Öffnung der Anwendung für bestimmte Sonderbauten, siehe unten
- Bekleidungsstärke in Abhängigkeit des Beginns der Verkohlung hinter der Bekleidung  $\uparrow$  ( $t_{ch}$  nach DIN EN 1995-1-2 [20])
- Erweiterung der Lösungen für Anschlüsse und Fügungen
- Erweiterung der Lösungen für Installationen

Für die Anwendung der M HolzBauRL 2024 bei Sonderbauten gelten folgende Bedingungen:

- brandschutztechnisch abgetrennte Räume oder Raumgruppen mit einer Brutto-Grundfläche von maximal 400 m<sup>2</sup>
- bestimmungsgemäße Nutzung für selbstrettungsfähige Personen (trifft auch auf barrierefreie Gebäude nach § 50 MBO zu, ausgenommen Einrichtungen des Gesundheitswesens)

Die Novelle der M HolzBauRL bringt die wichtige Klarstellung, dass für Gebäude, die nach der Richtlinie erstellt werden, keine weiteren Verwendbarkeitsnachweise, wie „vorhabenbezogene Bauartgenehmigung“ (vBG), „allgemeine Bauartgenehmigung“ (aBG) oder „allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)“ mehr erforderlich sind.

Gerade diese Vereinfachung macht die Anwendung der HolzBauRL der Bundesländer für Planende und Ausführende sehr viel leichter. Die Hersteller von Bauprodukten wird ein sehr zeitaufwendiges und kostenintensives Zulassungsverfahren erspart. Der Holzbau ist mit der M HolzBauRL bezogen auf die Verwendung in der Gebäudeklasse 4 und 5 quasi ein gutes Stück „entbürokratisiert“. Im Kapitel A dieses ProfiWissen finden sich Konstruktionsvarianten, die von verschiedenen Herstellern kombiniert werden können.

Vorab anwendbar ist die novellierte Muster-Holzbaurichtlinie von 2024 durch Erlasse, beispielsweise in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Schleswig-Holstein.

### Gebäudeklasse 4

In der Gebäudeklasse 4 sind Holzkonstruktionen zulässig, sofern tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile  $\uparrow$ , wie Decken, Trennwände oder Stützen „hochfeuerhemmend“ ausgeführt werden. Für diese Gebäude ist die Muster-Holzbaurichtlinie anzuwenden. Im Folgenden wird Bezug genommen auf die novellierte Fassung von September 2024. Das bedeutet, dass tragende und aussteifende Bauteile aus Holz durch eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung  $\uparrow$  (bwB) für eine definierte Schutzzeit vor Abbrand bzw. Verkohlung zu schützen sind.

Die novellierte Muster-Holzbaurichtlinie (M HolzBauRL) bietet die Möglichkeit durch Bildung kleiner Nutzungseinheiten mit maximal 200 m<sup>2</sup> Brutto-Grundrissfläche eine reduzierte Brandschutzbekleidung (siehe Tab. C6.31) auszuführen. Dies bedeutet Erleichterungen insbesondere für Wohngebäude, da die einzelnen Wohnungsgrößen in der Regel unterhalb 200 m<sup>2</sup> liegen. Dazu kommt, dass auch „Standardgebäude“ wie zum Beispiel Wohnhäuser auch in der Gebäudeklasse 5 zukünftig in Holzrahmenbauweise errichtet werden können.

Gebäude, bei denen der Fußboden des obersten nutzbaren Geschosses zwischen 7 m und 13 m über Oberkante Gelände liegt, gehören zur Gebäudeklasse 4. Die Abb. C6.28 zeigt einige typische Brandschutzanforderungen.

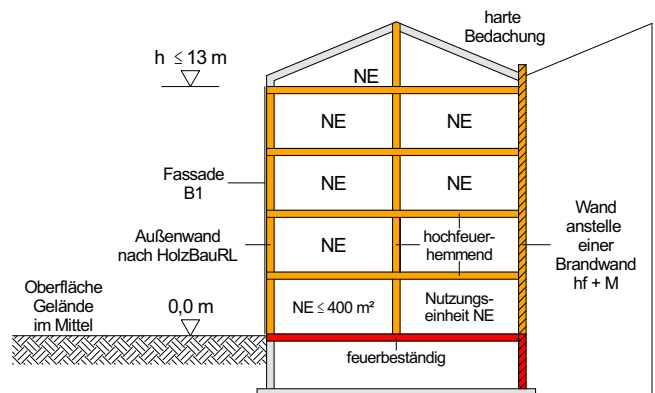


Abb. C6.28 Brandschutzanforderungen nach HolzBauRL in der Gebäudeklasse 4

Abb. C6.29 Durch Aufstockungen ändert sich in vielen Fällen die Gebäudeklasse. Je nach Landesbauordnung bestehen unterschiedliche Brandschutzanforderungen.



Bild: James Hardie Europe GmbH

Um mehr Wohnraum zu schaffen, haben einzelne Landesbauordnungen (LBO) die Anforderungen bei Aufstockung von Wohngebäuden erheblich gelockert. Danach gelten für die Aufstockung gegebenenfalls nur die Anforderungen des Bestandsgebäudes.

**Brandwand / Brandwandersatzwand**

Brandwände verhindern als raumabschließende Bauteile eine Ausbreitung von Feuer und Rauch für eine bestimmte Zeit entsprechend ihres Feuerwiderstandes. Sie begrenzen den Brand auf bestimmte Bereiche:

- auf den Brandentstehungsraum
- auf einen brandschutztechnisch getrennten Bereich (Wohnung, Nutzungseinheit oder Brandabschnitt)
- auf das betroffene Gebäude

**Brandschutztechnisch wirksame Bekleidung**

Bauteile im Holzbau sind in den Gebäudeklassen 4 und 5 mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung (bwB, „Brandschutzbekleidung“) auszuführen. Üblich sind Gipswerkstoffplatten:

- Gipsplatten des Typs GKF nach DIN 18180 in Verbindung mit DIN EN 520 (mindestens Typ DF), oder
- Gipsfaserplatten mit einer Mindestrohichte von 1000 kg/m<sup>3</sup> nach DIN EN 15283-2 oder Europäischer Technischer Bewertung (ETA)

Mit der neuen Fassung der MHolzBauRL hat sich das Nachweiskriterium für die Brandschutzbekleidungen geändert. In der früheren Fassung erfolgte die Beurteilung nach dem sogenannten „Kapselkriterium“. Dies definiert die Zeitspanne, in der Flammen und heiße Gase zurückgehalten werden.

Mit der Novelle 2024 bieten sich neue Möglichkeiten. Alternativ zu einer Standardbekleidung kann ein Nachweis über die Schutzwirkung sowohl rechnerisch als auch durch Brandversuche nach Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-2 [20]) geführt werden. Dazu wird die Schutzzeit in Minuten ( $t_{ch}$ ) ermittelt, das bedeutet der Beginn der Abbrandes der Holzkonstruktion hinter der Bekleidung (Abb. C6.32). Dieses Nachweismodell soll die Verwendung anderer nichtbrennbarer Plattenwerkstoffe, wie z. B. Lehm- bauplatten, ermöglichen. Für hochfeuerhemmende Bauteile ist mindestens  $t_{ch} = 60$  Minuten nachzuweisen und für abweichend feuerbeständige Bauteile mindestens  $t_{ch} = 90$  Minuten.

Bei Brandwänden werden Gebäudeabschlusswände und innere Brandwände, z. B. zur Unterteilung großer Gebäude, unterschieden.

Die Muster-Holzbaurichtlinie (MHolzBauRL) gilt auch für Wände anstelle von Brandwänden (Brandwandersatzwände) sowie Wände notwendiger Treppenträume in der Gebäudeklasse 4. Diese müssen auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sein. Ein Beispiel für die Ausführung einer typischen Brandwandersatzwand ist im Kapitel A. Neubau auf Seite 49 zu finden. Die jeweilige Landesbauordnung ist zu beachten.

Die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung kann für Nutzungseinheiten mit einer Größe von maximal 200 m<sup>2</sup> reduziert werden, siehe Tab. C6.31. Die Reduzierungen gelten nicht für „Wände anstelle von Brandwänden“ und Wände notwendiger Treppenträume.

➔ Zur Befestigung der Brandschutzbekleidung sind Art der Verbindungsmittel und die Abstände in der MHolzBauRL festgelegt. Zusätzlich sind die Vorgaben aus der statischen Berechnung zu beachten.



Abb. C6.30 Rauntrennende Innenwände in hochfeuerhemmender Ausführung

Brandschutz- bekleidung	Nutzungs- einheiten (NE)	Bauweise	Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend und abweichend hochfeuerhemmend		Gebäudeklasse 5 abweichend feuerbeständig	
			Bekleidung	$t_{ch}$	Bekleidung	$t_{ch}$
Regelfall	$NE \leq 400 \text{ m}^2$	Holztafel / Holzmassiv	2 x 15 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 60$ Minuten	2 x 18 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 90$ Minuten
reduziert	$NE \leq 200 \text{ m}^2$	Holztafel	2 x 12,5 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 30$ Minuten	2 x 18 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 90$ Minuten
			1 x 18 mm GKF/GF + 1 x 12 mm HWS			
		Holzmassiv	1 x 18 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 30$ Minuten	1 x 18 mm GKF/GF	$t_{ch} \geq 30$ Minuten

Tab. C6.31 Brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nach MHolzBauRL 2024

Grundsätzlich ist in Holzbauteilen eine vollständig ausfüllende Gefachdämmung formschlüssig einzubauen. Dämmstoffe in und auf Bauteilen nach der MHolzBauRL müssen nichtbrennbar sein und einen Schmelzpunkt von mindestens 1.000 °C aufweisen (i. d. R. Steinwolle).

Die Fugen der Brandschutzbekleidung sind mit Stufenfalz, Fugenversatz oder Nut- und Feder-Verbindung auszuführen. Dadurch soll die Gefahr minimiert werden, dass heiße, brennbare Brandgase durch die Bekleidung ↑ zu den Holzbauteilen dringen. Durchgehende Fugen sind grundsätzlich auch bei Leibungen von z. B. Fenster- oder Türöffnungen zu vermeiden.

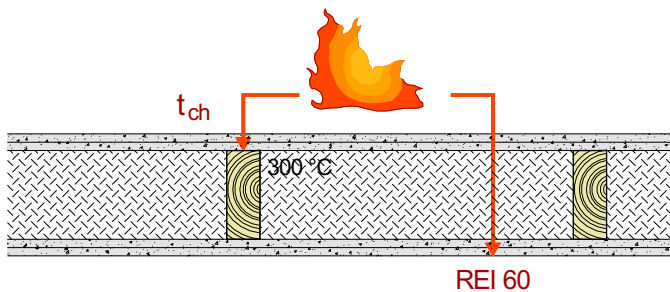


Abb. C6.32 Für die Dauer der Schutzzeit  $t_{ch}$  muss die brandschutztechnisch wirksame Bekleidung eine kritische Temperatur von 300 °C an der Holzoberfläche hinter der Bekleidung verhindern. Bei REI 60 gilt eine Schutzzeit  $t_{ch}$  von 60 Minuten.

### Außenwände

Die Außenseiten von Außenwänden können nach der MHolzBauRL 2024 mit einer reduzierten Bekleidungsstärke ausgeführt werden:

- mindestens einlagig, Schutzzeit  $t_{ch} \geq 30$  Minuten
- 1 x 18 mm Gipskartonfeuerschutzplatte (GKF) oder Gipsfaserplatte (GF)

Bauteilaufbauten für Außenwände in der Gebäudeklasse 4 und 5 sind im Kapitel A. Neubau beschrieben.

Konstruktionsart	Fassadentyp	Bauteil
Holzrahmenbau	WDVS	A1.1. auf Seite 10
	VHF↑	A1.2. auf Seite 13
Holzmassiv	VHF↑	A1.5. auf Seite 18
	WDVS	A1.6. auf Seite 20

Tab. C6.33 Überblick der Bauteilaufbauten für Außenwände

### Sichtbare Holzoberflächen von Holzmassivbauteilen

Die Regelungen für sichtbare Oberflächen von Holzmassivbauteilen haben sich in der Novelle der MHolzBauRL 2024 geändert. Diese gelten für Nutzungseinheiten mit einer maximalen Brutto-Grundfläche von 200 m<sup>2</sup>. Ohne nichtbrennbare Bekleidung ↑ zulässig sind entweder die Deckenunterseite (Abb. C6.34) oder maximal 25 % aller Wandoberflächen.

Bei der Flächenermittlung müssen Fenster- und Türöffnungen nicht abgezogen werden. Einzelne linienförmige Bauteile, wie z. B. Stützen und Unterzüge, bleiben ebenfalls unberücksichtigt.



Abb. C6.34 Eine Holzmassivdecke darf sichtbar bleiben, wenn die Brutto-Grundfläche der Nutzungseinheit nicht größer als 200 m<sup>2</sup> ist.

Sichtbare Holzoberflächen sind jedoch nicht zulässig bei Sonderbauten nach § 2 (4) MBO, siehe Seite 129. Hier wären Kompensationsmaßnahmen im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes erforderlich.

### Raumabschließende Bauteile

Für Bauteile, die nach der MHolzBauRL 2024 ausgeführt werden, ist kein zusätzlicher Nachweis des Raumabschlusses erforderlich. Die Dicke der Konstruktionsebene bei Holzrahmenbauwänden beträgt allgemein mindestens 80 mm.

Festlegungen der Mindestdicke bei Holzmassivbauteilen (bekleidet oder unbekleidet) siehe Tab. C6.35 für Wände und Tab. C6.36 für Decken.

Bei stumpf gestoßenen, mechanisch verbundenen Holzmassivelementen ist zur Verhinderung von Konvektionsströmen eine Brandschutzbekleidung anzubringen, die eine geschlossene Fläche aufweist und über das gesamte Bauteil mindestens stumpf gestoßen eingebaut wird:

- bei Holzmassivwänden beidseitig, mindestens einlagig, aus Gipsplatten bzw. Faserzement-Tafeln oder Holzwerkstoffplatten
- bei Holzmassivdecken oberseitig, mindestens einlagig, aus Gipsplatten bzw. ein Fußbodenaufbau nach Tab. C6.37

beidseitige Brandschutzbekleidung GKF / GF	Feuerwiderstandsdauer	Mindestdicke Holzmassiv-Elemente
ohne	60 Minuten	120 mm
	90 Minuten	180 mm
$d \geq 18$ mm	60 Minuten	90 mm
	90 Minuten	130 mm

Tab. C6.35 Holzmassivwände unbekleidet oder mit reduzierter Bekleidung

beidseitige Brandschutzbekleidung <sup>a</sup>	Feuerwiderstandsdauer	Mindestdicke	
		Brettspertholz	Brettschichtholz
ohne <sup>b</sup>	60 Minuten	170 mm	120 mm
	90 Minuten	220 mm	160 mm
d ≥ 18 mm	60 Minuten	110 mm	100 mm
	90 Minuten	190 mm	140 mm

Tab. C6.36 Holzmassivdecken unbekleidet oder mit reduzierter Bekleidung

<sup>a</sup> Die oberseitige Brandschutzbekleidung kann durch einen Fußbodenaufbau nach Tab. C6.37 ersetzt werden, wenn umlaufend ein nichtbrennbarer Randdämmstreifen mindestens in voller Höhe des Fußbodenaufbaus angeordnet wird.

<sup>b</sup> Bei unterseitig sichtbarer Holzoberfläche wird die nötige „Heißbemessung“ zu höheren Bauteildicken führen.

### Decken

Die Feuerwiderstandsfähigkeit von Deckenbauteilen muss gemäß Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB↑) sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben gegeben sein. Für die Brandbeanspruchung von oben enthält die MHolz-BauRL 2024 Mindestdicken von Fußbodenaufbauten, mit denen die Anforderungen ohne weiteren Nachweis als erfüllt gelten (siehe Tab. C6.37). Umlaufend ist ein nichtbrennbarer Randdämmstreifen mindestens in voller Höhe des Fußbodenaufbaus anzuordnen.

In Fußbodenaufbauten sind Dämmschichten aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn der Fußbodenaufbau mit einer Brandschutzbekleidung nach oben abschließt.

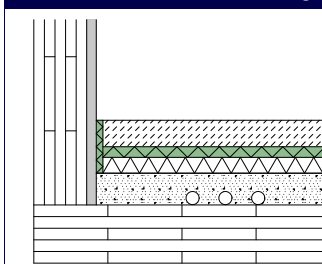
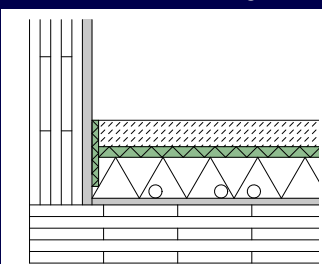
Deckenbauteile	Mindestdicken für schwimmenden Estrich oder Fußboden			
	nichtbrennbare Mineralwolle oder Bläherperlit	Gips- / Gipsfaserplatte	Estrich oder nichtbrennbare Fertigteilestrichplatten oder Gussasphalt	
$t_{ch} = 60$ Minuten hochfeuerhemmend bzw. abweichend hochfeuerhemmend	20 mm	–	30 mm	
		2 x 12,5 mm bzw. 1 x 25 mm	–	
$t_{ch} = 90$ Minuten abweichend feuerbeständig	–	–	60 mm	
	30 mm	–	45 mm	
		20 mm	25 mm	–
			–	55 mm
–	2 x 15 mm	–		
–	–	–	80 mm	

Tab. C6.37 Fußbodenaufbauten bei Deckenbauteilen für den Nachweis der Brandbeanspruchung von oben

### Installationen

Die Führung von Installationen sollte in Vorsatzschalen oder in Schächten oder Kanälen geführt werden. Weitere Regelungen zur Installationsführung enthält die MHolzBauRL:

- In Holztafelbauwänden mit einer Gesamtdämmschichtdicke von mindestens 100 mm und in Holzmassivbauteilen dürfen einzelne elektrische Installationen eingebaut werden. Dazu enthält die MHolzBauRL genaue Angaben und Prinzipskizzen. Hohlwand Dosen für Schalter oder Steckdosen müssen einen Mindestabstand zu den Holzstielen aufweisen.
- Führung von elektrischen Leitungen und Rohrleitungen für nichtbrennbare Medien (z. B. Wasser), einzeln oder nebeneinander angeordnet, ist auf Rohdecken zulässig. Werden elektrische Leitungen in direktem Kontakt mit brennbaren Dämmstoffen angeordnet, so ist die brennbare Oberfläche der Rohdecke durch eine mindestens 12,5 mm dicke Brandschutzbekleidung zu schützen (siehe Tab. C6.38 rechte Spalte). Beide Varianten erfordern eine nichtbrennbare (Trittschall-) Dämmung und nichtbrennbare Randdämmstreifen.

in nichtbrennbarer Schüttung	in brennbarer Dämmung
	
Die Leitungsüberdeckung muss mind. 10 mm betragen.	Die brennbare Oberfläche der Rohdecke ist durch eine mind. 12,5 mm dicke Brandschutzbekleidung zu schützen.

Tab. C6.38 Führung von Leitungen in Fußbodenaufbauten nach MHolzBauRL

## C7. Schallschutz

Der Schallschutz ist für die am Bau Beteiligten im Vergleich zu anderen Themen in der Bauphysik eine ganz besondere Planungsdisziplin. Bei Tragwerksplanung, Wärme- und Feuchteschutz gibt es verbreitetes Wissen, eindeutige Planungsgrundlagen und dazu viel Übung in der Umsetzung. Beim Brandschutz lässt sich dies mit Einschränkung ebenfalls konstatieren. Beim Schallschutz hingegen und der Bauakustik ist es anders, das Wissen ist bei weiten Teilen der Bauschaffenden rudimentär, die Aufmerksamkeit eher nachgeordnet.

Kennwerte und Rechenverfahren des Schallschutzes unterscheiden sich krass von den gewohnten mathematischen Lösungswegen anderer genannter Planungsdisziplinen. Selbst eine sorgfältige planerische Vorhersage (Prognose des Schallschutzes) kann keinesfalls genau sein, sondern erreicht bestenfalls eine „näherungsweise Ermittlung“.

Der Schallschutz birgt große Unwägbarkeiten:

- Zu betrachten ist nicht ein isoliertes Bauteil sondern der komplexe Baukörper im realen Zustand.  
→ Nebenwege der flankierenden Bauteile.
- Die Anforderungen sind selten exakt formuliert.  
→ Gleichzeitig existieren unterschiedliche Maßgaben und Richtlinien im Wohnungsbau (DIN, VDI, DEGA).
- Die Kennwerte von eingesetzten Bauteilsystemen müssen ins Verhältnis zur Einbausituation gesetzt werden.  
→ Rechnerischer Nachweis nach DIN 4109-2.
- Nutzer von Gebäuden können das gebaute Ergebnis subjektiv mit dem eigenen Gehör beurteilen.  
→ „guter / schlechter“ Schallschutz.
- Durch Messungen können exakte Werte ermittelt werden, die mit den vermeintlich geschuldeten Werten direkt abgeglichen werden können.  
→ Gutachten liefern eindeutige Messwerte.

Zusammengefasst fehlt es Planern und Handwerkern zumeist an eingespielten Methoden, um einen zuverlässigen Schallschutz zu gewährleisten. Gleichzeitig tragen sie Verantwortung für oft ungenau definierte Schutzziele. Dies ist eine denkbar ungünstige Konstellation, weil die Bauherrschaft das gebaute Ergebnis exakt prüfen könnte. Dies wäre z. B. beim Brandschutz nicht möglich.

→ Im Grunde ist der Bauschaffende froh, wenn der Schallschutz unbemängelt bleibt.

Soll der Schallschutz vorsorglich verbessert werden, so ist dies möglich, wirkt sich jedoch direkt auf die Bauverfahren und damit auf die Kosten aus. Ein verbesserter Schallschutz kostet Geld einerseits für die Planung (z. B. schalltechnische Entkoppelung der Nutzungsbereiche, Fachplanung) andererseits für die bautechnische Entkoppelung der Bauteile mit hochwertigeren oder zusätzlichen Schichten (z. B. Masse-Feder-Masse, Biegeabweichung, Schalenabstände).



Abb. C7.1 Kein anderes Feld der Bauphysik ist derart schwer planerisch vorhersehbar und ebenso einfach wie exakt später prüfbar. Der Schallschutz birgt ein hohes Mängelpotenzial. Bild: Messanordnung für den Luftschall (Norsonic).

### Ausweg für den Planer / Architekten

Eindeutige Klärung der Planungsgrundlagen:

- Äußere Schallemissionen (z. B. Verkehrslärm)
- Besondere Schallemissionen aus der Nutzung
- Anforderungsgrundlage (DIN, VDI, DEGA), Mindestschallschutz oder erhöhte Anforderungen
- Besonderes Schutzbedürfnis der Bewohner bzw. von Nutzungsbereichen

→ Im Zweifel sollte ein Fachplaner eingeschaltet werden.

### Ausweg für den Handwerker

Der einzelne Handwerker trägt einerseits zum Gelingen des Schallschutzes bei, kann allerdings, weil i. d. R. mehrere Gewerke an den Bauteilen beteiligt sind, das Gelingen allein nicht gewährleisten. Aus diesem Grund könnte eine Klarstellung im Bauvertrag sinnvoll sein, gerade vor dem Hintergrund, dass die Anforderungen seitens der Bauherrschaft oft nicht eindeutig formuliert sind. Hier eine Anregung für einen möglichen Wortlaut bei den Vertragsvereinbarungen:

*„Teile der an uns beauftragten Leistungen tragen zum baulichen Schallschutz bei. Weil jedoch andere Gewerke und die spezifische Einbausituation den späteren Schallschutz maßgeblich beeinflussen, ist eine Vorhersage für uns diesbezüglich nicht möglich. Weiterhin gehen wir davon aus, dass bei der hier beauftragten Baumaßnahme der Mindestschallschutz nach DIN 4109-1 gefordert wird. Erhöhte Anforderungen seitens der Bauherrschaft sind uns nicht bekannt.*

*Sollte Ihrerseits (Bauherrschaft) Zweifel bezüglich des Schallschutzes bestehen, empfehlen wir Ihnen einen gesonderten Auftrag an einen Fachplaner zu erteilen und die Ausführungsmaßnahmen verbindlich prüfen zu lassen.*

*Gleichwohl bestätigen wir Ihnen hiermit, dass die an uns beauftragten Leistungen unter optimalen Bedingungen der Ausführungen zum Erreichen der Mindestanforderungen nach DIN 4109-1: 2018-01 geeignet sind. Eine orientierende Beschreibung der subjektiven Wahrnehmbarkeit von üblichen Geräuschen aus benachbarten Wohneinheiten ist beigelegt.“*

### Schallschutz aus rechtlicher Sicht

Die Anforderungen der Schallschutznorm DIN 4109 stellen nur Mindestwerte dar, die bauordnungsrechtlich immer einzuhalten sind. Im Geschosswohnungsbau reicht dieses Schallschutzniveau meist nicht aus, wie Urteile des Bundesgerichtshofes (BGH) bestätigen. Wird eine Wohnanlage mit gutem Standard beworben, so kann ein besserer Schallschutz erwartet werden. Der Schallschutz muss sich demnach am Gesamtniveau des Gebäudes orientieren und einem üblichen Qualitäts- und Komfortstandard entsprechen. Allerdings gibt es in der Rechtsprechung bisher noch keine genaue Definition für einen erhöhten Schallschutz.

Hierbei ist zwischen öffentlichem Baurecht und Bauvertragsrecht zu unterscheiden, siehe Tab. C7.2.

→ Die Erwähnung eines Regelwerks (Norm, Richtlinie oder Ähnliches), z. B. in einem Leistungsverzeichnis, reicht allein nicht aus, um den Bauherrn über den zu leistenden Schallschutz aufzuklären. Eine verbale Beschreibung ist notwendig (Tab. C7.3).

→ Vorrangig kommt es auf die im Bauvertrag vereinbarten Zielwerte für den Schallschutz an. Ist dort nichts vereinbart, so gelten Werte, die ohne Weiteres erwartet werden dürfen.

öffentliches Baurecht	Bauvertragsrecht
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DIN 4109 „Schallschutz“ ist in den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der einzelnen Bundesländer aufgeführt.</li> <li>■ Um ein Bauvorhaben umsetzen zu könne, sind die Anforderungen der Norm einzuhalten.</li> <li>■ Die bauaufsichtliche Einführung der DIN 4109 hat jedoch vertragsrechtlich keine Bedeutung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Bauvertragsparteien treffen eine konkrete Vereinbarung, was und wie gebaut werden soll (Beschaffensvereinbarung).</li> <li>■ Dabei wird regelmäßig stillschweigend mitvereinbart, dass der Schallschutz üblichen Qualitäts- und Komfortstandards genügen muss.</li> <li>■ Dies gilt nach Auffassung des BGH sowohl für Neubauten als auch für umfassende Gebäudesanierungen.</li> </ul>
Es gilt DIN 4109-1 mit den Mindestanforderungen.	Zusätzlich gelten die vereinbarten Zielwerte im Schallschutz.

Tab. C7.2 Unterschiede der Rechtsarten beim Schallschutz

### Schallschutz im Holzbau

Der Holzbau bietet aufgrund der mehrschaligen Bauteilkonstruktionen eine große Anzahl von Stellschrauben für die schalltechnische Optimierung. Da die Anforderungen im Schallschutz meist unklar sind, wurden zur einfacheren Kommunikation mit den Bauherren drei Schallschutzniveaus für den Holzbau nach [4] definiert:

- **BASIS** – Einhaltung der bauordnungsrechtlichen Mindestwerte nach DIN 4109:2018
- **BASIS+** – mittlerer Standard, übliches Schallschutzniveau
- **KOMFORT** – erhöhter Schallschutz, deutlich wahrnehmbare Verbesserung gegenüber BASIS und BASIS+. Allerdings sind diese Zielwerte nur mit erhöhten Aufwendungen erreichbar.

der DIN 4109-1 und liegt unterhalb des heute üblichen Standards. Die Einhaltung dieser Werte stellt demnach nur einen Basis-Schallschutz dar. In hochwertigeren Wohnungen können auch bessere Schallschutzwerte erwartet werden. Dies bestätigen auch Gerichtsurteile immer wieder. Die Schallschutzklasse „BASIS“ sollte nur vereinbart werden, wenn Investoren, Käufern und Nutzern die Bedeutung der Schallschutzwerte erläutert wird. Die Unterschiede der Schallschutzniveaus werden in Tab. C7.3 mit Hilfe einer verbalen Beschreibung verständlich.

Die Schallschutzniveaus müssen nicht unbedingt als Ganzes vereinbart werden. Unterschiedliche Festlegungen können zum Beispiel für einzelne Wohnungen oder Gebäudeteile getroffen werden. So können unterschiedliche dB-Werte vereinbart werden, wenn sie den Investoren erläutert werden.

Die Zielwerte dieser drei Schallschutzniveaus sind für den Luftschallschutz in Tab. C7.6 und den Trittschallschutz in Tab. C7.24 aufgeführt. Die Schallschutzklasse „BASIS“ entspricht den Mindestanforderungen

In den folgenden Ausführungen wird das Schallschutzniveau „BASIS+“ zugrunde gelegt.

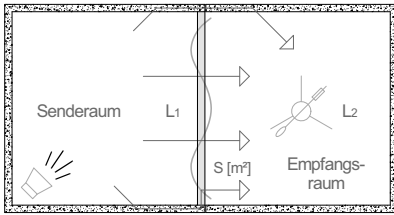
Schallquelle	BASIS	BASIS+	KOMFORT
laute Sprache	verstehbar	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise	im Allgemeinen nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar	nicht hörbar
Gehgeräusche	im Allgemeinen störend	nicht mehr störend	nicht störend bzw. kaum wahrnehmbar

Tab. C7.3 Verbale Beschreibung der drei Schallschutzniveaus im Holzbau nach [4]

# 1. Luftschalldämmung, Wände

## Luftschall

Ausgehend von den Schallquellen werden die Schallwellen über die Luft in angrenzende Bauteile übertragen. Diese geraten in Schwingungen und geben ihrerseits die Schallwellen auf der abgewandten Seite nur noch gedämpft zu den Nebenräumen ab. Das Maß der Dämpfung heißt bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_w$  [dB] für den Rechenwert. Der „Strich“ gibt an, dass auch die flankierenden Bauteile berücksichtigt sind. Deren Einfluss lässt sich rechnerisch erfassen.



Im Schallschutz werden verschiedene Kennwerte verwendet. Das R steht für „Resistance“ und bedeutet „Widerstand“. Es gilt:

→ Je höher der Wert  $R'_w$  (Widerstand) desto größer ist die Dämpfung durch das Bauteil (Maß der Dämpfung).

Die wichtigsten Größen zum Luftschall sind in Tab. C7.4 erläutert.

Kurzzeichen	Definition
R	Schalldämm-Maß – aus dem Verhältnis der auftretenden zur abgestrahlten Schalleistung eines Bauteils in einer bestimmten Frequenz
$R'$	Bau-Schalldämm-Maß – Wie vor, bei einem zu prüfenden Bauteil. Die Nebenwege flankierender Bauteile sind berücksichtigt
$R'_w$	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß – Wie vor, jedoch als Einzahlangabe über einen größeren Frequenzbereich
$R_w$	bewertetes Schalldämm-Maß – Wie vor, jedoch ohne Nebenwege flankierender Bauteile
$\Delta R_w$	Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes durch eine auf einem Bauteil (Trenn- oder Flankenbauteil) zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktion
$D_{n,f,w}$	bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz – Einzahlangabe der auf eine Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10 \text{ m}^2$ bezogenen Schalldruckpegeldifferenz, wenn die Übertragung nur über einen festgelegten Flankenweg (Ff) stattfindet

Tab. C7.4 Begriffe zum Luftschall

Bauteile zwischen verschiedenen Nutzungsbereichen	Mindestanforderungen <sup>a</sup>	Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz <sup>b</sup>	
<b>Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude und in gemischt genutzten Gebäuden (keine Schulen, Hotels und Beherbergungsstätten)</b>			
Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	
Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren			
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in geschlossene Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	$R_w \geq 27 \text{ dB}$	$R_w \geq 32 \text{ dB}$	
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume - außer Flure und Dielen - von Wohnungen führen	$R_w \geq 37 \text{ dB}$	$R_w \geq 42 \text{ dB}$ ( $R_w \geq 40 \text{ dB}$ ) <sup>c</sup>	
<b>zwischen Einfamilien-Reihenhäusern und zwischen Doppelhäusern (Gebäudeabschlusswände)</b>			
Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, die im untersten Geschoss (erdberührt oder nicht) eines Gebäudes gelegen sind	$R'_w \geq 59 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	
Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, unter denen mindestens 1 Geschoss (erdberührt oder nicht) des Gebäudes vorhanden ist	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ ( $R'_w \geq 64 \text{ dB}$ ) <sup>d</sup>	
<b>zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen</b>	$L_{AF,max}$ <sup>e</sup>		
Wände von Betriebsräumen von Handwerks- und Gewerbebetrieben und Verkaufsstätten	75 – 80 dB	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	–
	81 – 85 dB	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	–

Tab. C7.5 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen

<sup>a</sup> nach DIN 4109-1: 2018-01 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“

<sup>b</sup> nach DIN 4109-5: 2020-08 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“

<sup>c</sup> Die Anforderung beträgt  $R_w \geq 42 \text{ dB}$  unter der Voraussetzung, dass durch gleichwertige schallschutztechnische Maßnahmen Schallschleusen, offene Dielen im Eingangsbereich, der Schallschutz zwischen Treppenraum und Aufenthaltsraum verbessert wird.

<sup>d</sup> Wird eine Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Außenwänden ausgeführt, gilt  $R'_w \geq 64 \text{ dB}$ .

<sup>e</sup> Schalldruckpegel

Inzwischen wurde das Beiblatt 2 zu DIN 4109 aus dem Jahr 1989 durch den neuen Teil 5 „Erhöhte Anforderungen“ ersetzt. Allerdings beziehen sich die dB-Werte nur auf den normativen Auswertebereich von 100 bis 3500 Hz. Die tiefen Frequenzen bleiben hier unberücksichtigt.

**Zielwerte für den Luftschallschutz im Holzbau**

Im Geschosswohnungsbau werden an Trennwände hohe Anforderungen gestellt. In den eigenen vier Wänden soll eine Vertraulichkeit sichergestellt werden. In Tab. C7.6 sind Empfehlungen für bauakustische Zielwerte aufgeführt, die vom Informationsdienst Holz [4] definiert wurden. Diese sind auf Holzbaukonstruktionen abgestimmt und lassen sich baupraktisch umsetzen. Für den Geschosswohnungsbau könnte die Vereinbarung des Schallschutzniveaus „BASIS+“ sinnvoll sein.

Für einen verbesserten Schallschutz ist bei Reihen- oder Doppelhäusern das zusätzliche Kriterium für tiefe Frequenzen zu prüfen. Grund ist, dass das bewertete Schalldämm-Maß einer Trennwand, welches als Einzähl-

Für Bauteile innerhalb eines Nutzungs- oder Wohnbereiches, wie z. B. Einfamilienhäuser, enthält DIN 4109-5:2020 im Gegensatz zu Beiblatt 2 keine Angaben mehr.

wert nach Norm in einem Frequenzbereich von 100 – 3500 Hz ermittelt wird, wohnübliche Geräusche nicht in ausreichendem Maß berücksichtigt. Schallquellen für tieffrequente Geräusche sind beispielsweise leistungsfähige Musikanlagen (Bässe), Musikinstrumente, haustechnische Geräte oder der Trittschall. Durch eine Korrektur des Schalldämm-Maßes mit Hilfe des Spektrumanpassungswertes  $C_{50-5000}$  werden auch tiefe Frequenzen einbezogen, die vom Nutzer als störend empfunden werden.

Im Kapitel A. Neubau werden verschiedene Konstruktionen vorgestellt. Dort sind bewertete Schalldämm-Maße  $R_w$  angegeben.

Bauteil / Übertragungsweg	BASIS DIN 4109-1:2018	BASIS+ mittlerer Standard	KOMFORT erhöhter Schallschutz
<b>Luftschall</b>			
Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 53$ dB	$R'_w \geq 56$ dB	$R'_w \geq 59$ dB
Reihenhaustrennwand	$R'_w \geq 62$ dB	$R'_w \geq 62$ dB $R_w + C_{50-5000} \geq 62$ dB	$R'_w \geq 67$ dB $R_w + C_{50-5000} \geq 65$ dB

Tab. C7.6 normative Anforderungen und Empfehlung für wichtige Zielwerte im Luftschallschutz nach [4]

**Flankierende Bauteile**

Der Schall vom Senderraum in den Empfangsraum wird nicht nur direkt über die Trennwand übertragen. Auch die „flankierenden“ Bauteile, die an die Trennwand grenzen, tragen über die Schallnebenwege zur Schallübertragung bei.

Bei den elementierten und mehrschaligen Konstruktionen im Holzbau wird die Flankenschallübertragung mittels der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  berechnet. Entsprechende Werte sind im Bauteilkatalog der DIN 4109, Teil 33 zu finden. Der Einfluss der flankierenden Bauteile wird häufig unterschätzt.

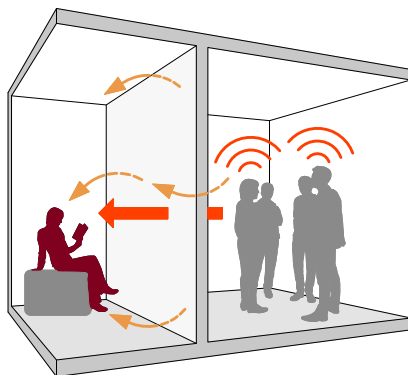


Abb. C7.7 Wege der Schallübertragung zwischen Senderraum und Empfangsraum über die Trennwand und die flankierenden Bauteile. Das sind die Decke, der Boden und die beiden seitlichen Wände.

**Vorbemessung beim Luftschall**

Für Trennwände in der Holzrahmenbauweise kann eine vereinfachte Vorbemessung nach [4] in drei Schritten durchgeführt werden:

1. Festlegung des Schallschutzniveaus mit Zielwert  $R'_w$  (z. B. wird „BASIS+“ gewählt)
2. Ableiten des erforderlichen Bauteilniveaus (bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w$ ) und Wahl eines entsprechenden Bauteils aus einem Bauteilkatalog mit  $R_{w, Bauteil} \geq R'_{w, Zielwert} + 7$  dB
3. Bewertung der flankierenden Bauteile und Wahl von Flanken, die das Kriterium  $D_{n,f,w} \geq R'_{w, Zielwert} + 7$  dB erreichen

Der Aufschlag von 7 dB setzt sich zusammen aus

- 5 dB für die Flankenübertragung und
- 2 dB für die Prognoseunsicherheit des Rechenverfahrens. (nach DIN 4109, Teil 2)

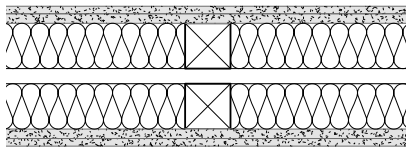
➔ Diese vereinfachte Vorbemessungsregel kann nur dann angewendet werden, wenn die Flanken ( $D_{n,f,w}$ ) das Niveau des trennenden Bauteils erreichen.

## Wohnungstrennwand

Der Zielwert für Wohnungstrennwände mit Schallschutzniveau „BASIS+“ beträgt  $R'_w \geq 56$  dB (Tab. C7.6) und liegt um 3 dB über der Mindestanforderung der DIN 4109-1. Dies bedeutet eine deutlich wahrnehmbare Verbesserung, siehe verbale Beschreibung in Tab. C7.3. Diese Anforderung kann auch für Wände zwischen fremden Arbeitsräumen sowie für Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren gelten.

Wohnungstrennwände werden in der Regel zweischalig ausgeführt. Zweilagige Wandbeplankungen können die Schalldämmung deutlich verbessern, wenn die beiden Lagen mit unterschiedlicher Dicke ausgeführt werden. Sind darüberhinaus Schwelle und Rähm getrennt, wird ein bewertetes Schalldämm-Maß (ohne Nebenwege flankierender Bauteile) von  $R_w = 66$  dB erreicht, siehe auch Bauteil Seite 54.

Abb. C7.8 Typische Wohnungstrennwand in zweischaliger Ausführung. Schwelle und Rähm sind getrennt.



Weitere Ausführungen von Wohnungstrennwänden, die sich für das Schallschutzniveau „BASIS+“ eignen, sind in der Tab. C7.10 dargestellt. Ausgangspunkt ist eine Standard-Innenwand im Holzrahmenbau, die durch konstruktive Maßnahmen schalltechnisch optimiert wurde:

- zweilagige Beplankung↑ mit höherer Masse, einseitig entkoppelt
- zusätzliche Vorsatzschale mit 30 mm Abstand (Luftschicht↑)

Bei der Trennwand mit raumseitig entkoppelter zweilagiger Beplankung↑ werden die Gipsplatten (2 x 18 mm GKF) auf CD-Profilen montiert, die mit schallentkoppelten Direktbefestigern (Abb. C7.9) auf das Ständerwerk geschraubt sind.

Abb. C7.9 Schallentkoppelter Direktbefestiger für eine platzsparende Ausführung. Bild: Saint-Gobain Rigips GmbH



Wandaufbau (Zeichnung)	Standard-Innenwand Holzrahmenbau mit zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen	bewertetes Schalldämm-Maß	verbale Beschreibung
	Entkopplung und Massenerhöhung  Beplankung↑ beidseitig 2 x 18 mm GKF, zusätzlich einseitig 12 mm HWS raumseitig mit schallentkoppelten Direktbefestigern und CD-Profilen	$R_w = 63$ dB	<b>BASIS+</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laute Sprache: im Allgemeinen verstehbar</li> <li>• Sprache in angehobener Sprechweise: im Allgemeinen nicht verstehbar</li> <li>• Sprache in normaler Sprechweise: nicht verstehbar</li> </ul>
	zusätzliche Vorsatzschale  aus 75 mm C-Wandprofilen mit 60 mm Faserdämmstoff und 30 mm Abstand (Luftschicht↑)	$R_w = 64$ dB	

Tab. C7.10 Ausführung von Wohnungstrennwänden in Holzrahmenbauweise mit Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4]

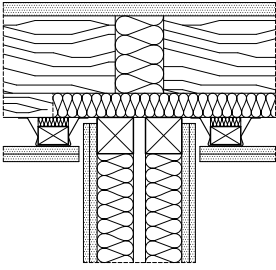
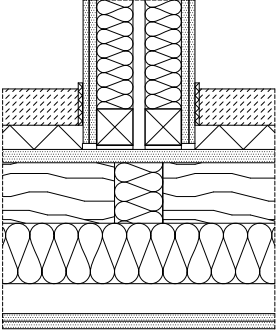
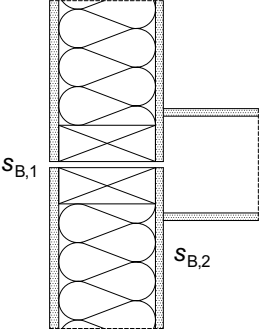
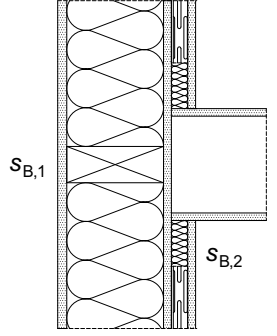
### Beispiel Vorbemessung Wohnungstrennwand

Als Schallschutzniveau für eine Wohnungstrennwand wird „BASIS+“ gewählt (Schritt 1).

Eine Wohnungstrennwand muss ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R_w \geq 63$  dB (56 dB + 7 dB) aufweisen, um das Schallschutzniveau „BASIS+“ zu erreichen (Schritt 2).

Die Anschlüsse an die flankierenden Bauteile sind mit einer bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w} \geq 63$  dB (56 dB + 7 dB) auszuwählen (Schritt 3).

Beispiele für flankierende Bauteile bei Trennwänden, die diese Anforderung erfüllen, zeigt Tab. C7.11.

flankierende Decke	Boden	flankierende Holztafelwände	
		ohne Vorsatzschale	mit Vorsatzschale
			
<p><math>D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}</math></p> <p>Trennwand unterbricht Unterdecke, Deckenbekleidung 2 x GF, über Federbügel an Decke befestigt</p>	<p><math>D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}</math></p> <p>Trennwand auf Holzbalkendecke, schwimmender Estrich durch Trennwand vollständig unterbrochen, einschl. seitlichem Estrichdämmstreifen</p>	<p><math>D_{n,f,w} = 68 \text{ dB}</math></p> <p>Wand hinter der Trennwand vollständig getrennt, keine Überbrückung der Trennwandfuge durch Schrauben, Rahmenwerk, Rähm; Dämmung der Fuge</p>	<p><math>D_{n,f,w} = 68 \text{ dB}</math></p> <p>Vorsatzschale durch Trennwand unterbrochen, raumseitige Bekleidung↑ durchlaufend</p>

Tab. C7.11 Norm-Flankenschallpegeldifferenz flankierender Bauteilen nach DIN 4109-33

## Gebäudeabschlusswand

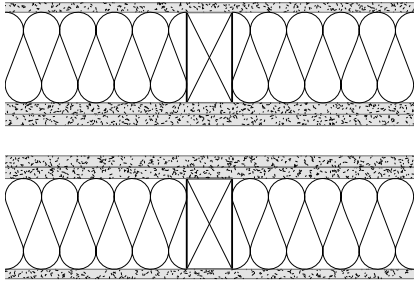
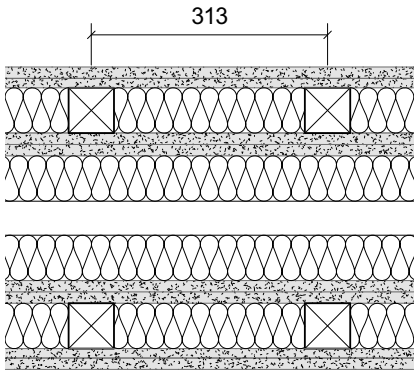
Als weiteres Beispiel für den Luftschallschutz soll es um die Gebäudeabschlusswand gehen. Die Wand zwischen zwei Gebäuden, die unmittelbar aneinander grenzen, unterliegen hohen Anforderungen (Bsp.: Doppel- oder Reihenhäuser). Jedes Gebäude hat eine eigene Abschlusswand, die dann allerdings in Summe die geforderten Schutzziele erfüllen müssen. Zwischen den Abschlusswänden verläuft eine bedeutungsvolle Trennfuge:

- Jedes Gebäude ist für sich standfest,
- durchlaufende Bauteile sind zu vermeiden. Durchlaufende Fassaden und Dachdeckungen können bereits für eine unerwünschte Schallübertragung sorgen.

In einem Fachartikel<sup>1</sup> werden die Zusammenhänge der „Doppelwandresonanz“ anschaulich vermittelt. Es geht um die Eigenschwingung der Beplankung↑. Es werden Verbesserungen für den oft problematischen tieffrequenten Bereich von typischen Konstruktionen vorgeschlagen:

- Verbreiterung der Bauteilfuge und deren Dämmung
- Reduzierung des Ständerabstandes bzw. kompaktere Querschnitte z. B. 80 x 80 mm
- Optimierung der Flankenübertragung bei den Dächern und Fassaden

<sup>1</sup> „Die Gebäudeabschlusswand bei Doppel- und Reihenhäusern“, Andreas Rabold, Holzbau dnQ 6/2013

Wandaufbau (Zeichnung)	Beschreibung	Kennwerte	verbale Beschreibung
	Ständerwerk b/h = 60 / 120 mm, mit Hohlraumdämmung, Beplankung↑ raumseitig: 12,5 mm GF Beplankung↑ zur Trennfuge: 2 x 15 mm GF Luftschicht↑ d ≥ 40 mm Wanddicke d = 365 mm	$R_w = 70 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -12 \text{ dB}$	<b>BASIS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laute Sprache: verstehbar</li> <li>• Sprache in angehobener Sprechweise: im Allgemeinen verstehbar</li> <li>• Sprache in normaler Sprechweise: im Allgemeinen nicht verstehbar, noch hörbar</li> </ul>
	Ständerwerk b/H = 60 / 60 mm, Abstand 313 mm, z. B. FSH, mit Hohlraumdämmung Beplankung↑ raumseitig: GF zweilagig, 15 mm + 12,5 mm Beplankung↑ zur Trennfuge: GF zweilagig, 2 x 15 mm Dämmschicht zur Trennfuge: 60 mm Faserdämmstoff an der Tragstruktur fixiert, Luftschicht↑ d ≥ 45 mm Wanddicke d = 400 mm	$R_w = 69 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -2 \text{ dB}$	<b>BASIS+</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laute Sprache: im Allgemeinen verstehbar</li> <li>• Sprache in angehobener Sprechweise: im Allgemeinen nicht verstehbar</li> <li>• Sprache in normaler Sprechweise: nicht verstehbar</li> </ul>
	GF Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283-2, $m' \geq 13,75 \text{ kg/m}^2$ bezogen auf 12,5 mm Plattendicke FSH Furnierschichtholz wegen dem geringen Querschnitt		

Tab. C7.12 Optimierung einer Gebäudetrennwand für den tieffrequenten Bereich nach [4]

### Beispiel Vorbemessung Gebäudeabschlusswand

Bei einer Gebäudeabschlusswand (z. B. Reihenhaustrennwand) liegt der Zielwert für das Schallschutzniveau „BASIS+“ bei  $R'_w \geq 62 \text{ dB}$ . Somit ist eine Wandkonstruktion mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von mindestens  $R_w = 62 \text{ dB} + 7 \text{ dB} = 69 \text{ dB}$  zu wählen. Die zu prüfende Anforderung für tiefe Frequenzen lautet:  $R_w + C_{50-5000} \geq 62 \text{ dB}$ .

Bei einer Doppelhauswand sind die tiefen Frequenzen relevant (Spektrumanpassungswert  $C_{50-5000}$ ), vergleichbar mit einer Geschossdecke. In dem Kriterium werden die Nebenwege nicht relevant.

Zu beachten: Bei vergleichbarem Schalldämm-Maß  $R_w$  weisen die Gebäudetrennwände in Holzrahmenbauweise (Tab. C7.12) ganz unterschiedliche Spektrumanpassungswerte auf. Nur die optimierte Wand mit  $C_{50-5000} = -2 \text{ dB}$  erfüllt auch das Kriterium für tiefe Frequenzen:

$$R_w + C_{50-5000} = 69 \text{ dB} + (-2 \text{ dB}) = 67 \text{ dB} \geq 62 \text{ dB}$$

Die Flanken einer Reihen- oder Doppelhaustrennwand müssen eine Norm-Flankenschallpegeldifferenz von  $D_{n,f,w} \geq 69 \text{ dB}$  aufweisen. Vier typische Flanken werden hier näher betrachtet.

**Flanke Dach**

Die wichtige Trennfuge zwischen den beiden Wandschalen einer Gebäudetrennwand sollte bis unter die Dachdeckung geführt werden. Nur die Dachdeckung und die Dachabdichtung selbst dürfen durchlaufen. Wird die Dachkonstruktion durch die Trennwand unterbrochen (Abb. C7.13), so kann eine bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz von  $D_{n,f,w} = 75$  dB angesetzt werden.

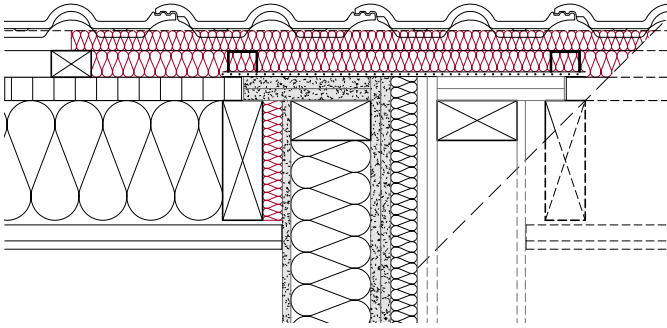


Abb. C7.13 Anschluss Gebäudetrennwand an ein Steildach mit Zwischensparrendämmung. Die Lattung ist getrennt.

**Flanke Boden**

Steht die doppelschalige Gebäudetrennwand auf einer durchlaufenden Bodenplatte aus Stahlbeton mit  $d \geq 180$  mm und wird der schwimmende Estrich durch die Trennwand unterbrochen, so beträgt die bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w} = 70$  dB (Quelle [4]).

Im Hinblick auf den Schallschutz ist eine Trennung der Bodenplatte durch eine Fuge zu bevorzugen. Dies birgt jedoch möglicherweise die Gefahr unterschiedlicher Setzungen.

**Flanke Außenwand**

Für die Flanke Außenwand liegen bisher keine Bemessungswerte vor. Die Flankenschallübertragung kann als gering angenommen werden, wenn alle Schichten der Außenwand in der Fugenebene getrennt sind. Unter dieser Voraussetzung kann eine bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz von  $D_{n,f,w} = 70$  dB angenommen werden, also gleichwertig wie Flanke Dach (Quelle [4]).

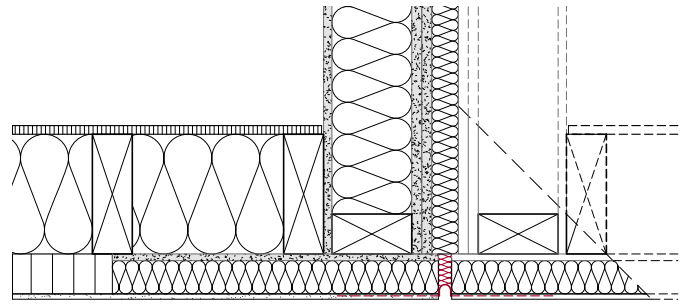


Abb. C7.14 Anschluss Gebäudetrennwand an Außenwand (Horizontalschnitt). Die Putzschichten sind durch Profile mit elastischem Füllstoff zu trennen und schlagregedigt auszuführen.

**Flanke Deckennoten**

Auch für die Flanke Deckennoten liegen noch keine Bemessungswerte vor. Ist die Fuge zwischen den beiden Wandschalen durchgängig ausgebildet, so kann die bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  mit mindestens 70 dB angenommen werden (Quelle [4]).

Die Luftdichtung am Geschosstoß ist für den Schallschutz von großer Bedeutung. Da die aufgelegte Decke die Luftdichtheitsebene unterbricht, ist die Luftdichtung in diesem Bereich sorgfältig vorzubereiten, siehe Detail Abb. F2.3 auf Seite 230.

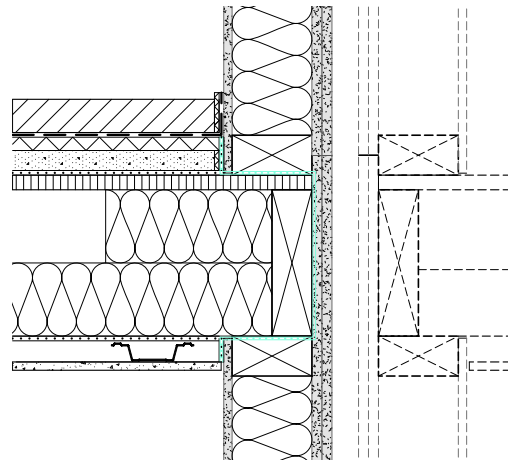


Abb. C7.15 Anschluss Geschosdecke an Gebäudetrennwand.

Wandaufbau (Zeichnung)	Beschreibung	Kennwerte („BASIS+“)
	Holzmassivelement, $d \geq 100$ mm Beplankung $\uparrow$ raumseitig: GKF 12,5 mm Beplankung $\uparrow$ zur Trennfuge: GF zweilagig, $2 \times 15$ mm, Gipsfaserplatte (GF) nach DIN EN 15283-2, $m' \geq 13,75$ kg/m <sup>2</sup> bezogen auf 12,5 mm Plattendicke Dämmschicht zur Trennfuge: 40 mm Faserdämmstoff, an der Tragstruktur fixiert, Luftschicht $\uparrow$ $d \geq 20$ mm Wanddicke $d = 400$ mm	$R_w = 75$ dB $C_{50-5000} = -3$ dB (einfache Vorbemessung derzeit nicht möglich)

Tab. C7.16 Gebäudetrennwand in Holzmassivbauweise mit Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4].

## Trennwände innerhalb eines Nutzungsbereiches

Innerhalb einer Nutzungseinheit (Wohnbereich oder Büro bzw. Verwaltung) werden bauordnungsrechtlich keine Vorgaben für den Schallschutz gemacht. Doch gibt es auch hier natürlich Erwartungen. Aus der Nutzung ergeben sich mögliche Schallschutzanforderungen. Es ist wichtig, die „schutzbedürftigen“ Räume zu benennen.

Bei Büro- und Verwaltungsgebäuden gibt es möglicherweise Räume für „Entwicklung“, „Besprechung“ oder „Geschäftsführung“, in denen die Vertraulichkeit gewahrt werden soll.

Im eigenen Wohnbereich lassen sich „laute“ und „leise“ Räume unterscheiden. „Schlafen“ und „Arbeiten“ gehören zu den schutzbedürftigen Räumen. Gerade in dieser besonderen Zeit hat das Arbeiten im Home-Office erheblich zugenommen.

In dem Grundrissbeispiel eines Einfamilienhauses (Abb. C7.17) liegt der Wohnbereich unmittelbar neben dem „Home-Office“. Welcher Schallschutzwert ist für die Trennwand sinnvoll?

Im neuen Teil 5 der DIN 4109 sind keine Schallschutzwerte für eigene Nutzungsbereiche aufgeführt. Das alte Beiblatt 2 (zurückgezogen) enthielt Orientierungswerte für einen erhöhten Schallschutz. Zum Vergleich sind die Anforderungen an Wohnungstrennwände aufgeführt:

- $R'_w \geq 47$  dB – Trennwände zwischen „lauten“ und „leisen“ Räumen, z. B. Wohn- und Arbeitszimmer (innerhalb eines Wohnbereiches)
- $R'_w \geq 52$  dB – Trennwände von Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeiten oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten (bei Büro- und Verwaltungsgebäuden)
- $R'_w \geq 53$  dB – Wohnungstrennwand mit Mindestschallschutz nach DIN 4109-1
- $R'_w \geq 56$  dB – Wohnungstrennwand bei erhöhtem Schallschutz, Schallschutzniveau BASIS+

Um den Zielwert  $R'_w \geq 47$  dB zu erreichen, muss die Trennwand ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R_w \geq 47$  dB + 7 dB  $\geq 54$  dB aufweisen (siehe Seite 148).

Eine mögliche Lösung ist die Anordnung einer schallentkoppelten Vorsatzschale auf Federschien (Abb. C7.18). Die Wand erreicht den Wert  $R_w = 54$  dB bei folgender Ausführung:

- Ständerwerk b/h = 60/140 mm
- Hohlraumdämmung  $\geq 70$  mm
- Beplankung  $\uparrow$  1. Wandseite:  
12,5 mm Gipskartonplatte + 13 mm Holzwerkstoffplatte
- Beplankung  $\uparrow$  2. Wandseite:  
12,5 mm Gipskartonplatte + 13 mm Holzwerkstoffplatte auf  
27 mm Federschiene  
13 mm Holzwerkstoffplatte

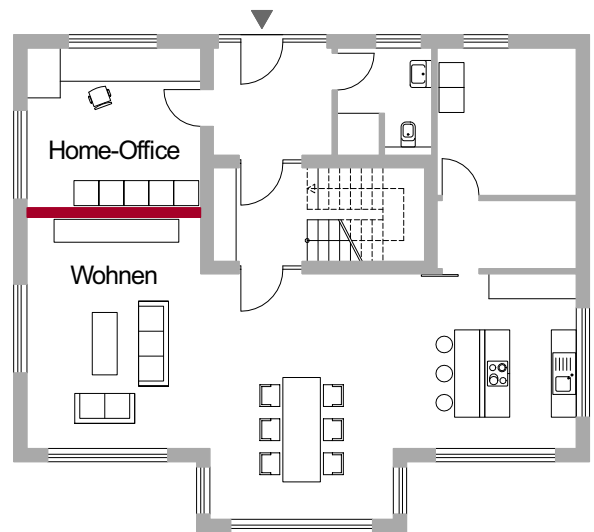


Abb. C7.17 Der Zielwert für den Schallschutz der Trennwand (rot) ist festzulegen. Mehrere Türen zwischen Home-Office und Wohnbereich sorgen für eine gute Schallbarriere.

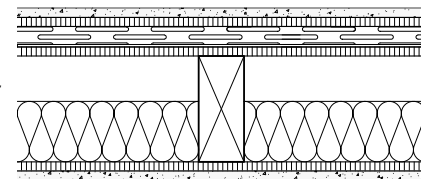


Abb. C7.18 Trennwand mit Vorsatzschale auf Federschiene.

Bei Ersatz der Holzwerkstoffplatten durch Gipsfaserplatten erreicht eine Trennwand mit Ständerwerk b/h = 60/100 mm ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R_w = 60$  dB, siehe Bauteil Seite 52.

Will man die Bauteile in der Ausführung nicht erheblich verbessern, so gibt es von Seiten der Grundrissgestaltung zwei sehr gute Möglichkeiten.

1. Der Arbeitsraum ist nur über einen Pufferraum (Diele, Flur o. ä.) erreichbar. Dann haben wir das "Zweitüren-Prinzip", wie im Grundriss (Abb. C7.17) dargestellt. Sind beide Türen geschlossen ist der Schallschutz bereits ganz ordentlich.

2. Auf einen direkten Zugang zum Arbeitszimmer von der Wohnung wird verzichtet. Das Arbeitszimmer ist nur mit einer Außentür erreichbar, ähnlich einer Einliegerwohnung. Die Trennwand zum Wohnraum wird mit Vorsatzschale oder zweischalig ausgeführt.

## 2. Luftschalldämmung, Außenbauteile

Die Anforderung an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen gilt für das gesamte Bauteil einschließlich aller Öffnungen (Fenster, Türen) und Einbauteile (Lüftungseinrichtungen, Rollladenkästen). Im Gegensatz zu den Innenbauteilen (Trennwand, Decke) gibt es bei den Außenbauteilen keine festen Anforderungswerte. Vielmehr muss der Anforderungswert für jeden Raum ermittelt werden. Für einige Räume gelten Mindestanforderungen (Tab. C7.19).

Für den Nachweis, dass das geplante Außenbauteil für eine bestimmte Außenlärmbelastung geeignet ist, sind folgende Schritte erforderlich:

1. Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels  $L_a$
2. Ableitung des zu erfüllenden Anforderungswertes erf.  $R'_{w,ges}$
3. Berechnung des Korrekturwertes Außenlärm  $K_{AL}$
4. Ermittlung des gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes der gesamten Außenbauteile  $R'_{w,ges}$
5. Rechnerische Prognose

### Schritt 1 - maßgeblicher Außenlärmpegel

Zunächst ist zu untersuchen, welchen Lärmbelastungen die Außenbauteile des zu untersuchenden Raumes ausgesetzt sind. Als Einwirkungsgröße wird der maßgebliche Außenlärmpegel  $L_a$  bestimmt. Folgende Lärmquellen werden dabei betrachtet:

- Straßenverkehr
- Schienenverkehr
- Wasserverkehr
- Luftverkehr (ggf. Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm)
- Gewerbe- und Industrieanlagen

Sind mehrere Lärmquellen vorhanden, so ist die Quantifizierung des maßgeblichen Außenlärmpegels eine Aufgabe für Fachingenieure. Bei manchen Neubaugebieten werden in den Bebauungsplänen Angaben zu den maßgeblichen Außenlärmpegeln gemacht, die aus verschiedenen Lärmquellen resultieren und auf schalltechnischen Untersuchungen basieren.

Da in vielen Fällen die Lärmbelastung nachts nicht deutlich niedriger ist als tagsüber, z. B. an Bahnstrecken mit hohem Güterverkehr, ist der maßgebliche Außenlärmpegel gemäß DIN 4109 sowohl für die Tag- als auch für die Nachtsituation zu betrachten. Es gilt die jeweils höhere Anforderung. Für Schlafräume ist aufgrund der erhöhten Störwirkung in der Nachtzeit ein Zuschlag beim Außenlärmpegel zu berücksichtigen.

### Schritt 2 - Ableitung des Anforderungswertes

Der Anforderungswert an das Außenbauteil muss für jeden Raum errechnet werden aus:

- dem maßgeblichen Außenlärmpegel  $L_a$  und
- dem Korrekturfaktor für die Raumart  $K_{Raumart}$

$$\text{erf. } R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart}$$

Der Korrekturfaktor ist für drei unterschiedliche Raumarten bzw. Nutzungen festgelegt.

Raumart	$K_{Raumart}$	Mindestanforderungen
Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	25 dB	$R'_{w,ges} \geq 35$ dB
Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume u. ä.	30 dB	$R'_{w,ges} \geq 30$ dB
Büroräume u. ä.	35 dB	—

Tab. C7.19 Raumarten mit Korrekturfaktoren und Mindestanforderungen nach DIN 4109-1: 2018-01

### Schritt 3 - Korrekturwert $K_{AL}$

Zu dem Anforderungswert erf.  $R'_{w,ges}$  ist ein Korrekturwert  $K_{AL}$  zu addieren, der die Raumgeometrie berücksichtigt. Dieser Korrekturwert wird in Abhängigkeit von der vom Rauminneren gesehenen Außenbauteilfläche  $S_S$  und der Grundfläche des Raumes  $S_G$  berechnet. Ein Raum mit großen Außenbauteilflächen im Verhältnis zur Grundfläche muss höhere Anforderungswerte erfüllen. Beispielsweise ungünstig ist die Situation bei einem Raum im Dachgeschoss in Ecklage, wenn drei Seiten dem Außenlärm zugewandt sind.

### Schritt 4 - gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

Das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{w,ges}$  ist eine Kenngröße für die Luftschalldämmung des gesamten Außenbauteils einschl. der Fenster, Türen und Einbauteile. Die Bezeichnung  $R'$  bedeutet, dass in dem Wert die Schallübertragung über die Nebenwege enthalten ist. Jedoch kann bei Außenbauteilen die Berechnung von  $R'_{w,ges}$  meist ohne die Berücksichtigung der Flankenübertragung erfolgen, da der Einfluss eher unbedeutend ist. Diese Vereinfachung gilt bei Einbau heute bauüblicher Fenster unter folgender Bedingung

$$R'_{w,ges} \leq 40 \text{ dB}$$

➔ Bei Außenbauteilen in Holzbauweise wird die flankierende Übertragung nicht berücksichtigt.

### Schritt 5 - Rechnerische Prognose

Für den rechnerischen Nachweis nach DIN 4109-2 gilt folgende Bedingung

$$R'_{w,ges} - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,ges} + K_{AL}$$

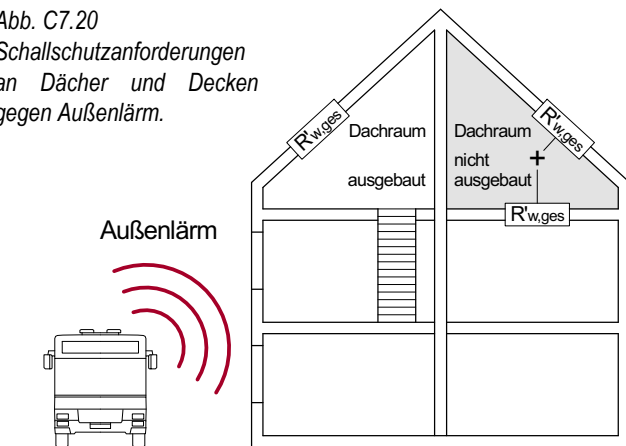
Dabei wird das ermittelte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß um 2 dB (Sicherheitsbeiwert) reduziert.

### Anforderungen gegen Außenlärm bei Dachräumen

Dächer von ausgebauten Dachgeschossen sind zusammen mit den anderen schallübertragenden Außenbauteilen zu berücksichtigen.

Bei nicht ausgebauten Dachräumen ist die Anforderung durch Dach und Decke gemeinsam zu erfüllen (Abb. C7.20). Der Nachweis ist erbracht, wenn die Decke allein um nicht mehr als 10 dB unter dem erforderlichen gesamten Bau-Schalldämm-Maß (erf.  $R'_{w,ges}$ ) liegt.

Abb. C7.20  
Schallschutzanforderungen an Dächer und Decken gegen Außenlärm.



### Vorbemessung Außenlärm

Der Informationsdienst Holz hat in seiner Broschüre „Schallschutz im Holzbau“ [4] für einfache Fälle ein Diagrammverfahren zur Abschätzung des Schutzes gegen Außenlärm entwickelt. Dieses kann in einer frühen Planungsphase zur Auswahl der Fassadenbauteile eingesetzt werden. Für die Anwendung der Diagramme gelten bestimmte Einschränkungen. Eine detaillierte Untersuchung und ein genauer Nachweis können durch das abschätzende Verfahren nicht ersetzt werden.

Zur Veranschaulichung von Außenlärmpegeln an Straßenverkehrswegen kann Tab. C7.21 dienen. Hier sind auszugsweise Werte dargestellt, die je nach Bedarf einen Zuschlag von 10 dB auf den Beurteilungspegel nachts (DIN 4109-2) sowie einen Korrekturaufschlag von 3 dB beinhalten.

➔ Für ein konkretes Projekt muss der maßgebliche Außenlärmpegel aus allen relevanten Lärmquellen objektspezifisch gebildet werden.

Abstand	DTV Kfz/24h	Gemeindestraßen	Bundes-, Landes-, und Kreisstraßen	Autobahn
25 m	1000	57 dB	65 dB	69 dB
	5000	64 dB	72 dB	76 dB
50 m	2000	55 dB	63 dB	67 dB
	5000	59 dB	67 dB	71 dB
100 m	2000	51 dB	60 dB	64 dB
	10000	58 dB	66 dB	70 dB
500 m	2000	40 dB	48 dB	52 dB
	5000	44 dB	52 dB	56 dB

Tab. C7.21 Beispiele für Außenlärmpegel  $L_A$  Straßenverkehr

### Einbausituation von Fenstern und Türen

Die Einbausituation der Fenster und Türen sollte so gewählt werden, dass diese schalltechnisch „unkritisch“ ist. Bei einer Außenwand mit Holzfaser-WDVS wäre das Fenster z. B. bündig mit Außenkante Stiel positioniert. Der Fensterrahmen ist dann teilweise überdämmt (Tab. C7.22, Spalte 2).

Kritische Einbausituationen dagegen liegen vor, wenn Fenster- oder Türelemente nach außen in die Dämmebene gerückt werden (Tab. C7.22, Spalten 3 und 4). Die Einbaufugen müssen dann so geplant und ausgeführt werden, dass das bewertete Schalldämm-Maß des Fensters  $R_w$  um nicht mehr als 1 dB reduziert wird. Um dies zu erfüllen, muss das Fugenschalldämm-Maß  $R_{S,w}$  um 10 dB größer sein als  $R_w$ .

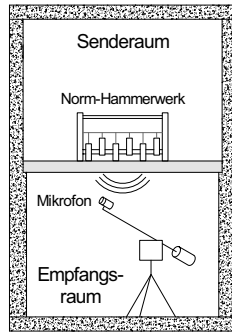
in der Leibung	bündig mit Außenkante Stiel	in der Dämmebene	außen bündig
unkritische Einbausituation		kritische Einbausituation	sehr kritische Einbausituation

Tab. C7.22 Einbausituation von Fenstern und schallschutztechnische Bewertung

### 3. Trittschalldämmung, Decken

#### Körperschall / Trittschall

Bei Deckenkonstruktionen von Gebäuden ist der Körperschall (Trittschall) von besonderer Bedeutung. Hier wird das trennende Bauteil Decke direkt durch das Begehen zur Schwingung ↑ angeregt. Im Gegensatz zum Luftschall kann hier nur der Schallpegel gemessen werden, der im benachbarten Raum zu empfangen ist (bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  [dB]). Um Decken miteinander vergleichen zu können, dient als Schallquelle ein normiertes Hammerwerk.



→ Je geringer der Wert  $L'_{n,w}$  desto größer ist die Dämpfung durch das Bauteil.  $L'_{n,w}$  ist das Maß für den verbliebenen Schallpegel im Empfangsraum.

Die wichtigsten Größen und Begriffe zum Trittschallschutz sind in Tab. C7.23 erläutert. Das L steht für engl. „Level“ und bedeutet „Pegel“.

Seit Ausgabe 2016 der DIN 4109-2<sup>1</sup> ist es möglich planerisch eine Prognose über den Trittschallschutz (Körperschallschutz) von Geschossdecken aus Holz zu erstellen. Zuvor gab es lediglich wenige Pauschalwerte von Konstruktionen, die eine Planung im Holzbau enorm erschwert haben. Einer der größten Schwachpunkte des Holzbaus wurde damit reduziert.

Forschungsprojekte zu Holzdecken führten zu dem Ergebnis, dass zwischen dem gemessenen Trittschallpegel mit der Mess-Methode mit einem Norm-Hammerwerk und dem Trittschallpegel beim tatsächlichen Begehen der Decken große Unterschiede bestehen. So kann beispielsweise eine Decke mit einem niedrigen bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L_{n,w} = 37$  dB ein ähnliches Störpotenzial aufweisen wie eine Decke mit  $L_{n,w} = 52$  dB. Grund ist, dass ein großer Anteil der Schallenergie beim Begehen von Holzdecken im Frequenzbereich unter 100 Hz übertragen wird. Und gerade dieser Aspekt fließt nicht in die normative Ermittlung des Kennwertes  $L_{n,w}$  ein.

→ Der alleinige Kennwert  $L_{n,w}$  ist zur Beurteilung von tatsächlichen Gehgeräuschen ungeeignet.

Um die Trittschalldämmung einer Holzdecke „gehörriichtig“ bewerten zu können, wurde in der Broschüre des Informationsdienstes Holz [4] ein zusätzliches Kriterium definiert, siehe Tab. C7.24. Durch Berücksichtigung eines speziellen Spektrumanpassungswertes  $C_{1,50-2500}$  wird auch die Schallübertragung bei tiefen Frequenzen zwischen 50 und 100 Hz in die Prognose einbezogen.

Kurzzeichen	Definition
L	Schalldruckpegel – Kenngröße zur Beschreibung eines Luftschallsignals ausgedrückt in dB (Dezibel). „Bel“ ist eine Hilfsmaßeinheit zur Kennzeichnung von Pegeln, „Dezibel“ ist der zehnte Teil davon
$L'_n$	Norm-Trittschallpegel – Der Schalldruckpegel einer bestimmten Frequenz wird im Empfangsraum ermittelt, wobei im Senderaum ein Norm-Hammerwerk nach DIN EN ISO 16283-2 für die Körperschallanregung sorgt. Die Nebenwege flankierender Bauteile sind berücksichtigt
$L'_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel – Wie vor, jedoch als Einzahlangabe über einen größeren Frequenzbereich. Der errechnete Wert (Prognose) ist mit dem zulässigen Wert z. B. nach DIN 4109-1 <sup>a</sup> abzugleichen. Berechnung: $L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 + u_{prog}$ Im Anhang D von DIN 4109-2 wird eine Beispielberechnung angeboten
$L_{n,w}$	bewerteter Norm-Trittschallpegel – Wie vor, jedoch ohne Nebenwege flankierender Bauteile. Diese Werte bilden die Basis zur Berechnung von Bauteilen, siehe Angaben in Abschn. A3. „Decke“ ab Seite 26
$K_1$	Korrekturwert für die Flankenübertragung des Trittschalls aus der Decke in die flankierenden Wände (Weg Df)
$K_2$	Korrekturwert für die Flankenübertragung des Trittschalls aus dem Estrich in die flankierenden Wände (Weg Dff)
$u_{prog}$	Sicherheitsbeiwert mit pauschal <b>3 dB</b> , wird im Holzbau im Nachweis des Trittschallschutzes zugeschlagen
$C_1$	Spektrumanpassungswert – Korrekturwert $C_1$ (I = Impact) zur Berücksichtigung von Frequenzbereichen, die in der Praxis als störend empfunden werden.
$C_{1,50-2500}$	Spektrumanpassungswert – Wie vor, jedoch unter Einbeziehung tiefer Frequenzen ab 50 Hz.

Tab. C7.23 Begriffe zum Körperschall

<sup>a</sup> Diese Norm stellt lediglich Mindestwerte dar. Es können durchaus höhere Werte gelten, z. B. Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4].

<sup>1</sup> „Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“, Ausgabe 2016-07

## Anforderungen Trittschallschutz

Auf der Grundlage von Forschungsvorhaben empfiehlt der Informationsdienst Holz in der Schrift „Schallschutz im Holzbau“ [4] Zielwerte für den Schallschutz, die auf die Holzbauweise abgestimmt sind und mit bauüblichen Konstruktionen erreicht werden können.

Dabei wird insbesondere die Schallübertragung im tieffrequenten Bereich berücksichtigt. Denn diese wird beim Trittschall von den Nutzern als besonders störend empfunden, selbst wenn die Holzdecke einen guten Prüfwert aufweist.

Bauteil / Übertragungsweg	BASIS	BASIS+	KOMFORT
<b>Trittschall</b>			
Wohnungstrenndecke	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}^a$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 47 \text{ dB}$
Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
Treppenlauf, Treppenpodest	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
<b>Luftschall</b>			
Wohnungstrenndecke	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$

Tab. C7.24 normative Anforderungen und Empfehlung für wichtige Schallschutz-Zielwerte bei Holzdecken nach [4]

<sup>a</sup> Befristete Ausnahme, danach  $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ .

### Hinweise zu den Schallschutzniveaus bei Holzdecken (Tab. C7.24)

**"BASIS"**: Die Leistungsfähigkeit moderner Holzdecken spiegelt sich in der Schallschutznorm bisher nicht wieder. Im Bauteilkatalog (Teil 33 zu DIN 4109, Ausgabe Juli 2016) sind eher veraltete Deckenkonstruktionen in Holzbauweise aufgeführt. Neue Messwerte lagen seinerzeit noch nicht in größerem Umfang vor. Daher gilt für Holzdecken nach DIN 4109-1 (Ausgabe 2018) eine befristete Ausnahmeregelung mit  $L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$ , gegenüber  $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$  bei Betondecken.

**"BASIS+"**: Für Wohnungstrenndecken ist das Schallschutzniveau "BASIS+" anzustreben. Durch die Berücksichtigung der tiefen Frequenzen wird eine höhere Nutzerzufriedenheit erreicht. Gehgeräusche werden als weniger störend wahrgenommen. Dieses Schallschutzniveau gilt heute im hochwertigen Wohnungsbau als realisierbar.

**"KOMFORT"**: Dieses Schallschutzniveau ist mit Holzdecken erreichbar, allerdings ambitioniert.

### Masse-Feder-Masse Systeme – Estrich und Unterdecke

Gerade der mehrschalige Aufbau von Holzdecken bietet einige Stellschrauben zur Optimierung des Trittschallschutzes. Dazu wird der Einfluss der einzelnen Bauteilschichten im Folgenden weiter betrachtet.

#### Estrich

Für den Trittschallschutz ist die Ausführung des Estrichs von entscheidender Bedeutung. Dies gilt für alle Deckenarten. Der Estrich kann erheblich zum Schallschutz beitragen. Dabei gilt, je höher die Masse, desto träger wird die Körperschallanregung sein. Günstig wirkt sich ein schwerer Estrich auf weicher Trittschalldämmung aus. In vielen Prüf-

zeugnissen wird bei Zementestrich von einer Dicke ab 50 mm und einem Flächengewicht von mindestens 120 kg/m<sup>2</sup> ausgegangen.

Vorsicht: Wenn die Rohdichte des Zementestrichs 2000 kg/m<sup>3</sup> beträgt, dann genügt 50 mm nicht. Der Estrich müsste dann mit einer Dicke von 60 mm ausgeführt werden.

Ein schwimmender Estrich bildet zusammen mit der Decke ein Masse-Feder-Masse System. Dabei sind die beiden Schalen mit den flächenbezogenen Massen  $m'_1$  (Estrich) und  $m'_2$  (Holzdecke) über eine Feder (Trittschalldämmung) miteinander gekoppelt. Das Federungsvermögen wird durch die dynamische Steifigkeit  $s'$  beschrieben, siehe E5. „Trittschalldämmplatten“ auf Seite 214.

#### Unterdecken

Wirkungsvoll sind Unterdecken, die einen großen Abstand haben. Eine abgehängte Unterdecke bildet zusätzlich zum Estrich auf Trittschalldämmung ein weiteres Masse-Feder-Masse System. Dabei wirkt die Luftschicht im Hohlraum der abgehängten Decke zusammen mit den Abhängern als Feder. Die Auswirkungen auf den Trittschall sind bei Holzbalkendecken und Holzmassivdecken sehr unterschiedlich, siehe Tab. C7.25. In den Prinzipskizzen dargestellt sind die Federelemente zwischen den Schalen. Unterdecken aus mehreren dünnen Bekleidungs-lagen sind ideal, um die Biegesteifigkeit möglichst gering zu halten und gleichzeitig eine hohe Masse zu erzeugen.

➔ Holzbalkendecken und Holzmassivdecken (z. B. Brettsperrholz) verhalten sich schalltechnisch ganz unterschiedlich. Verbesserungsmaßnahmen sind ebenfalls unterschiedlich wirksam.

	Holzbalkendecke	Holzmassiv
Prinzipskizze		
Wirkung der Unterdecke	Der Hohlraum zwischen den Balken gewährleistet einen ausreichenden Abstand der Unterdecke. Die Abhänger wirken zusammen mit der Luftschicht als Feder. Optimierte Abhänger mit Elastomer dämpfen die Schallenergie und werden auf das Eigengewicht der Bekleidung abgestimmt (Lastaufnahme pro Abhänger).	Die eingeschlossene Luftschicht zwischen dem schallharten flächigen Deckenelement und der Unterdecke wirkt als Feder. Ist die Abhängöhe zu gering, so verschlechtert sich der Schallschutz gerade für die tiefen Frequenzen erheblich. Erst durch eine Abhängöhe ab 180 mm und eine Hohlraumdämpfung kann der Nachteil bei den tiefen Frequenzen ausgeglichen werden.

Tab. C7.25 Auswirkung einer Unterdecke bei Holzbalken- und Holzmassivdecken

→ Forschungsvorhaben mit umfangreichen Messdaten zeigen, dass Deckenkonstruktionen in Holzbauweise einen sehr guten Trittschallschutz erreichen. Dazu muss weder ein immenser Aufwand betrieben werden, noch sind die Kosten unverhältnismäßig hoch.

#### Optimierte Holzbalkendecken

Eine schallschutztechnisch optimierte Holzbalkendecke zeigt eine solide Leistungsfähigkeit. Notwendig ist lediglich eine Unterdecke, die durch optimierte Abhänger mit Elastomer (Abb. C7.27) entkoppelt ist. Folgender Aufbau ist geeignet:

- Zementestrich, mit einer Dicke von mind. 50 mm und einem Mindestgewicht von 120 kg/m<sup>2</sup>, optional mit Fußbodenheizung
- Trittschalldämmung aus Mineralwolle mit einer dynamischen Steifigkeit von ca. 8 MN/m<sup>3</sup>, Randdämmstreifen ebenfalls aus Mineralwolle
- Hohlraumdämpfung, entweder Hohlraum fast vollständig ausgefüllt oder eine Lage Dämmstoff an den Flanken der Balken hochgezogen
- Unterdecke aus zwei Lagen Gipskartonfeuerschutz- oder Gipsfaserplatten, Unterkonstruktion mit Lattung oder CD-Profilen, Einsatz von optimierten Abhängern

Hinweis Einblasdämmstoffe: Werden diese mit zu hohem Druck eingebracht, so kann sich durch den Kontakt mit der Beplankung die Schallübertragung verstärken. Gut geeignet ist eine raumfüllende Einblasdämmung aus Zellulosefaser mit der Dichte  $\rho = 40\text{-}50 \text{ kg/m}^3$  und dem längenbezogenen Strömungswiderstand von 5 bis 50 kPa s/m<sup>2</sup>. Unterhalb der Balkenlage sollte eine Rieselschutzfolie angeordnet werden, die mit einer Holzlattung im Abstand  $e = 400 \text{ mm}$  befestigt wird.

→ Bei einer Holzbalkendecke mit Zementestrich kann auf eine zusätzliche Rohdeckenbeschwerung verzichtet werden.

Abb. C7.26 Durch den Einsatz von optimierten Abhängern kann bei „modernen“ Holzbalkendecken das Schallschutzniveau von Betondecken erreicht oder sogar übertroffen werden. Siehe Bauteil Seite 29

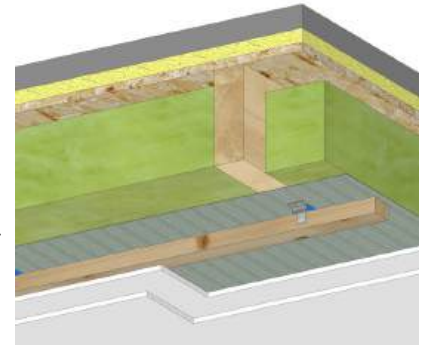


Abb. C7.27 Optimierte Abhänger mit Elastomer. Bild: Ing.-Büro Meyer



Vorsicht Federschiene: Auch wenn die Konstruktion mit einer durch traditionelle Federschiene entkoppelten zweilagigen Unterdecke ausgeführt wird, kann beim Trittschallschutz bestenfalls die Mindestanforderung erfüllt werden. Denn Federschiene haben trotz der Namensgebung keine gute Federwirkung.

Hinzu kommt häufig eine falsche Montage. Die Befestigungsschrauben werden fest angezogen und anschließend nicht mehr zurückgedreht. Somit kann die Federschiene nicht frei an den Schrauben hängen.

Eine Beschwerung von Holzbalkendecken ist jedoch erforderlich, wenn:

- Direktschwingabhänger verwendet werden
- Trockenestrich statt Zementestrich eingebaut wird

Holzbalkendecken mit entkoppelter Unterdecke	Schichtaufbau	Kennwerte Bauteil	Prognose Schallschutzniveau
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 30 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 8 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Knauf VF-Abhänger, Unterdecke zweilagig 2 x 18 mm GKF, Unterkonstruktion aus Holzlattung</li> </ul>	$L_{n,w} \leq 42 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 7 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 53 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 49 \text{ dB}$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 30 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 8 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Regufoam Abhänger QH.F 220 plus, Unterdecke zweilagig 2 x 12,5 mm GKF, Unterkonstruktion aus CD-Profilen</li> </ul>	$L_{n,w} \leq 37 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 12 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 48 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 49 \text{ dB}$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 30 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 30 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Schüttung 90 kg/m<sup>2</sup></li> <li>■ Direktschwingabhänger, Unterdecke zweilagig 2 x 12,5 mm GKF, Unterkonstruktion aus CD-Profilen</li> </ul>	$L_{n,w} \leq 32 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 14 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 48 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 46 \text{ dB}$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 22 mm TE</li> <li>■ 30 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 30 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Schüttung 90 kg/m<sup>2</sup></li> <li>■ Direktschwingabhänger, Unterdecke zweilagig 2 x 12,5 mm GKF, Unterkonstruktion aus CD-Profilen</li> </ul>	$L_{n,w} \leq 34 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 16 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 45 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 50 \text{ dB}$

Tab. C7.28 Konstruktionsbeispiele für Holzbalkendecken in Kombination mit Holztafelbauwänden mit einer Beplankung aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten

### Optimierte Holzmassivdecken

Aus Sicht des Schallschutzes sind Holzmassivdecken gegenüber den Holzbalkendecken eine andere Bauart. Daher sind auch Maßnahmen zur Verbesserung des Trittschallschutzes unterschiedlich wirksam. Holzmassivdecken haben zwar eine höhere Masse als Holzbalkendecken. Dennoch sind sie bezüglich des Schallschutzes als Leichtbauweise anzusehen. Zum Vergleich:

- Eine Stahlbetondecke mit einer Dicke von 18 cm und einer Rohdichte von 2400 kg/m<sup>3</sup> hat eine flächenbezogene Masse von  $m' = 0,22 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 432 \text{ kg/m}^2$ .

- Eine Brettsper Holzdecke mit einer Dicke von 16 cm und einer Rohdichte von 400 kg/m<sup>3</sup> hat eine flächenbezogene Masse von  $m' = 0,16 \text{ m} \times 400 \text{ kg/m}^3 = 64 \text{ kg/m}^2$ .

In diesem Beispiel hat die Stahlbetondecke mehr als die 6-fache Masse der Holzmassivdecke. Man kann davon ausgehen, dass ein Deckeneigengewicht ab 300 kg/m<sup>2</sup> dem Massengesetz folgt.

C. Bauphysik  
 C7. Schallschutz  
 3. Trittschalldämmung, Decken

Auch die Decken in der Holzmassivbauart stehen den Betondecken nicht nach. Folgender Aufbau hat sich bewährt:

- Zementestrich, mit einer Dicke von mind. 50 mm und einem Mindestgewicht von 120 kg/m<sup>2</sup>, optional mit Fußbodenheizung
- Trittschalldämmung aus Mineralwolle mit einer dynamischen Steifigkeit von ca. 7 MN/m<sup>3</sup>, Randdämmstreifen ebenfalls aus Mineralwolle
- Deckenbeschwerung aus elastisch gebundenem Splitt mit einem Flächengewicht von 90 bis 120 kg/m<sup>2</sup>. Diese Ebene darf für Installationsleitungen verwendet werden.
- Holzmassivdecke in der statisch erforderlichen Dicke. Die Unterseite darf sichtbar bleiben.

Abb. C7.29 Eine Rohdeckenbeschwerung ab 90 kg/m<sup>2</sup> ist die entscheidende Stellschraube zur Optimierung von Holzmassivdecken. siehe Tab. C7.33



Bei Holzmassivdecken sind Rohdeckenbeschwerung sehr wirkungsvoll. Dabei gelten folgende Beschwerungen hinsichtlich der bauakustischen Eigenschaften als gleichwertig:

- Schüttung im Lattenraster
- Wabenschüttung
- elastisch gebundene Schüttung (Bindemittel Latex oder polymerbasiert)

Zementäre Bindemittel sind ungeeignet, da die Steifigkeit der Beschwerung zu groß wird und sich das akustische Verhalten dadurch verschlechtert.

Eine Beschwerung aus Betonsteinplatten wirkt bei ungefähr gleicher Masse akustisch schlechter als eine Schüttung. Die Abmessungen der Platten sollten nicht größer als 30 cm x 30 cm sein. Es ist eine Rohdichte  $\rho \geq 2500 \text{ kg/m}^3$  erforderlich, die Restfeuchte darf max. 1,8 % betragen. Die Platten sind auf der Rohdecke zu verkleben oder im Sandbett zu lagern.

Eine Schüttung bietet auch Platz für Installationen, die auf der Rohdecke verlegt werden. Der Planer muss die Höhe der Fußbodenkonstruktion festlegen. Zu berücksichtigen sind Trittschallschutz, Estrichart, Nutzlast sowie ein notwendiger Höhenausgleich für die Installationen. Es ist darauf zu achten, dass die Beschwerung (Höhenausgleich) im verdichteten Zustand mindestens bis Oberkante Installationsbefestigung bemessen wird. Herstellerangaben, z. B. zu Mindestüberdeckungen von Installationen sind zu beachten.



Abb. C7.30 Die Deckenbeschwerung aus elastisch gebundener Schüttung dient hier auch der Verlegung von Installationsleitungen.

➔ Die Installationen einschließlich Befestigungen dürfen nicht in die Trittschalldämmung reichen, um linienförmige Schallbrücken zu vermeiden (Abb. C7.31).



Abb. C7.31 Mangelhafte Ausführung: Schallbrücken durch Aussparung der Trittschalldämmplatten im Bereich der Rohrleitungen.

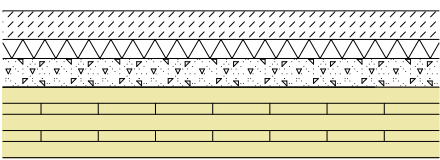
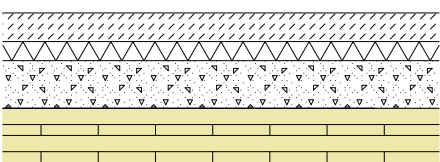
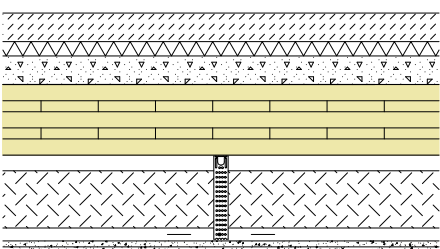
Anders als bei den Holzbalkendecken hat die Art der Abhänger bei den Holzmassivdecken nur einen geringen Einfluss. Entscheidend ist die Abhängehöhe, die mehr als 180 mm betragen sollte.



Abb. C7.32 Gute Ergebnisse sind mit Direktschwingabhängern zu erzielen. Bild: Ing.-Büro Meyer

Durch eine abgehängte Unterdecke wird der Norm-Trittschallpegel deutlich reduziert. Allerdings verschlechtert sich der Spektrumanpassungswert für tiefe Frequenzen  $C_{1,50-2500}$  erheblich. Dieser Effekt ist bei geringen Abhängehöhen besonders prägnant. Grund ist die geringe Luftschichtdicke zwischen dem schallharten flächigen Deckenelement und der Unterdecke. Die zwischen den Bauteilschichten eingeschlossene Luftschicht wirkt hier ungünstig als „harte“ Feder und es kommt zu

einer Masse-Feder-Masse Resonanz. Da Verbesserungen der Trittschalldämmung durch eine Unterdecke erst oberhalb der Resonanzfrequenz eintreten, sollte diese möglichst zu tiefen Frequenzen verschoben werden. Dies kann durch eine größere Abhängehöhe erreicht werden, da sich bei größerer Luftschichtdicke die Resonanzfrequenz der Luftschicht verringert („weiche“ Feder).

Holzmassivdecken <sup>a</sup>	Schichtaufbau	Kennwerte Bauteil	Prognose Schallschutzniveau
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 40 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 7 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Schüttung 90 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>	$L_{n,w} \leq 40 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 8 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 48 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 48 \text{ dB}$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 40 mm TS-Dämmung, <math>s' 7 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Schüttung 150 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>	$L_{n,w} \leq 38 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 4 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 46 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 42 \text{ dB}$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 50 mm ZE</li> <li>■ 30 mm TS-Dämmung, <math>s' \leq 8 \text{ MN/m}^3</math></li> <li>■ Schüttung 90 kg/m<sup>2</sup></li> <li>■ Direktschwingabhängiger, <math>h = 180 \text{ mm}</math>, 120 mm Hohlraumdämmung, Unterdecke zweilagig 2 x 12,5 mm GKF, Unterkonstruktion aus CD-Profilen</li> </ul>	$L_{n,w} \leq 23 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 26 \text{ dB}$	$L'_{n,w} < 46 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 49 \text{ dB}$

Tab. C7.33 Konstruktionsbeispiele für Holzmassivdecken in Kombination mit Holztafelbauwänden mit einer Beplankung aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten

<sup>a</sup> Holzmassivdecke mit einer Dicke von mindestens 140 mm und einer Masse  $m'$  von mindestens 36 kg/m<sup>2</sup>

### Optimierte Rippendecke

Bei einer Rippendecke sind die Werte einer Wohnungstrenndecke gut erreichbar. Die Deckenbeschwerung lässt sich hier sehr einfach einbauen. Der verbleibende Hohlraum wird mit einem beschwerenden Schüttgut gefüllt. Die Schrift [4] des Informationsdienstes Holz definiert das Material mit einer Rohdichte ab 1500 kg/m<sup>3</sup>, einer Restfeuchte von 1,8 % und einem Rieselschutz. In Prüfzeugnissen ist von einem Flächengewicht zwischen 150 und 200 kg/m<sup>2</sup> die Rede. Dies entspricht einem Raumvolumen von 100 bis 135 Litern pro Quadratmeter.

Es ist von einem Zementestrich ab einer Dicke von 50 mm auszugehen. Andere Estrichtypen werden in Prüfzeugnissen eher selten ausgewiesen. Die Trittschalldämmung ist aus Mineralwolle mit der äußerst geringen dynamischen Steifigkeit  $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$  zu wählen.

Wegen des Zwischenraumes der Rippen wird zusätzlich eine Lastverteilungsplatte erforderlich (Holzweichfaserplatte WF der Dicke 15 mm und dem Anwendungstyp DES-sg nach DIN 4108-10).

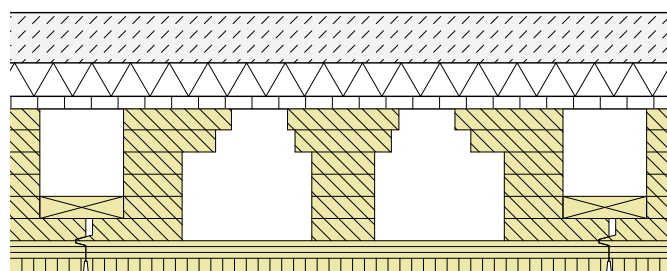


Abb. C7.34 Beispielkonstruktion einer Rippendecke. Die Hohlräume werden für Installationsleitungen verwendet.

**Betrachtung der Auflager (Nebenwege) und Vorbemessung**

Neben der direkten Trittschallübertragung über die Decke wird ein erheblicher Teil der Schallenergie über die Wandauflager übertragen. Die Betrachtung dieser Nebenwege (Flanken) ist für die Bauarten Holzbalkendecke und Holzmassivdecke ähnlich. Die Schallübertragung über die Flanken in die darunterliegenden Wände erfolgt auf zwei Wegen (siehe Tab. C7.35):

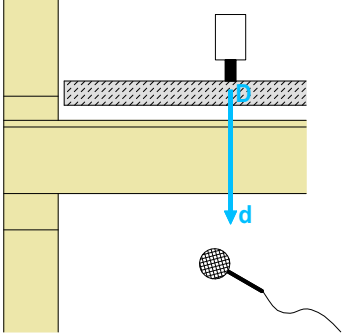
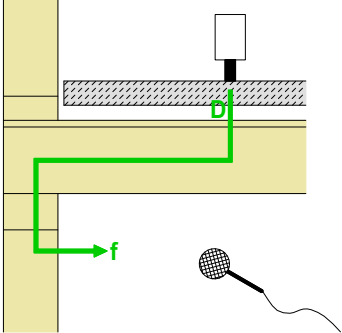
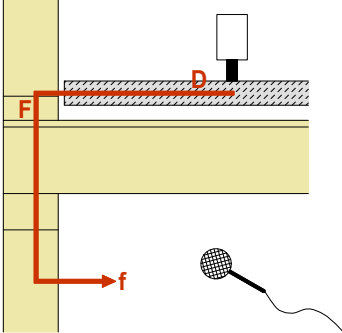
- über die tragende Decke in das Wandauflager Df
- aus dem Estrich über den Estrichranddämmstreifen in die Wand Dff

Für die Bewertung einer Decke in der Einbausituation ist die reine Betrachtung des Bauteils nicht ausreichend. Der Trittschallpegel im eingebauten Zustand einschließlich der Flanken ( $L'_{n,w}$ ) wird durch Addition von Korrekturwerten gebildet. Diese Berechnung führt zu einer Prognose der gesamten Schalldämmwirkung der Decke.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2$$

Für die Nachweisführung wird im Holzbau ein Aufschlag für die Prognoseunsicherheit von  $u_{\text{prog}} = 3 \text{ dB}$  auf den errechneten Wert vorgenommen und mit dem zulässigen Wert abgeglichen.

$$L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w}$$

		
<p>direkte Trittschallübertragung Dd über die Trenndecke</p>	<p>flankierende Trittschallübertragung Df über die tragende Deckenkonstruktion und der darunterliegenden Wand</p>	<p>flankierende Trittschallübertragung Dff über den Estrich-Randverbund und der darunterliegenden Wand</p>
<p>die kennzeichnende Größe ist der Norm-Trittschallpegel <math>L_{n,w}</math></p>	<p>die kennzeichnende Größe ist der Korrektursummand <math>K_1</math></p>	<p>die kennzeichnende Größe ist der Korrektursummand <math>K_2</math></p>

Tab. C7.35 Schallübertragungswege bei Decken im Holzbau

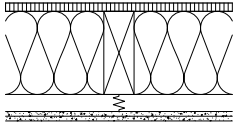
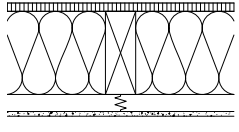
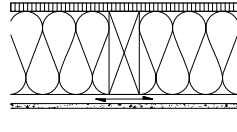
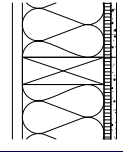
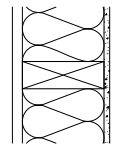
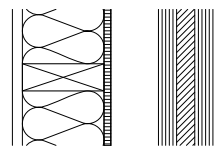
### Vorbemessung von Holzdecken

Eine vereinfachte Vorbemessung für den Trittschall bei Holzdecken kann gemäß Informationsdienst Holz [4] in sechs Schritten erfolgen, siehe Tab. C7.36. Dazu wurde eine Matrix entwickelt, aus der ein erforderlicher

Ausgangswert des bewerteten Norm-Trittschallpegels (ohne Flanken) abgelesen werden kann, siehe Tab. C7.37 (Holzbalkendecken) und Tab. C7.38 (Holzmassivdecken) für das Schallschutzniveau „BASIS+“.

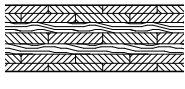
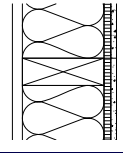
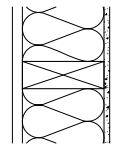
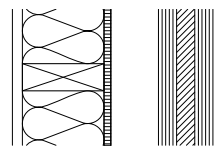
Planungsschritte Vorbemessung		Beispiel Holzbalkendecke
1.	Festlegung des Schallschutzniveaus nach [4] mit den Zielwerten $L'_{n,w}$ und $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Die Zielwerte sind: $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 50 \text{ dB}$
2.	Festlegung zur Deckenkonstruktion, um eine Auswahl aus dem Bauteilkatalog zu ermöglichen.	Die Vorbemessung soll für folgende Deckenkonstruktion erfolgen: ■ Holzbalkendecke ■ abgehängte zweilagige Unterdecke ■ Zementestrich auf Mineralwolle-Trittschalldämmplatten
3.	Festlegung der flankierenden Wände. Bei unterschiedlichen Wandaufbauten ist die Ungünstigste zu wählen, um bei der Vorbemessung auf der sicheren Seite zu liegen.	Die flankierenden Wände sind: ■ Holztafelbauwände, raumseitig mit Holzwerkstoff- und Gipsplatten beplankt
4.	Ablese des erforderlichen Norm-Trittschallpegels ohne Flanken $L_{n,w}$ aus der Matrix Tab. C7.37 (Holzbalkendecken) oder Tab. C7.38 (Holzmassivdecken).	Aus der Matrix Tab. C7.37 ergibt sich ein erforderlicher Norm-Trittschallpegel von $L_{n,w} \leq 40 \text{ dB}$ , in der Tabelle markiert.
5.	Auswahl einer Deckenkonstruktion aus Bauteilkatalogen, die die Anforderung an den Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ gemäß Schritt 4 erfüllt.	Es wird eine Decke mit optimierten Abhängern ohne Beschwerung ausgewählt, Bauteil Seite 29 mit $L_{n,w} = 39 \text{ dB}$ ( $< 40 \text{ dB}$ ).
6.	Überprüfung des Kriteriums für tiefe Frequenzen $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Die ausgewählte Decke (Bauteil Seite 29) weist einen Spektrumanpassungswert $C_{1,50-2500} = 11 \text{ dB}$ auf. Das Kriterium für tiefe Frequenzen wird erfüllt mit $L_{n,w} + C_{1,50-2500} = 39 \text{ dB} + 11 \text{ dB} = 50 \text{ dB}$ ( $\leq 50 \text{ dB}$ ).

Tab. C7.36 Schritte der Vorbemessung Trittschall bei Holzdecken, hier am Beispiel „Basis+“

Beplankung Holztafelbauwand		Estrich- aufbau	entkoppelter 2-lagiger Unterdecke	Holzbalkendecke mit entkoppelter 1-lagiger Unterdecke	direkter Gipsbekleidung <sup>a</sup>
		Zementestrich (CT) oder Trockenestrich (TE) auf Mineralwolle-Trittschall- dämmplatten			
HWS- und Gips- Beplankung↑		CT TE	$L_{n,w} \leq 40$ dB	$L_{n,w} \leq 43$ dB	$L_{n,w} \leq 45$ dB
Gips- Beplankung↑		CT TE	$L_{n,w} \leq 39$ dB	$L_{n,w} \leq 42$ dB	$L_{n,w} \leq 45$ dB
HWS- Beplankung↑ oder Holzmassivwände		CT	$L_{n,w} \leq 34$ dB	$L_{n,w} \leq 38$ dB	$L_{n,w} \leq 39$ dB
		TE	$L_{n,w} \leq 37$ dB	$L_{n,w} \leq 41$ dB	$L_{n,w} \leq 42$ dB

Tab. C7.37 Matrix zur Verbesserung Trittschall bei Holzbalkendecken für das Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4]. Abgelesen wird der erforderliche Norm-Trittschallpegel.

<sup>a</sup> Ggf. Sparschalung.

Beplankung Holztafelbauwand		Holzmassivdecke
		Zementestrich auf Mineralwolle- Trittschalldämmplatten
		
HWS- und Gips- Beplankung↑		$L_{n,w} \leq 40$ dB
Gips- Beplankung↑		$L_{n,w} \leq 39$ dB
HWS- Beplankung↑ oder Holzmassivwände		$L_{n,w} \leq 34$ dB
		$L_{n,w} \leq 37$ dB

Tab. C7.38 Matrix zur Verbesserung Trittschall bei Holzmassivdecken für das Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4]. Abgelesen wird der erforderliche Norm-Trittschallpegel.

### Überprüfung des Luftschallschutzes

Für Holzbalkendecken ist die Trittschallbemessung ausschlaggebend. Ist ein guter Norm-Trittschallpegel gegeben, dann kann auch von einem ausreichendem Luftschallschutz ausgegangen werden. Dazu kommt, dass bei üblicher Plattform-Bauweise (aufgelegte Decke) die flankierenden Holztafelbauwände durch die Trenndecke vollständig unterbrochen wird. Hierfür gilt gemäß DIN 4109-33 eine Norm-Flankenschallpegeldifferenz von  $D_{n,f,w} = 67$  dB. Dieser Wert erfüllt die Anforderungen bis hin zum Schallschutzniveau „KOMFORT“.

Bei reiner Holzmassivbauweise kann der Luftschallschutz maßgebend sein und ist ebenfalls zu prüfen. Flankierende Holzmassivwände weisen aufgrund der größeren Steifigkeit und Masse eine höhere Flankenübertragung auf als Holztafelbauwände. Daher können Zusatzmaßnahmen erforderlich werden:

- Entkopplung durch Elastomerlager oder Entkopplungsstreifen zwischen Decke und Wand
- Vorsatzschalen (Installationsebenen)
- Zusatzbeplankungen, ggf. brandschutztechnisch erforderlich

Dem Verarbeiter sollte bewusst sein, dass der hinreichende Schallschutz einerseits von der geplanten Konstruktion bestimmt wird (Prognose) und andererseits von der Ausführung. Letzteres bedarf eines hohen Maßes an Aufmerksamkeit. In einem Fachartikel <sup>1</sup> sind typische Fehler zusammengetragen, Beispiele:

- durchlaufende Außenwände, Lattung- und Installationsebenen
- Mörtelbrücken in Trennfugen an Estrichen/Fliesen

- Unterbrechung der Trittschalldämmung unter Estrichen durch Installationen oder Mörtel
- durchlaufende Schächte und Installationsleitungen

In Tab. C7.39 sind die Mindestanforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 Teil 1 sowie Werte für erhöhte Anforderungen nach DIN 4109 Teil 5 zusammengestellt. Bei den normativen Zielwerten für einen erhöhten Schallschutz ist zu berücksichtigen, dass diese sich nur auf den Auswertebereich von 100 Hz bis 3150 Hz beziehen. Der tieffrequente Bereich unter 100 Hz (z. B. Trittschallgeräusche) bleibt außer Betracht.

<sup>1</sup> „Schallschutztechnische Ausführungsfehler an Holzdecken“, Ernst Ulrich Köhnke, Aufsatz im Tagungsband 4. HolzBauSpezial Akustik & Brandschutz 2013

Bauteile zwischen verschiedenen Nutzungsbereichen	Mindestanforderungen <sup>a</sup>		Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz <sup>b</sup>	
	R' <sub>w</sub> [dB]	L' <sub>n,w</sub> [dB]	R' <sub>w</sub> [dB]	L' <sub>n,w</sub> [dB]
<b>Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen</b>				
Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen z. B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen	≥ 53	≤ 52	≥ 56	≤ 47
Wohnungstrenndecken (auch Treppen), auch Wohnungen zu fremden Arbeitsräumen	≥ 54	≤ 50	≥ 57	≤ 45
Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 54	≤ 53	–	–
Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenräumen unter Aufenthaltsräumen	≥ 52	≤ 50	≥ 55	≤ 45
Decken und Treppen innerhalb von Wohnungen, die sich über zwei Geschosse erstrecken zu fremden Aufenthaltsräumen	–	≤ 50	–	≤ 45
Treppenläufe und -podeste		≤ 53		≤ 47
<b>Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser</b>				
Decken <sup>c</sup>	–	≤ 41	–	≤ 36
Treppenläufe und -podeste <sup>c</sup>		≤ 46		≤ 41
<b>Zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen</b>				
Fußböden von Räumen mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlageteilen (nicht erforderlich, wenn die Anlagen körperschallgedämmt aufgestellt werden)	–	≤ 43	–	–
Fußböden von Betriebsräumen von Handwerks- und Gewerbebetrieben, Verkaufsstätten		≤ 43		

Tab. C7.39 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen

<sup>a</sup> nach DIN 4109-1: 2016-07 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“

<sup>b</sup> nach DIN 4109-5: 2020-08 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“

<sup>c</sup> Gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in waagerechter oder schräger Richtung.

# C8. Tragwerk

Für jede bauantrags- oder bauanzeigepflichtige Baumaßnahme ist ein Standsicherheitsnachweis zu erbringen. In diesem landläufig "Statik" genannten Dokument ist rechnerisch nachzuweisen, dass die tragende und aussteifende Konstruktion des Gebäudes ihrer Art nach dauerhaft in der Lage ist, sicher und funktionsfähig ihren Dienst zu verrichten. Selbst bei kleineren Gebäuden kann dabei schnell eine dreistellige Anzahl von Einzelnachweisen zusammenkommen.

Die Normen zur Tragwerksplanung wurden europaweit harmonisiert. Entstanden ist ein umfassendes Normenpaket der sogenannten „Eurocodes“. 10 Einzelnormen, die in den Ländern durch Nationale Anhänge ergänzt werden, die weitere Bestimmungen enthalten.

Eurocode	Euronorm	Inhalt
EC 0	EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
EC 1	EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
EC 2	EN 1992	Stahlbeton- und Spannbetontragwerke
EC 3	EN 1993	Stahlbauten
EC 4	EN 1994	Verbundtragwerke aus Stahl und Beton
EC 5	EN 1995	Holzbauwerke
EC 6	EN 1996	Mauerwerksbauten
EC 7	EN 1997	Geotechnik
EC 8	EN 1998	Erdbebensicherheit
EC 9	EN 1999	Aluminiumkonstruktionen

Tab. C8.1 Gliederung der Eurocodes

### Baustoffkennwerte

Die Eurocodes enthalten keine Baustoffkennwerte. Der EC 5 verweist direkt oder indirekt auf viele andere für den Holzbau relevante Normen. Dieses Prinzip der Trennung erleichtert deren Bearbeitung. Daraus resultiert allerdings eine schier endlose Zahl an Normen insbesondere zu den Baustoffen.

Um für den Anwender das Auffinden von Informationen zu erleichtern wurde seitens des Herausgebers dieser Broschüre ein umfangreicher Baustoffkatalog „ProfiWissen 1x1 der Holzprodukte“ [31], geschaffen. Neben den Kenndaten wird ein breites Grundlagenwissen vermittelt.



In Abschnitt Abschn. 5. „Tragfähigkeit von Holz“ ab Seite 181 sind Festigkeiten und statische Kennwerte einiger Hölzer und Holzwerkstoffe zusammengestellt.

### Bemessung nach Eurocode

In der Tragwerksplanung nach Eurocode wird nachgewiesen, dass einer Einwirkung (einer Last) ein ausreichend großer Widerstand (eine Festigkeit) entgegensteht, um mit einer ausreichend großen Wahrscheinlichkeit ein Versagen des Bauteils zu verhindern.

Dabei wird unterschieden in zweierlei nachzuweisende Grenzzustände. Zum einen ist das der sogenannte Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT). Dieser stellt eine Gefahr für die Tragfähigkeit oder Stabilität des Bauteils und damit möglicherweise für Leib und Leben dar.

Weiterhin ist für manche Bauteile der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) nachzuweisen. Bei diesem besteht keine direkte Gefahr des Versagens der Tragfähigkeit. Vorrangig geht es dabei um die Dauerhaftigkeit und das Erscheinungsbild des Gebäudes sowie um das Wohlbefinden der nutzenden Menschen. Im Holzbau sind das beispielsweise Nachweise der maximalen Durchbiegung von Biegeträgern, der Verformung von Wandscheiben, um bspw. Rissbildungen zu vermeiden oder des Schwingungsverhaltens von Geschossdecken. Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit kann früher eintreten als der der Tragfähigkeit. Das führt dazu, dass diese Bauteile für ein ansprechendes Erscheinungsbild oder das Ausbleiben unangenehm schwingender Decken größer dimensioniert werden als es für die reine Tragfähigkeit notwendig wäre. Lasten sowie Festigkeiten werden dabei unterschieden in „charakteristische Werte“ und „Bemessungswerte“ (auch „Designwerte“).

### Charakteristische Werte

Die charakteristischen Werte sind statistische Grundwerte. Beispielsweise das Gewicht eines Bauteils, die maximal zu erwartende Belastung einer Geschossdecke durch wohntypische Nutzung (Einwirkungsseite) oder die Biegefestigkeit eines sortierten Nadelholzes (Widerstandsseite). Die Werte auf der Einwirkungsseite sind dabei so gewählt, dass statistisch 95 % aller Fälle unterhalb dieses Wertes liegen (95 %-Quantil). Bei Festigkeiten wird das 5 %-Quantil gewählt, bei dem statistisch lediglich 5 % der Werte niedriger ausfallen (siehe Abb. C8.2). Charakteristische Werte werden mit einem tiefgestellten  $k$  gekennzeichnet (beispielsweise  $G_k$  für eine char. Gewichts-Einzellast oder  $g_k$  für eine char. Gewichts-Streckenlast).

### Bemessungswerte und Sicherheiten

Um das gewünschte Sicherheitsniveau zu gewährleisten, muss der Abstand zwischen Einwirkung und Widerstand durch Zu- und Abschläge vergrößert werden. Die mit diesen Faktoren beaufschlagten Werte der Einwirkungen und Widerstände werden als Bemessungswerte oder Designwerte bezeichnet und mit einem tiefgestellten  $d$  gekennzeichnet.

Eine Verwechslung dieser Kategorien ist unbedingt zu verhindern. Wird in einem Verbindungsmittelkatalog beispielsweise ein charakteristischer Wert für die Tragfähigkeit eines Zugankers angegeben, ist dies nicht die Last, mit der der Anker tatsächlich beaufschlagt werden darf, seine Festigkeit muss zuvor mit den entsprechenden Abschlägen reduziert werden. Ein Beispiel zur Ermittlung der Bemessungswerte für Einwirkungs- und Widerstandsseite findet sich auf Seite 168.

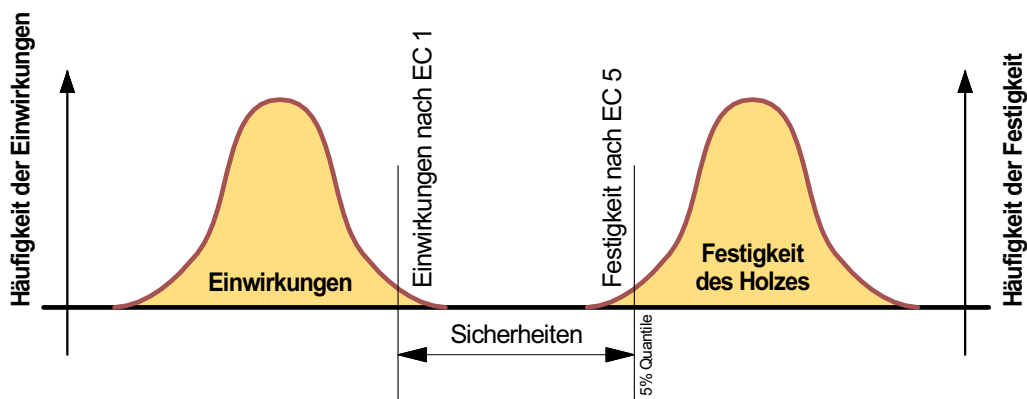


Abb. C8.2  
Prinzip der  
charakteristischen Werte  
im Bemessungsmodell  
des Eurocode.

### Das Prinzip der Teilsicherheitsbeiwerte

Anstatt auf pauschale Sicherheitszuschläge zu setzen, arbeitet der Eurocode mit dem sogenannten semiprobabilistischen Sicherheitskonzept. Dieses arbeitet mit verschiedenen Teilsicherheitsbeiwerten, die sowohl der Einwirkungs- als auch der Widerstandsseite zugeschlagen werden. Dadurch wird die Bemessung zwar komplexer, dafür lassen sich die Sicherheitsmargen jedoch je nach Situation differenzierter und angemessener steuern. Das Sicherheitsniveau liegt dabei in etwa auf dem der vorhergehenden nationalen Bemessungsnorm DIN 1052.

Auf der Einwirkungsseite lassen sich ständige Lasten, etwa Gewichtslasten, genauer bestimmen als veränderliche Lasten wie beispielsweise Windlasten oder Verkehrslasten aus der Nutzung durch den Menschen. Um diesen unterschiedlich großen Unsicherheiten bei den Einwirkungsgrößen Rechnung zu tragen, erhalten die Annahmen veränderlicher Lasten einen höheren Zuschlag als die Annahmen ständiger Lasten.

Günstige, stabilisierende ständige Einwirkungen werden geringer bemessen als ungünstige. Stabilisierend wirkende veränderliche Lasten dürfen nicht angesetzt werden.

	ständige Einwirkung $\gamma_G$	veränderliche Einwirkung $\gamma_Q$
günstig / stabilisierend	0,9 / 1,0	0
ungünstig / destabilisierend	1,35	1,5

Tab. C8.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen auf Tragwerke

Wie die Höhe der Einwirkungen unterliegen auch die Festigkeiten eingesetzter Materialien unterschiedlich hoher Streuung. Die mechanischen Eigenschaften von Stahl lassen sich mit höherer Genauigkeit reproduzieren als die von Vollholzprodukten oder Holzwerkstoffen. Aufgrund des Rohstoffes unterliegen diese etwas größeren Schwankungen. Das zeigt sich in unterschiedlich hohen materialbezogenen Abschlägen auf die anzusetzenden Festigkeiten (Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,1$  für Stahl und  $\gamma_M = 1,3$  für Holz)

### Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer (NKL, KLED und $k_{mod}$ )

Holz ist ein hygroskopischer Werkstoff. Seine mechanischen Eigenschaften, so auch seine Festigkeit, ändern sich in Abhängigkeit des umgebenden Klimas. In diesem Zusammenhang wurden 3 klimaabhängige Nutzungsklassen (NKL) mit den zu erwartenden Holzfeuchten definiert (siehe dazu Abschn. C3. „Nutzungsklassen und die Klimabedingungen“ ab Seite 95).

Der Bemessungswert der Festigkeit des Holzes ist darüber hinaus abhängig von der Dauer der Lasteinwirkung. Je länger die Beanspruchung, um so geringer die Festigkeit des Materials. Diesen Umstand berücksichtigt die Einordnung der Einwirkungen in eine „Klasse der Lasteinwirkungsdauer“ (KLED) Anhand der beiden Parameter der NKL und der KLED wird der Modifikationsbeiwert  $k_{mod}$  ermittelt, mit dem die charakteristische Festigkeit des Holzes situationsbedingt abgemindert wird (siehe Tab. C8.5).

Bezeichnung	Dauer	Beispiele
sehr kurz	bis eine Minute	Anpralllasten
kurz	bis eine Woche	Wind, Schnee <sup>a</sup>
mittel	bis 6 Monate	Nutzlasten <sup>b</sup> , Schnee <sup>c</sup>
lang	bis 10 Jahre	Nutzlasten <sup>d</sup>
ständig	ab 10 Jahre	Eigengewicht

Tab. C8.4 Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)

<sup>a</sup> Bei Geländehöhen unter 1000m über N.N.

<sup>b</sup> z. B. bei Spitzböden, Wohn- u. Aufenthaltsräumen, Büroflächen.

<sup>c</sup> Bei Geländehöhen über 1000m über N.N.

<sup>d</sup> z. B. Fabriken, Werkstätten, Lagerräume.

Mit dem dem materialbedingten Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M$  und dem Modifikationsbeiwert  $k_{mod}$  wird aus der charakteristischen Festigkeit der Bemessungswert bestimmt.

Holz, Holzwerkstoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			ständig	lang	mittel	kurz	sehr kurz
Vollholz↑	EN 14081-1	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Brettschichtholz	EN 14080	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Sperrholz	EN 636	1, 2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90

Tab. C8.5 Modifikationsbeiwerte  $k_{mod}$  für Holz und Holzwerkstoffe nach DIN EN 1995-1-1 (auszugsweise)

**Beispiel**

Bemessen werden soll eine Deckenbalkenlage (Biegeträger) für die Belastung aus der Nutzlast der Wohnnutzung. Der char. Wert der Biegefestigkeit des Balkenquerschnittes wird mit den Beiwerten abgemindert zum Bemessungswert:

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,6 * \frac{24 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 11,1 \text{ N/mm}^2$$

Abb. C8.6 Ermittlung des Bemessungswertes einer Festigkeit

Auf der Belastungsseite wird der charakteristische↑ Wert der Einwirkung beaufschlagt mit dem entsprechenden Teilsicherheitsbeiwert. Mit diesem Wert wird der Maximalwert der Biegespannung ermittelt, die auf den Balkenquerschnitt einwirkt. Im Nachweis wird die maximale Biegespannung der Festigkeit des Holzes gegenübergestellt.

$$F_{Ed} = \gamma_Q * F_{Ek} = 1,5 * 2,0 \text{ kN/m}^2 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Abb. C8.7 Ermittlung des Bemessungswertes einer Einwirkung

Kennwert		Kriterium	Wert	Quelle
$f_{m,k}$	Bemessungswert der Biegefestigkeit	Nadelholz C24	24 N/mm <sup>2</sup>	Tab. C8.43
$k_{mod}$	Modifikationsbeiwert Dauer/Feuchte	NKL 1, KLED mittel	0,6	Tab. C8.5
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert, materialbezogen	Vollholz↑	1,3	Seite 167
$\gamma_Q$	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen	ungünstige veränderliche Einwirkung	1,5	Seite 167
$F_{Ek}$	charakteristischer↑ Wert der Einwirkung	Kat. A3	2,0 kN/m <sup>2</sup>	Tab. C8.11

Tab. C8.8 Kennwerte zur Ermittlung der Bemessungswerte

**Kombinationsbeiwerte**

Wird ein Bauteil durch mehrere Lastfälle unterschiedlicher Lasteinwirkungsdauer beansprucht, ist es unwahrscheinlich, dass sich alle Lasten zeitgleich in voller Höhe überlagern. Um diesen Umstand zu berücksichtigen, werden Lastfallkombinationen erzeugt. Darin wird jeweils ein Lastfall als vorherrschend angenommen und mit vollem Teilsicherheitsbeiwert angesetzt. Alle weiteren Fälle werden durch den Kombinationsbeiwert  $\Psi_0$  abgemildert. Für die Betrachtung von Verformungen wird der Wert  $\Psi_2$  verwendet.

$$\sum \gamma_G * G_k + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_Q * \Psi_0 * Q_k$$

Abb. C8.9 Schema für das Bilden der Lastfallkombinationen in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

	Tragfähigkeit	Gebrauchstauglichkeit
	$\Psi_0$	$\Psi_2$
Wohnräume	0,7	0,3
Lagerräume	1,0	0,8
Windlasten	0,6	0,0
Schneelasten <sup>a</sup>	0,5	0,0

Tab. C8.10 Kombinationsbeiwerte  $\Psi$  für Einwirkungen

<sup>a</sup> Bis 1.000 m Geländehöhe.

# 1. Lastannahmen

Die charakteristischen  $\uparrow$  Werte anzusetzender Lasten sind im Eurocode 1 (DIN EN 1991-1) und den nationalen Anhängen angegeben. Dort finden sich zahlreiche Angaben zu charakteristischen  $\uparrow$  Eigenlasten von Baustoffen, Bauteilen wie Dacheindeckungen  $\uparrow$  einschliesslich der

Unterkonstruktion, von Schütt- und Stapellasten sowie Lagerstoffen. Ebenso finden sich Angaben zu Nutzlasten aus der Nutzung von Gebäuden sowie Berechnungsmethoden für den Ansatz von Wind- und Schneelasten.

Kategorie	Nutzung	Beispiele	Flächenlast $q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Einzellast $Q_k$ [kN]	
A	A1	Spitzböden	Für Wohnzwecke nicht geeigneter, aber zugänglicher Dachraum bis 1,80 m lichter Höhe.	1,0	1,0
	A2	Wohn- und Aufenthaltsräume	Decken mit ausreichender Querverteilung der Lasten; Räume und Flure in Wohngebäuden, Bettenräume in Krankenhäusern, Hotelzimmer einschl. zugehöriger Küchen und Bäder.	1,5	—
	A3 <sub>a</sub>		wie A2, aber ohne ausreichende Querverteilung der Lasten.	2,0	1,0
B	B1	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät, Stationsräume, Aufenthaltsräume einschl. der Flure.	2,0	2,0
	B2		Flure und Küchen in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen, Flure in Internaten usw.; Behandlungsräume in Krankenhäusern, einschl. Operationsräume ohne schweres Gerät; Kellerräume in Wohngebäuden.	3,0	3,0
T	T1	Treppen und Treppenpodeste	Treppen und Treppenpodeste der Kategorie A	3,0	4,0
	T2		Treppen und Treppenpodeste der Kategorien B bis E	4,0	4,0
Z <sup>b</sup>	1	Balkone	Flächen von Verkaufsräumen bis 50 m <sup>2</sup> Grundfläche in Wohn-, Büro- und vergleichbaren Gebäuden.	4,0	2,0

Tab. C8.11 Nutzlasten für Decken nach dem nationalen Anhang (NA) der DIN EN 1991

<sup>a</sup> Die Kategorie A3 „ohne ausreichende Querverteilung“ betrifft bspw. Holzbalkendecken.

<sup>b</sup> eine Überlagerung mit Schneelasten ist dabei nicht erforderlich

## Nutzlasten

Tab. C8.11 zeigt für die statischen Nachweise anzusetzende lotrechte Gewichtslasten auf Decken, Treppen und Balkone. Es wird nach Nutzung des Gebäudes in 7 Kategorien unterschieden. Dabei sind zwei Belastungssituationen nachzuweisen. Zum einen ist die gesamte Nettofläche des Bauteils mit der angegebenen Flächenlast  $q_k$  zu beaufschlagen, in einem weiteren Nachweis wird die Einzellast  $Q_k$  an ungünstigster Stelle angesetzt.

## Windlasten

Für nicht schwingungsanfällige Gebäude bis zu einer Höhe von 25m kann in einem vereinfachten Verfahren der maßgebende Geschwindigkeitsdruck tabellarisch ermittelt werden. Das Bundesgebiet ist dafür in 4 Windzonen unterteilt, die charakteristischen  $\uparrow$  Lasten reichen für Gebäude bis 10 m Höhe von 0,50 kN/m<sup>2</sup> in der Windzone 1 bis zu 1,4 kN/m<sup>2</sup> auf den Nordseeinseln.

Mit diesen Werten werden die Druck- und Sogbelastungen auf Wände und Dächer von Gebäuden ermittelt. Die Bemessung erfolgt in Abhängigkeit der Gebäudeabmaße, sowie der Dachform und -neigung und ist selbst bei einfachen Gebäudegeometrien recht komplex.

Die Abb. C8.12 zeigt ein beispielhaftes Gebäude von 8 x 10 m Grundfläche und einer Gesamthöhe von etwa 8 m in der Windzone 2, beispielsweise im mittleren Niedersachsen oder in Sachsen-Anhalt

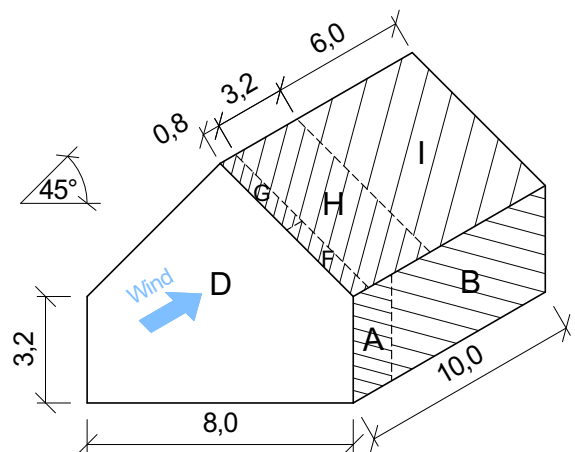


Abb. C8.12 Einteilung der Wand- und Dachflächen nach EC 1. Bei Wind auf die Giebelwand (Bereich D) entsteht dort Winddruck, in allen anderen Bereichen entsteht Sog in unterschiedlicher Höhe.

Die nachfolgenden Schnittzeichnungen zeigen die Größenordnungen, vor allem von Windsog. Diese sind selbst an einem kleinen, niedrigen Gebäude erheblich. Angegeben sind charakteristische  $\uparrow$ , also statistische Werte ohne Teilsicherheitsbeiwerte.

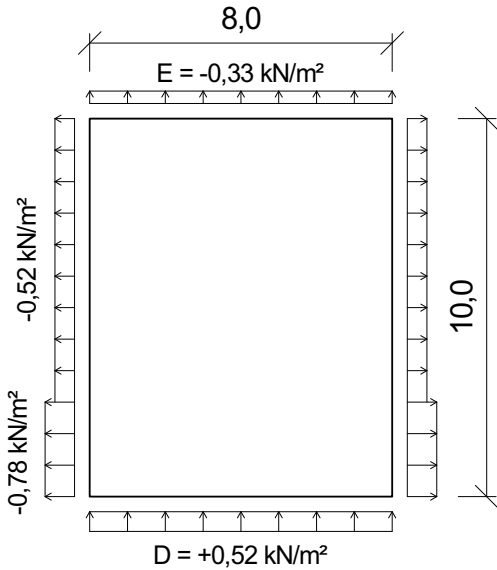


Abb. C8.13 Der Windsog an den Flächen rechtwinklig zur Windrichtung übersteigt den direkten Winddruck erheblich. Hier wird mit Windsog von bis zu knapp  $80 \text{ kg/m}^2$  gerechnet, während der direkte Winddruck bei gut  $50 \text{ kg/m}^2$  liegt.

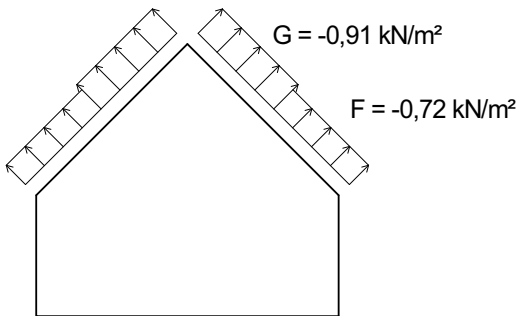


Abb. C8.14 An den Dachflächen entstehen Bemessungs-Sogwerte zwischen gut  $30 \text{ kg/m}^2$  (Bereich I) und über  $90 \text{ kg/m}^2$  im Bereich G (charakteristisch).

### Schneelasten

Die in Tragsicherheitsnachweisen anzunehmenden Schneelasten werden in Abhängigkeit der Schneelastzone (SLZ) und der Höhe über dem Meeresniveau ermittelt. Berechnet wird zunächst der charakteristische  $\uparrow$  Wert für die „Schneelast auf dem Boden“ (siehe Tab. C8.16). Dabei handelt es sich um 50jährige 98%-Quantile.

In Gemeinden, die dem „norddeutschen Tiefland“ zuzuordnen sind, wird zusätzlich eine „außerordentliche Bemessungssituation“ mit erhöhten Lasten berücksichtigt. Dies gilt westlich Hannover oberhalb von  $52,5^\circ\text{N}$  und östlich Hannover oberhalb von  $52,0^\circ\text{N}$ .

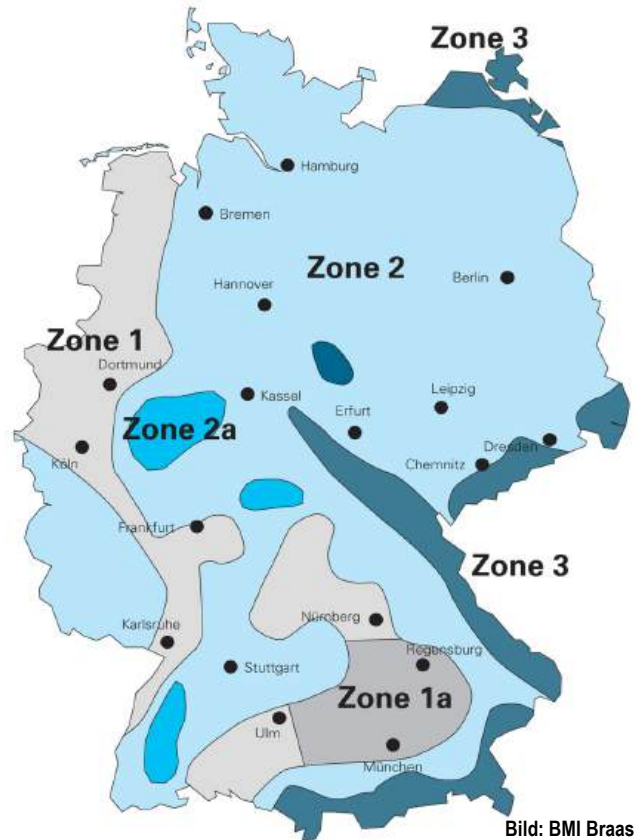


Bild: BMI Braas

Abb. C8.15 Einteilung des Bundesgebietes in Schneelastzonen nach DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04

Zone	Ortshöhe ü. NN	char. Schneelast $s_k$
1	bis 400 m	0,65 kN / m <sup>2</sup>
	800 m	1,58 kN / m <sup>2</sup>
2	bis 285 m	0,85 kN / m <sup>2</sup>
	800 m	3,17 kN / m <sup>2</sup>
3	1200 m	6,19 kN / m <sup>2</sup>
	bis 255 m	1,10 kN / m <sup>2</sup>
	1000 m	6,86 kN / m <sup>2</sup>
	1500 m	13,86 kN / m <sup>2</sup>

Tab. C8.16 Beispielhafte Schneelasten nach [17]

In den Zonen 1a, 2a bzw. 3a sind die Lasten der Zonen 1, 2 bzw. 3 mit dem Faktor 1,25 zu erhöhen.

Für die Ermittlung der Lasten auf dem Dach werden diese Werte abhängig von Dachform und -neigung mit einem Formbeiwert multipliziert. Dabei werden zwei Fälle betrachtet. Der Fall ohne Wind (und zusätzlich der Fall, in dem Wind zu Verwehungen auf dem Dach führt. Diese können vor allem an aneinanderggebauten Dächern, Kehlen und aufgehenden Wänden zu erheblichen Zusatzlasten führen.

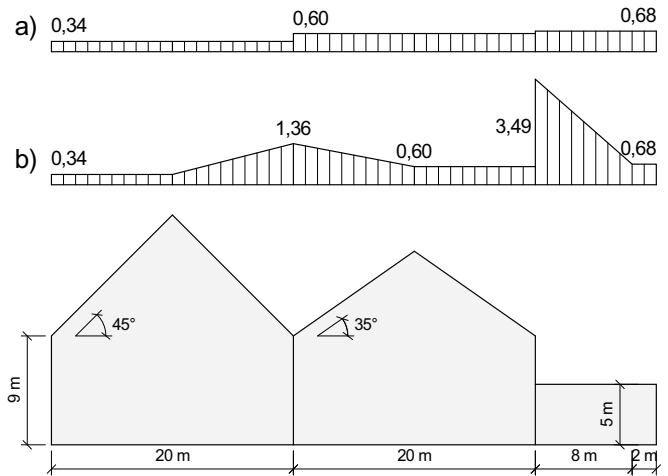


Abb. C8.17 Beispielhafte Schneelasten auf aneinanderggebauten Dachflächen in der SLZ 2 auf 280 m Höhe. Fall a) ohne und Fall b) mit Verwehungen.

## 2. Wandscheiben

Neben vertikalen Lasten sind Gebäude auch horizontalen Belastungen ausgesetzt. Diese entstehen vornehmlich durch Wind, jedoch beispielsweise auch durch Erdbeben oder Schrägstellungen von Bauteilen. Um diesen Lasten zu widerstehen und schädliche Bewegungen des Gebäudes zu verhindern, werden räumlich aussteifende Elemente benötigt. Beginnend im Dach werden die Horizontallasten bis in die Gründung weitergeleitet.

Aussteifende Elemente in der Ebene der Wände werden geschossweise benötigt. Diese leiten die Lasten, ggf. über Deckenscheiben (siehe Seite 176), in das darunterliegende Geschoss bzw. die Gründung weiter. Im Holzrahmenbau werden dafür systembedingt in erster Linie aussteifende Scheiben, also mit Holzwerkstoffplatten beplankte Holzrahmenelemente eingesetzt. Es sind aber auch andere aussteifende Konstruktionen wie Auskrenzungen mit Zugdiagonalen, Druck- oder Zugstreben, eingespannte Stützen oder eine Mischung aus diesen Systemen möglich.

Ob Dach- oder Deckenscheiben notwendig sind, hängt von der Konstruktion des Gebäudes ab. Stehen zu wenige oder ungünstig angeordnete aussteifende Wände zur Verfügung, werden sie benötigt, um die horizontalen Lasten auf die Wandscheiben des darunter liegenden Geschosses zu verteilen und in diese einzuleiten.

Wirtschaftlichkeit und Flexibilität sind wichtige Faktoren bei der Wandproduktion in der Zimmererei. Die einfache Planung und Fertigung erhöht die Effizienz. Das Raster 625 mm ist auf die Plattenwerkstoffe abgestimmt und hat sich bewährt.

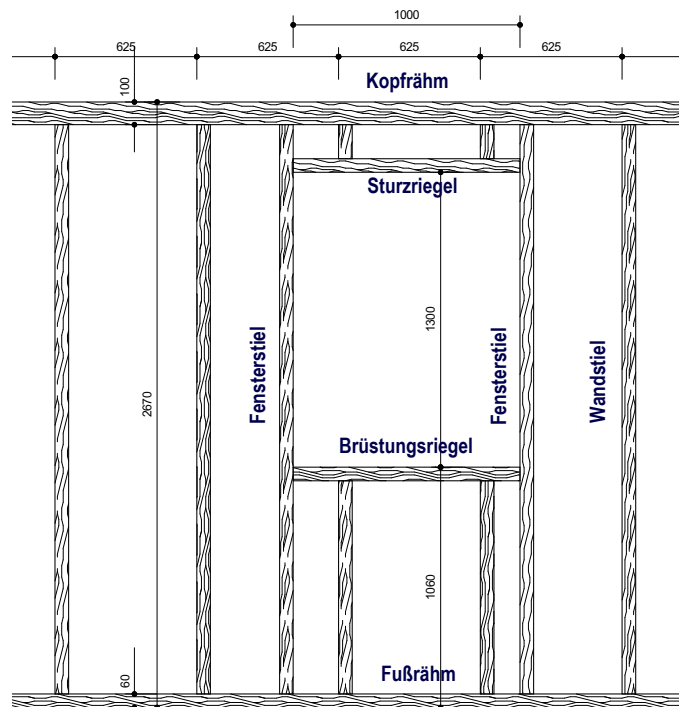


Abb. C8.18 Typisches Rahmenwerk: Ständerabstand 625 mm, Wandhöhe hier 2670 mm. Für den Fensterausschnitt werden zusätzliche Fensterstiele (Rippen) gestellt.

### Anordnung der Wandscheiben

Statisch sinnvoll ist die Anordnung von Wandscheiben mindestens in den umlaufenden Außenwänden sowie einigen Innenwänden des Gebäudes. Sind die aussteifenden Wandscheiben in ausreichender Zahl vorhanden und gleichmäßig verteilt, ist die Bemessung günstig (Abb. C8.19 und Abb. C8.20).

Wandscheiben können ein- oder beidseitig beplankt wirken. Für die Bemessung angesetzt werden sollten Wandbereiche mit einer Mindestbreite von 60 cm. Wandteile mit Tür- oder Fensteröffnungen können nicht als aussteifend angenommen werden.

Die Windkräfte werden in zwei rechtwinklig zueinander stehenden Ebenen untersucht (Abb. C8.19 und Abb. C8.20).

Das Beispiel der unteren Abbildungen zeigt eine besonders günstige Verteilung der Wandscheiben. Hier könnte möglicherweise auf die Ausbildung einer Deckenscheibe verzichtet werden.

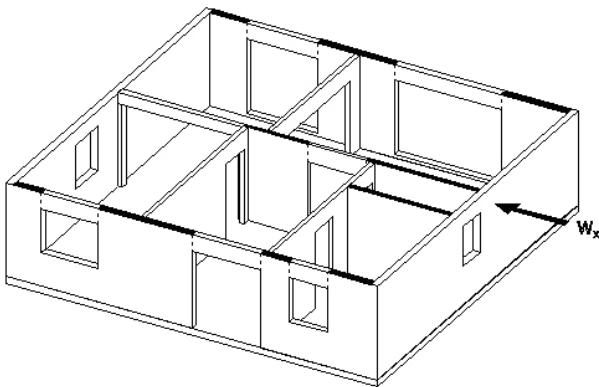


Abb. C8.19 Statisch nutzbare Wandscheiben für den Lastfall  $W_x$  (am Wandkopf schwarz markiert)

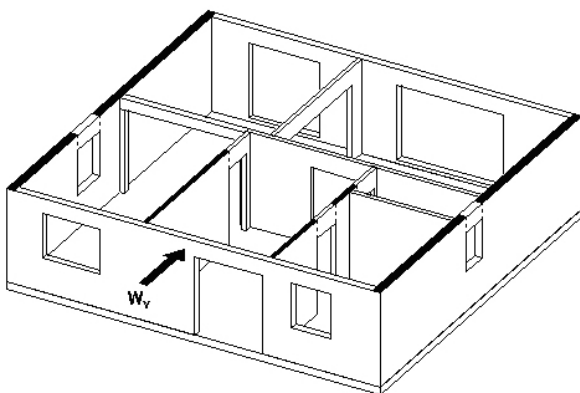


Abb. C8.20 Statisch nutzbare Wandscheiben für den Lastfall  $W_y$  (am Wandkopf schwarz markiert)

### Konstruktionsregeln

Tafeln werden nur an den Randstielen verankert. Die einzelnen Tafелеlemente werden mit den typischen Holzwerkstoffplatten hergestellt. Ein Tafелеlement hat oftmals die Breite 1,25 Meter. Mehrere Tafелеlemente werden durch Verklammerung auf den Stoßrippen zu einer größeren Tafel zusammengefügt (Bild). Somit ist eine Verankerung nur auf den Randrippen der entstandenen Tafeln erforderlich (Siehe „Verankerung“ auf Seite 175).

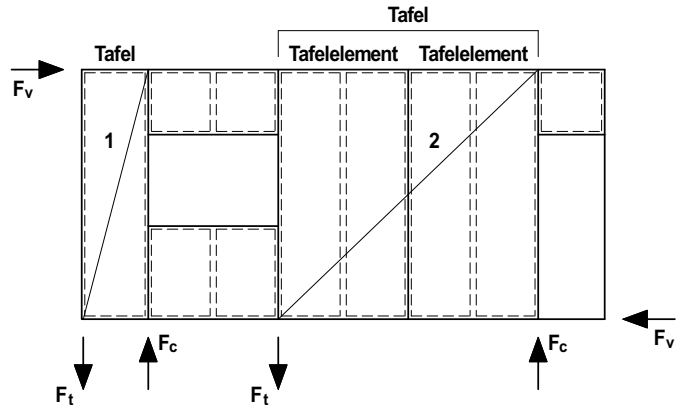


Abb. C8.21 Die Lasteinleitung der horizontalen Kräfte erfolgt am Kopfrahm in der Ebene der Tafel. Durch die in sich steifen Elemente entstehen in den Randstielen der einzelnen Tafeln abhebende Zugkräfte ( $F_t$ ) und Druckkräfte ( $F_c$ ).

→ Je größer die Länge der Wandscheiben, desto größer der Hebel zwischen den Randstielen ( $F_c$  und  $F_t$ ) der einzelnen Scheiben und desto geringer deren Anschluss- / Verankerungskräfte.

Für das Bauraster 625 mm ist eine „untermaßige“ Plattenbreite von 1,247 m sinnvoll. Auf diese Weise wird eine notwendige Fuge von ca. 3 mm gewährleistet. Die Auslieferungsfuchte  $\uparrow$  von Holzwerkstoffen kann durchaus nur 6 % betragen. Somit feuchten die Platten nach der Montage auf. Die Fugen gleichen die Plattendehnungen aus (in den Zeichnungen der Tab. C8.27 angedeutet). Werden Holzwerkstoffplatten mit einer Breite von exakt 1,25 Metern geliefert, wäre es eine Option das Bauraster auf einen Ständerabstand von 627 mm zu erhöhen.

Um unzuträgliche Bewegungen des Gebäudes durch Horizontallasten zu verhindern, müssen die Wandscheiben eine ausreichende Steifigkeit aufweisen. Diese wird durch die Festigkeit der eingesetzten Werkstoffe, deren ausreichende Verbindung untereinander und den Einsatz möglichst großer Formate der Plattenwerkstoffe und Wandtafeln  $\uparrow$  gewährleistet.

Die eingesetzten Platten sollen eine Breite von mindestens 1,25 m aufweisen. Der Einsatz kleinformatiger Platten () und die dadurch entstehende große Anzahl an Plattentößen führt zu einer weichen Konstruktion. „Verlegeplatten“ mit einer Plattenbreite von 67,5 cm sind für die Gebäudeaussteifung ungeeignet. Eine Nut-Feder-Verbindung der Platten wird nicht benötigt, ist sogar hinderlich.

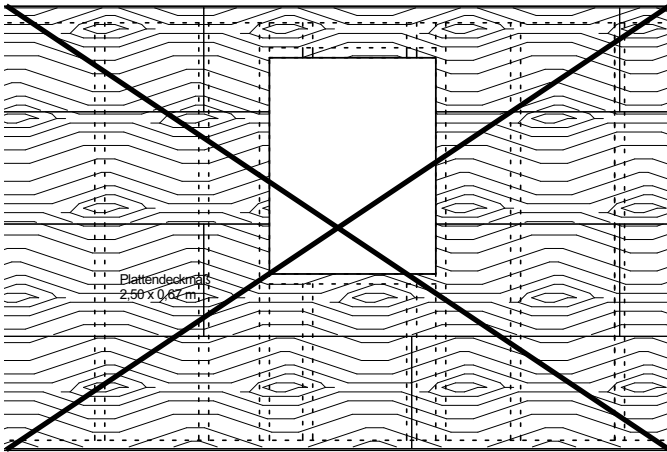


Abb. C8.22 Auch mit den Querstößen auf den Stielen ist diese Beplankung für die Aussteifung unzulässig. Nur ein hinterlegter horizontaler Stoß über die gesamte Höhe der Wand ist zulässig.



Abb. C8.23 Die Innenbeplankung im Holzrahmenbau erfolgt sehr effizient mit großformatigen OSB-Platten im geschosshohen Format

Nicht nur steifer, sondern auch deutlich effizienter ist der Einsatz von geschosshohen Platten mit einer Breite von 1,25 m (Abb. C8.23). Aus diesem Grund werden OSB-Platten über 2,5 m hinaus in verschiedenen Längen produziert. Mit 2,65 m, 2,8 m, 3,0 m und 3,3 m hohen Platten lassen sich Wandtafeln für Holzrahmenbauten verschnittarm herstellen.

#### „Rippen“ (Kopf- und Fußrähme, Stiele, vgl. Abb. C8.18)

- Regelmäßig angeordnete Stiele („lotrechte Rippen“)
- Kopf- und Fußrähm durchgehend („Fuß- und Kopfrippe“)
- Fußrähm vollflächig tragend unterfüttert und regelmäßig (etwa alle 1,5 m) lagegesichert (Siehe „Verankerung“ auf Seite 175)

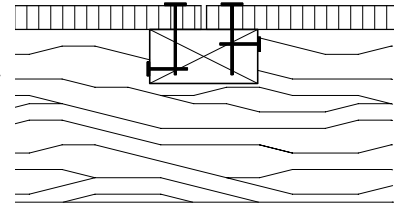
#### Beplankung ↑ (siehe Abb. C8.21)

- Beplankung ↑ mit großformatigen (Breite mind. 1,25 m, Höhe möglichst geschosshoch), für den Zweck zugelassenen Holz- oder Gipswerkstoffplatten
- Plattenbreite mind. 1/4 der Scheibenhöhe
- Max. 1 horizontaler Stoß, schubsteif hinterlegt (siehe Abb. C8.24)

- Vertikale Stöße nur auf Wandstielen zulässig
- Einzelne Öffnungen max. 20 cm x 20 cm, Gruppen kleinerer Öffnungen in Summe max. 1/10 der Tafellänge, bzw. -höhe Verbindungsmittel
- Verbindungsmittelabstand  $a_v$  (siehe ) umlaufend an allen Plattenrändern konstant
- Auf Innenstielen ohne Plattenstoß und -rand darf der Abstand auf das Doppelte vergrößert werden.
- notwendige Abstände zu den Rändern der Hölzer und Platten sowie der Verbindungsmittel untereinander sind einzuhalten (Tab. C8.27)

Abb. C8.24

Horizontale Plattenstöße müssen schubsteif miteinander verbunden sein. Dafür wird bei freien Stößen ein Stoßholz hinterlegt, auf dem die Plattenränder im Abstand  $a_v$  angeschlossen werden.



#### Abschätzung der notwendigen Länge von Wandscheiben

Mit Hilfe untenstehenden Diagramms (Abb. C8.25) kann die erforderliche Wandscheibenlänge je Geschosß abgeschätzt werden. Dem Diagramm liegt eine zulässige Belastung der Wandscheiben von  $FH = 3,3 \text{ kN} / \text{Raster}$  (1 Raster = 1,25 m) zugrunde. Diese Aussteifungslast kann in der Regel von statisch einseitig beplankten Wänden aufgenommen werden. Zudem sind bei diesen Belastungen die Anschlüsse zwischen Deckenscheibe und Wandscheiben sowie die Verankerungen der Wandscheiben noch ohne besonderen Aufwand herstellbar.

Von beidseitig beplankten Wandscheiben können auch höhere Aussteifungslasten von z. B.  $7,0 \text{ kN} / \text{Raster}$  und höher aufgenommen werden. Beim Ansatz dieser hohen Belastungen werden die erwähnten Anschlüsse und Verankerungen aufwendig.

Beispiel: Die Gebäudelänge beträgt 12,0 m, die Gebäudehöhe 7,5 m. Dann würden im Erdgeschoss überschlägig 14 Stk. Wandscheiben (Breite 1,25 m) mit der Gesamtlänge von 17,50 m benötigt. Der Einfluß aus der Dachneigung ↑ und die Minderfläche eines Giebeldreiecks werden bei dieser Abschätzung als ähnlich bewertet.

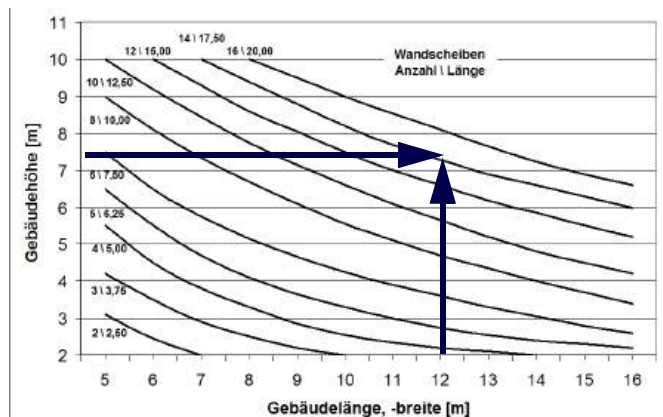


Abb. C8.25 Überschlägige Ermittlung notwendiger Wandscheiben

**Verbindungsmittel**

Als Verbindungsmittel im Holzrahmenbau werden heute standardmäßig Klammern eingesetzt, die mit druckluftgetriebenen Geräten ("Schussgeräten") eingebracht werden. Vielfach werden Geräte eingesetzt, die die Verarbeitung weiter erleichtern:

- Tiefenbegrenzer verhindern einen übergroßen Eintrieb.
- Zeitlich gesteuerte Auslösung oder Auslöseimpulse pro Wegstrecke.
- Schrägstellung des Magazins um 30°, um die erforderliche Klammerschrägstellung bei gleichzeitiger ergonomischer Handhabung sicherzustellen.
- Schienengeführter automatischer Vortrieb, um den Randabstand Platte / Holz sicherzustellen.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C8.26 Führungsvorrichtung zum Einhalten der Randabstände

Verbindungsmittel		Klammer <sup>a</sup>	Nagel (glatt) <sup>b</sup>	Schraube
Beispiel für einen Querschnitt		1,53 x 11 x 45 mm	2,5 x 45 mm	4,0 x 45 mm
Abstände untereinander		mind. 15 x d = ca. 23 mm max. 80 x d = ca. 122 mm	mind. 5 x d = 12,5 mm max. 80 x d = 200 mm	mind. 5 x d = 20 mm max. 80 x d = 320 mm
Mindestrohndichte des Holzes		keine Anforderungen	$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ (ohne Vorbohren)	keine Anforderungen
Systemzeichnung zum Plattenstoß				
Mindestabstand zum Plattenrand $\perp$	belastet	7 · d (zum Schenkel)	7 · d	
	unbelastet	3 · d (zum Schenkel)	3 · d	
Mindestabstand zum Holzrand $\perp$	belastet	20 · d (Rückenmitte)	7 · d	10 · d
	unbelastet	10 · d (Rückenmitte)	5 · d	5 · d
Mindestabstand untereinander II		15 · d	10 · d	12 · d
Mindestabstand untereinander $\perp$		15 · d	5 · d	5 · d
maximaler Abstand untereinander II		80 · d	40 · d 80 · d (nur aussteifend) 80 · d (Mittelrippe)	80 · d

Tab. C8.27 Randbedingungen für die Befestigung im Holzrahmenbau

<sup>a</sup> Aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von 800 N/mm<sup>2</sup>. Der Schaft muss mindestens zur Hälfte beharzt sein. Die Eignung der Klammer muss nachgewiesen sein.

<sup>b</sup> glattschaftig nach DIN EN 14592

## Verankerung

Im Grunde stehen Gebäude durch ihr Eigengewicht. Allerdings nur bis zu bestimmten Windlasten. Werden Grenzen überschritten, können Gebäude Schaden nehmen. Dies soll durch Verankerungen vermieden werden. Dabei wird jedes Geschoss einzeln betrachtet, man unterscheidet zwei Wirkungen der Windlasten.

1. Gebäude oder Geschosse können sich horizontal verschieben. Dagegen wirkt die Reibung der Wandauflager zum Unterbau, die jedoch in den Nachweisen nicht berücksichtigt wird. Holzbau-schwellen sind gegen das horizontale Verschieben grundsätzlich etwa alle 2-3 Gefache kraftschlüssig mit dem Unterbau zu verbinden (Abb. C8.28 und Abb. C8.29).

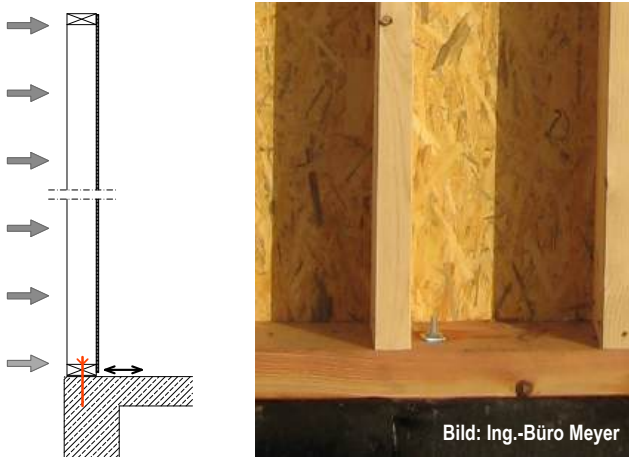


Abb. C8.28 Gegen das Verschieben der Wand werden Ankerdübel gesetzt.

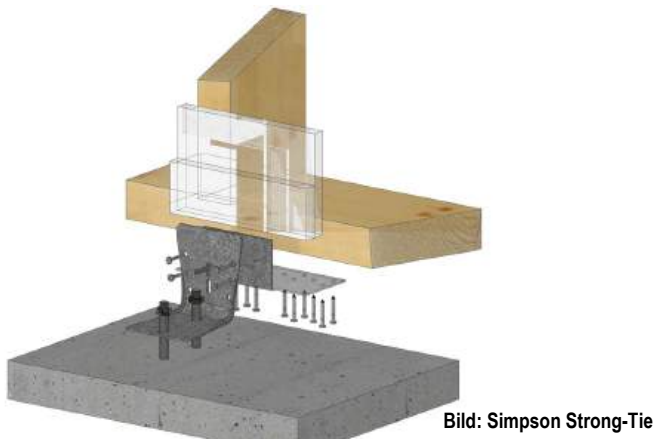


Abb. C8.29 Bei geschlossenen Wänden kann der Ankerdübel auch über einen Winkel mit der Wand verbunden werden (hier zweiteilig).

2. Durch die genannten Konstruktionsregeln sind die Wandscheiben in sich steif. Bei einer horizontalen Beanspruchung verformen sie sich daher nicht nennenswert. Das erzeugt in den Randstielen der einzelnen Tafeln jeweils eine Zug- und eine Drucklast (siehe Abb. C8.21 und Abb. C8.30).

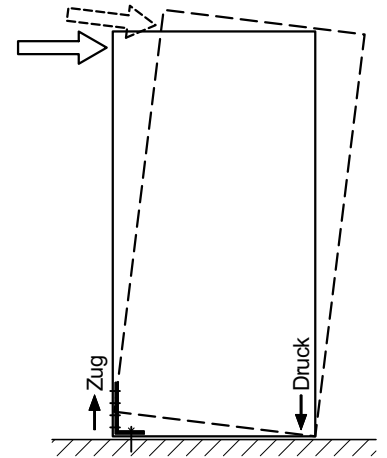




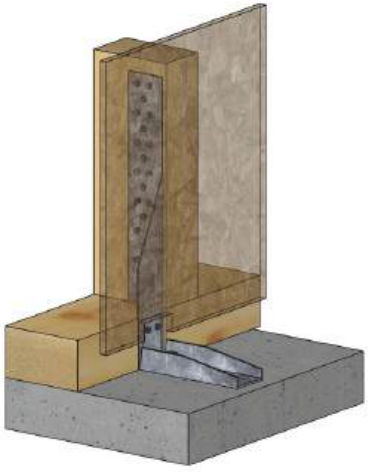
Abb. C8.30 Die steife Wandtafel verformt sich unter Lasteinwirkung quasi nicht. Die horizontal angreifende Windlast erzeugt eine vertikale Zuglast. Diese wird mittels Zuganker (Tab. C8.31) in die Gründung eingeleitet.

Die Drucklast wird dabei unproblematisch weitergeleitet. Bei der Zuglast sieht es anders aus. Durch das Eigengewicht des Gebäudes wird ein Teil der Zuglast überdrückt, aber nicht unbedingt vollständig. In der Regel fallen dennoch Zuglasten an. Je nachdem wie viele Wandscheiben vorhanden sind und Windlasten angreifen, fallen Zuglasten unterschiedlich aus. Verbleibende Verankerungslasten in der Größenordnung bis 10 kN sind üblich. Das entspricht etwa der Last einer Tonne.

Die Zugkraft entsteht dabei in den Randstielen der Tafeln. Das heißt einerseits, dass der Stiel zu verankern ist und nicht die Schwelle oder die Platte. Andererseits, dass es ausdrücklich um die Randstiele der einzelnen Tafeln geht. Dazwischenliegende Stiele oder solchen unter Fensteröffnungen werden nicht verankert (siehe Abb. C8.21). Randstiele können sich an Wandenden, Gebäudeecken oder seitlich der Fenster befinden.

Bei der Verankerung von Wandscheiben ist weiterhin zu beachten:

- Ob der Stiel indirekt durch die Beplankung  $\uparrow$  hindurch mit dem Zuganker verbunden werden darf, ist in der Zulassung des Verbinders geregelt. Zum Teil sind dafür Schrauben statt Nägeln einzusetzen (Tab. C8.31, Mitte)
- Um die volle Tragfähigkeit der Zuganker zu gewährleisten und Verformungen zu verhindern, werden bei den Produkten vom Hersteller konkrete „Nagelbilder“ bei Teilausnagelungen vorgeschrieben, die zwingend einzuhalten sind
- Auf die Dübel, die den Verbinder mit der Gründung verbinden, wirken je nach Ausführung des Verbinders möglicherweise höhere Kräfte ein, als auf den Verbinder selbst. Das hängt damit zusammen, dass durch den horizontalen Versatz zwischen Bolzen und Nägeln ein mehr oder weniger großes Zusatzmoment entsteht.
- Alternativ zu speziellen Verbindern werden auch Flachstahlbänder verwendet, die vor dem Betonieren positioniert und mit den Bewehrungsseisen der Gründung zugfest verbunden werden. Das erfordert sehr geringe Toleranzen bei der Ausführung
- Bei der Auswahl des Zugankers ist der Mindest-Randabstand zur Betonkante zu beachten.

 <p>Bild: Ing.-Büro Meyer</p>	 <p>Bild: Simpson Strong-Tie</p>	 <p>Bild: Simpson Strong-Tie</p>
<p>Ein typischer Zuganker zur Verwendung in einer offenen Innenwand. Durch das breite Nagelbild ist dieser Anker für Holzbreiten ab 100 mm gedacht.</p>	<p>Für den Einsatz durch eine Beplankungslage hindurch müssen bei manchen Verbindern statt Nägeln schräg eingebrachte Vollgewindeschrauben verwendet werden.</p>	<p>Ein zweiteiliges Produkt mit verdeckt liegendem Schenkel, der vor der Beplankung ↑ der Tafel montiert wird.</p>

Tab. C8.31 Verschiedene Verbinder für die Verankerung von Zuglasten

### 3. Deckenscheiben

Stehen zu wenige oder ungünstig angeordnete Wände für die Aussteifung zur Verfügung, werden Deckenscheiben benötigt, um die horizontalen Lasten auf die Wandscheiben des darunter liegenden Geschosses zu verteilen. Ein Beispiel einer solchen Situation ist in Abb. C8.32 dargestellt. Die Deckenscheibe wird dort als Kragträger betrachtet.

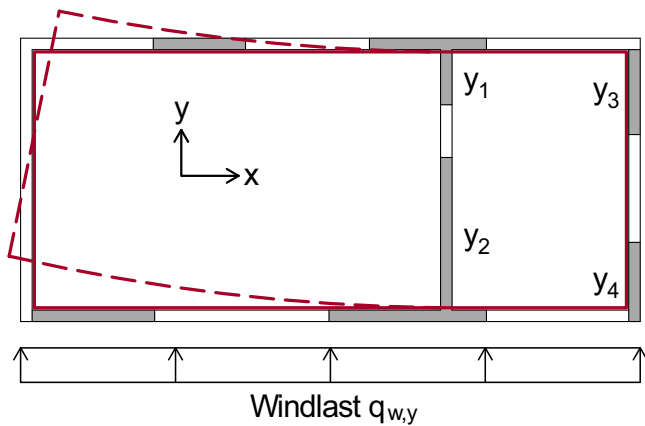


Abb. C8.32 Die Anordnung der aussteifenden Wände in diesem Grundriss ist für die Aussteifung in y-Richtung ungünstig. Die Deckenscheibe krägt über die aussteifenden Wände  $y_1$  und  $y_2$  hinaus nach links aus.

Ohne steife Deckenscheibe, wären unzutragliche Verformungen (gestrichelte Linie) unvermeidbar. Durch den großen Hebel der Windlast entsteht ein Drehmoment, dass von den Wandscheiben in x- sowie in y-Richtung aufgenommen werden. Doch auch ohne diese Auskragung können Deckenscheiben notwendig werden, die als liegender Biegeträger größere Abstände zwischen den Auflagern (Achsen mit aussteifenden Wandscheiben) überbrücken können (Abb. C8.33). Deckenscheiben leisten einen großen Beitrag zu einem verformungsarmen Gebäude und ermöglichen architektonischen Gestaltungsspielraum.

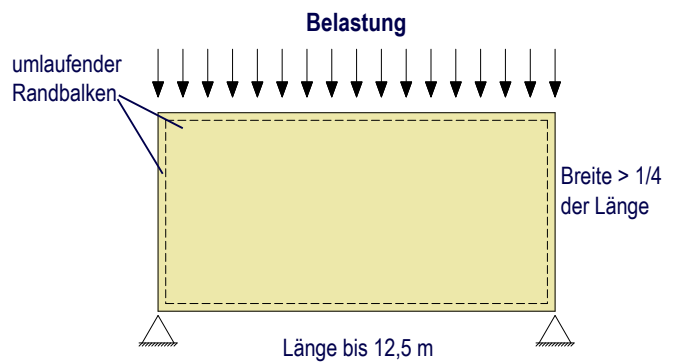


Abb. C8.33 Deckenscheibe als Einfeldträger mit einer Beplankung aus großformatigen Holzwerkstoffplatten ab  $1,25 \times 2,50$  m.

## konstruktive Randbedingungen

Deckenscheiben im Sinne des Eurocode 5 (EC 5) [18] bestehen aus einer Balkenlage („Rippen“), einer Beplankung mit großformatigen Holzwerkstoffen und umlaufenden Randbalken (Rippen, Gurte). Das Rahmenwerk aus Rippen und Gurten wird lediglich konstruktiv miteinander verbunden. Die Randrippen sollen ungestoßen durchlaufen. Werden Stöße in den Randgurten angeordnet, so sollen diese für die 1,5-fache Bemessungslast ausgelegt werden. Die wären in dem Fall vom Tragwerksplaner anzugeben.

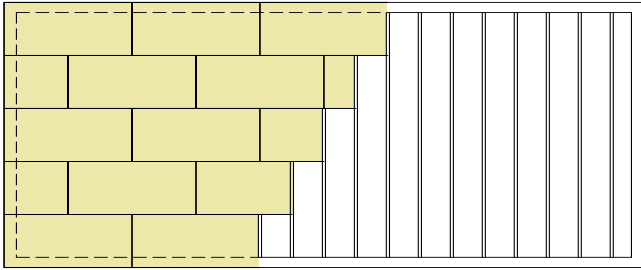


Abb. C8.34 Deckenscheibe aus Rahmenwerk (Rippen und Gurte) und Beplankung durch großformatige Plattenwerkstoffen. Die Platten können auch parallel zu den Rippen verlegt werden, dann ist der Balkenabstand auf die Plattenbreite abzustimmen.

Der EC 5 [18] stellt für die Bemessung von Deckenscheiben ein vereinfachtes Berechnungsverfahren zur Verfügung, bei dem freie, nicht hinterlegte Plattenstöße nur quer zur Richtung der Rippen (Balkenlage) möglich sind. Dafür sind einige konstruktive Randbedingungen einzuhalten (vgl. Abb. C8.34).

- Die Platten werden um mindestens einen Balkenabstand ( $e$ ) versetzt angeordnet.
- Plattenstöße in Richtung der Rippen sind auf diesen angeordnet.
- Plattenstöße quer zu den Rippen bleiben die Stöße frei.
- Die Scheibenhöhe in Lastrichtung beträgt mindestens  $1/4$  der Scheibenlänge.
- Die Stützweite der Scheiben beträgt max.  $12,5\text{m}$ .
- Der Verbindungsmittelabstand  $a_v$  ist auf allen Rippen gleichmäßig. Auch auf solchen ohne Plattenstoß.
- Beim Unterschreiten des Balkenabstandes (Achismaß  $e$ ) des 35-Fachen der Plattendicke wird die Tragfähigkeit verringert.
- Der Balkenabstand (Achismaß  $e$ ) darf max. das  $0,75$ -fache der Plattenbreite ( $b$ ) betragen.  $b \geq e / 0,75$
- Plattenformat üblicherweise mindestens  $1,25 \times 2,50 \text{ m}$ . Der Balkenabstand darf dann maximal:  $e \leq 1,25 \text{ m} \times 0,75 \leq 0,93 \text{ m}$  betragen.
- Bei großen Flächen oder vom Raster  $0,625 \text{ m}$  bzw.  $0,833 \text{ m}$  abweichendem Balkenabstand kann zur Verschnittminimierung das Plattenmaß  $1,25 \times 5,00 \text{ m}$  verwendet werden.
- Laut nationalem Anhang zum EC 5 [19] dürfen einzelne Aussparungen ihrer größten Ausdehnung maximal  $20 \text{ cm}$  messen. Auf einer Tafelfläche von  $2,5 \text{ m}^2$  darf die Größe aller Aussparungen maximal  $300 \text{ cm}^2$  betragen.

Die Randbedingungen dienen dem Zweck, für die vereinfachte Bemessung sicherzustellen, dass trotz der Vereinfachungen eine sehr steife Deckenscheibe entsteht und damit ein wesentlicher Beitrag zur geringen Verformung des Gebäudes geleistet wird.

## Weiterleitung horizontaler Kräfte

Häufig bestehen Deckenscheiben aus mehreren Tafeln. In diesem Fall sind die genannten Konstruktionsregeln für jede einzelne Tafel einzuhalten. Um Lasten zwischen den einzelnen Tafeln weiterleiten zu können, müssen diese schubsteif miteinander verbunden werden.

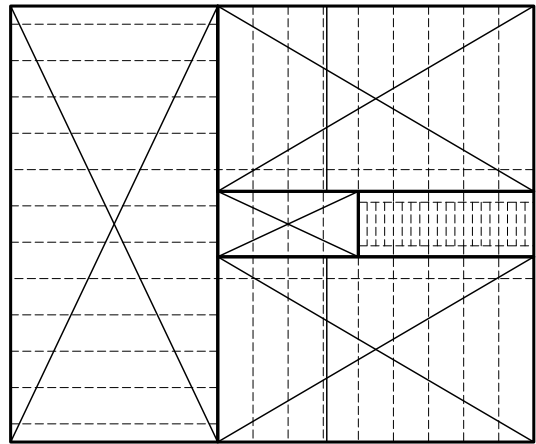
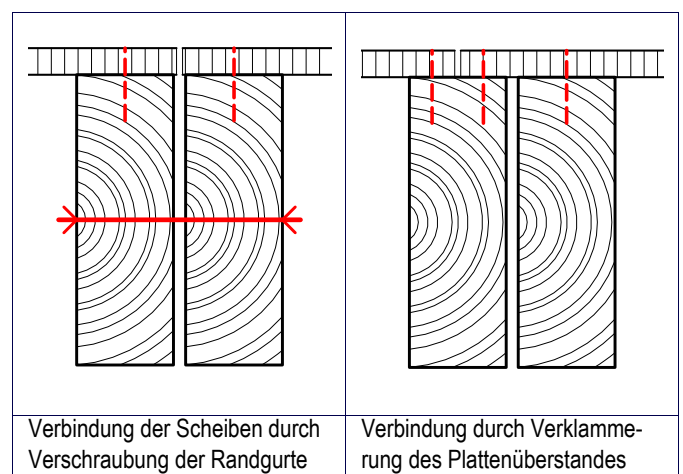


Abb. C8.35 Diese Deckenscheibe besteht aus einzelnen Tafeln. Die Richtung der Balkenlagen kann dabei wechseln, die Randbalken laufen durch.

Die Weiterleitung der horizontalen Kräfte in die darunterstehenden Wandscheiben soll kontinuierlich über die gesamte Länge der einzelnen Tafeln erfolgen. In Richtung der Deckenbalken (Rippen) verlaufende Wände liegen idealerweise unter einer der Rippen. So kann diese kontinuierlich mit dem Wandrähm verbunden werden. Bei querstehenden Wänden können zwischen den Rippen Füllhölzer gesetzt werden, um diese Verbindung zu gewährleisten.

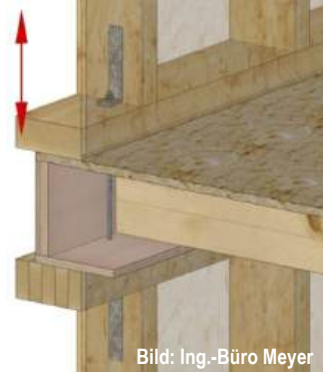
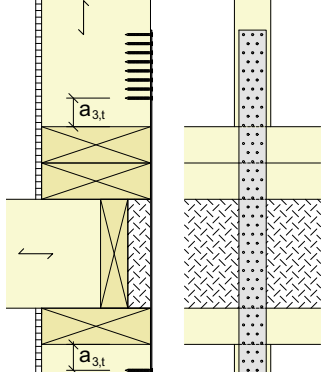
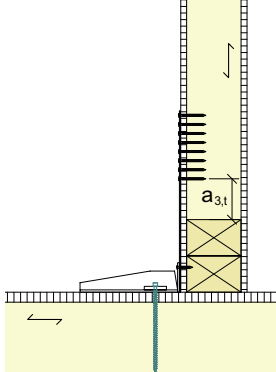


Tab. C8.36 Varianten der Schubverbindung von Deckenscheiben

Aussteifende Wände verschiedener Geschosse sollten nach Möglichkeit übereinanderstehen, um eine sichere, verformungsarme und wirtschaftliche Weiterleitung der Aussteifungslasten zu ermöglichen. Sollte das nicht möglich sein, ist nicht nur die Weiterleitung der horizontalen Kräfte zu bemessen, sondern auch die der vertikalen Druck- und Zugkräfte der Randstiele (siehe Abb. C8.21).

### Weiterleitung vertikaler Zugkräfte

Bei mehrgeschossigen Gebäuden müssen vorhandene Zugkräfte von oben kommend an den Geschossübergängen in darunterliegende Geschosse weitergeleitet werden. Dabei werden OG-Wandstiel und EG-Wandstiel zugfest miteinander verbunden.

 <p>Bild: Ing.-Büro Meyer</p>		
<p>Die Zuglast aus dem Randstiel der oberen Wandscheibe wird durch Zuganker und Gewindestange in die unteren Randstiel weitergeleitet. Die Geschossdecke wird dabei überbrückt.</p>	<p>Wenn es die Fassadenkonstruktion erlaubt, kann die Zuglast außenseitig durch das Aufbringen eines Flachstahlbandes weitergeleitet werden. Auch hier wird die Geschossdecke überbrückt.</p>	<p>Die Zuglast wird durch Zuganker und eine Schraube in die Geschossdecke eingeleitet. Reicht die Auflast der Decke nicht aus, kann auf gleiche Weise in die darunterstehende Wand eingeleitet werden.</p>

Tab. C8.37 Varianten der Zuglastweiterleitung am Geschossstoß

### Holzmassiv-Deckenscheiben

Verleimte Holzmassiv-Deckenelemente aus Brettschicht- oder Brettspertholz sind in sich steife Bauteile. Um mit diesen eine steife Deckenscheibe auszubilden, müssen die einzelnen Elemente jedoch miteinander verbunden werden. Analog der Verbindung einzelner Tafeln bei Holzbalkendecken (Abb. C8.38) müssen dabei an den Kanten der einzelnen Elemente die Schubkräfte auf das nebenliegende Element übertragen werden.

Brettstapeldecken bestehen ebenfalls aus einzelnen Brettlamellen. Anders als bei vorgenannten Systemen sind diese jedoch leimfrei. Ursprünglich miteinander vernagelt, sind heute unterschiedliche Produkte erhältlich, bei denen die einzelnen Lamellen durch Holzdübel miteinander verbunden werden. Dabei kann nicht unbedingt von in sich ausreichend steifen Elementen ausgegangen werden. In dem Fall können oberseitig geeignete Holz- oder Gipswerkstoffplatten verlegt werden, um eine Scheibenwirkung zu erzielen.

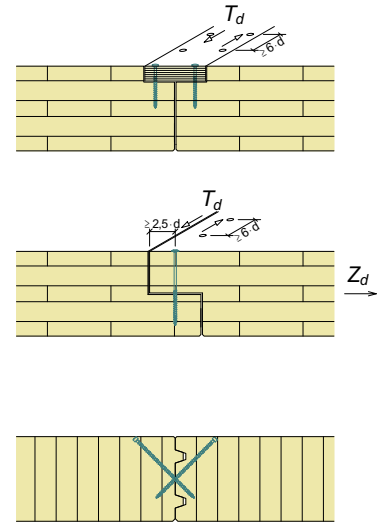


Abb. C8.38 Schubfeste Verbindungen einzelner Holzmassiv-Deckenelemente. Auch der Einsatz gekreuzter Schraubenpaare ist üblich. Müssen zusätzlich Querkräfte übertragen werden, sind diese zusätzlich zu berücksichtigen.

### Schwingungsnachweise von Geschossdecken

Holzbalken-, aber auch Holzmassivdecken sind ohne weitere Maßnahmen verhältnismäßig weiche Bauteile, die im Vergleich zu Stahlbetondecken stark zu Schwingungen neigen. Um zu verhindern, dass diese Schwingungen ein störendes Ausmaß annehmen, muss der gesamte Deckenaufbau eine Mindeststeifigkeit aufweisen, die vom Tragwerksplaner durch Schwingungsnachweise (Verformung und Eigenfrequenz) belegt wird. In der Regel werden die Schwingungsnachweise für Holz-

decken bemessungsrelevant. Die Querschnitte werden dadurch also größer dimensioniert, als es für die Tragfähigkeit oder die maximale Durchbiegung nötig wäre.



### Aussteifung über Windrispenbänder

Für die Aussteifung in der Dachebene werden häufig außenseitig aufgenagelte Auskreuzungen aus Windrispenbändern verwendet. Fachgerecht bemessen und ausgeführt, stellen sie ein zuverlässiges System zur Aussteifung von Dachflächen dar.. In der Realität führen leider immer wieder verschiedenste Ausführungsfehler dazu, dass diese Zugdiagonalen erst dann ihre Aufgabe erfüllen könnten, wenn bereits nennenswerte Verformungen der Bauteile am Dach stattgefunden haben.

Ursachen dafür können sein:

- Durchhang, keine ausreichende Vorspannung der Bänder
- zu wenig Anschlussfläche an den Anschlussknoten der Diagonalen, um fachgerecht und mit ausreichenden Randabständen die notwendige Anzahl von Nägeln einzubringen
- fehlende Kippsicherung der Sparren an den Enden der Diagonalen
- zu steile Winkel (hohe Anschlusslasten) oder unsachgemäße Verlegung
- nachträgliches Unterbrechen der Zugbänder durch den Einbau von Dachflächenfenstern

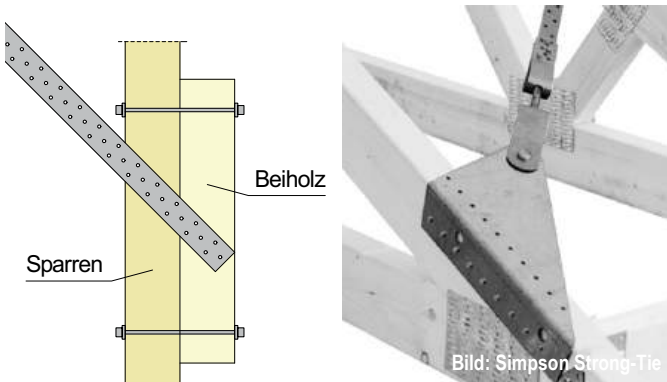


Abb. C8.41 Die nötige Anzahl an Nägeln wird vom Tragwerksplaner bemessen. Als erforderliche Anschlussfläche reicht die Schmalseite des Sparrens häufig nicht aus, Abhilfe schafft ein Beiholz auf der Außenseite des Sparrens oder ein Formblechteil. Das Umknicken der Rispe um den Sparren ist nicht zulässig.

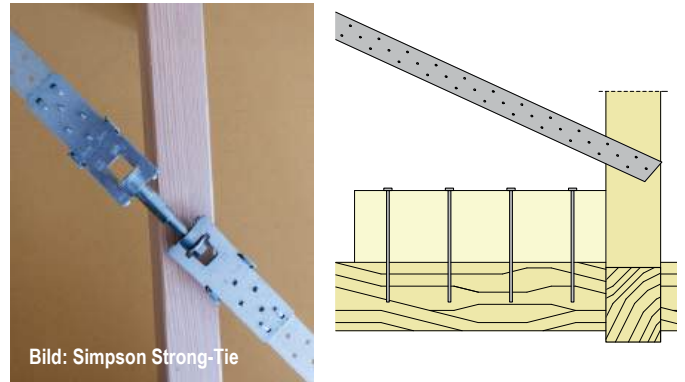


Abb. C8.42 links: mit Spannschlössern wird die nötige Vorspannung der Stahlbänder erzeugt  
 rechts: Knagge zur Kippsicherungen der Sparren

Eine wirksame Ausführung von wirksamen Aussteifungssystemen kann nur auf Grundlage einer fachgerechten Planung im Rahmen des Aussteifungskonzeptes des Tragwerksplaners erfolgen. Sind darin Windrispenverbände vorgesehen, müssen auch alle notwendigen Angaben wie Anschlusslasten, die erforderliche Nagelanzahl enthalten sein. Auch die konkrete Angabe der einzusetzenden Systemprodukte und entsprechende Anschlusskizzen helfen dem ausführenden Betrieb bei der fachgerechten Umsetzung.

➔ Pauschale Aussagen wie „Aussteifung durch je zwei Windrispenverbände je Dachseite“ sind nicht ausreichend. Es sollten vom Tragwerksplaner konkrete Angaben eingefordert werden.

Kommen auf den Dachflächen Holzfaser-Unterdeckplatten zum Einsatz, können diese bei entsprechender Ausführung allein die Aussteifung der Dachflächen gewährleisten. Zusätzliche Windrispenverbände können die Steifigkeit einer vollflächigen Beplankung  $\uparrow$  nicht erreichen. Sie stellen in dem Fall quasi nur noch die „Hosenträger zum Gürtel“ dar.

## 5. Tragfähigkeit von Holz

Holz ist ein gewachsener, inhomogener Werkstoff, der aus einer Vielzahl von langgestreckten, fest miteinander verbundenen Fasern aufgebaut ist. Dies bedingt unterschiedliche mechanische Eigenschaften in Längs- und den Querschnittsrichtungen des Stammes.

Bauholz für tragende Zwecke ist entweder visuell oder maschinell gemäß EN 14081-1 nach Festigkeit zu sortieren. Bei Zuordnung zu einer Festigkeitsklasse aus EN 338 müssen die Sortierkriterien eingehalten werden. Daraus lässt sich dann auf eine Festigkeitsklasse schließen. Dabei sind die national geregelten Sortierklassen (in Deutschland nach DIN 4074) den europäisch einheitlichen Festigkeitsklassen zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt in DIN EN 1912. Die Festigkeitsklassen umfassen Elastizitätsmodul, Biegefestigkeit, Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Schubfestigkeit.

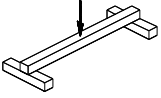
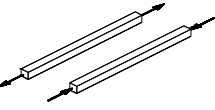
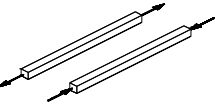
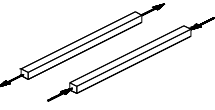
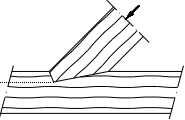
→ Holz „normaler“ Festigkeit entspricht der Festigkeitsklasse C24. Andere Sortimente sind derzeit im Handel nicht verfügbar und nur als Sonderanfertigung erhältlich.

→ Die Rohdichte gibt bereits einen Hinweis auf die Festigkeit.

Trocken sortiertes Bauholz für tragende Zwecke muss zum Zeitpunkt der Sortierung nach Rissen und Verformungen einen mittleren Feuchtegehalt von max. 20 % aufweisen. Dabei darf kein einzelner Messwert 24 % überschreiten.

In den folgenden Tabellen sind charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitswerte für Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz aufgeführt.

### Vollholz (Nadelholz)

		Bemessungswerte für Nadelholz [N/mm <sup>2</sup> ] <sup>a</sup>					
Festigkeitsklassen		C16	C18	C24	C30	C35 <sup>b</sup>	
Sortierklasse nach DIN 4074-1		S 7TS	S 7TS	S 10TS	S 13TS	S 13TS	
Rohdichte $\rho_k$		310	320	350	380	390	
Biegung		$f_{m,k}$	16	18	24	30	35
		$E_{0, mean}$	8000	9000	11000	12000	13000
Zug		$f_{t,0,k}$	8,5	10	14,5	19	22,5
		$E_{0, mean}$	8000	9000	11000	12000	13000
Druck		$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
		$E_{90, mean}$	270	300	370	400	430
Druck		$f_{c,k}$	17	18	21	24	25
		$E_{0, mean}$	8000	9000	11000	12000	13000
Abscheren		$f_{c,90,k}$	2,2	2,2	2,5	2,7	2,7
		$f_{v,k}$	3,2	3,4	4,0	4,0	4,0
		$G_{mean}$	500	560	690	750	810

Tab. C8.43 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Nadelholz der Festigkeitsklasse C16 bis C35.

Die Werte dienen als Grundlage für die Bemessung nach DIN EN 1995-1-1: 2010-12.

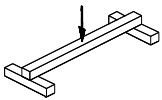
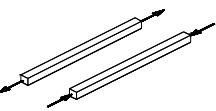
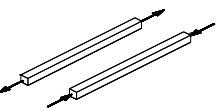
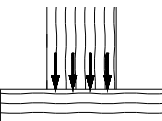

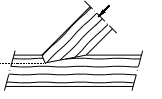
<sup>a</sup> Quelle: DIN EN 338: 2016-07, Tabelle 1.

<sup>b</sup> Die Festigkeitsklasse C35 gilt für die Holzart Douglasie der Sortierklasse S 13.

**Balkenschichtholz (Duo-/Triobalken)**

Derzeit kann Balkenschichtholz sowohl nach europäischer Produktnorm DIN EN 14080 als auch nach deutscher allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung gefertigt werden. In der abZ (Z-9.1-440) für Balkenschichtholz werden für Duo- und Triobalken folgende Abmessungen der Lamellen festgelegt:

- Duobalken – Balkenschichtholz aus zwei miteinander verklebten Lamellen mit Universalzinkenverbindung,
- Dicke der Einzelhölzer 20 mm bis 80 mm
- Breite der Einzelhölzer bis 260 mm,
- Triobalken – Balkenschichtholz aus drei miteinander an den Schmalseiten verklebten Lamellen
- Dicke der Einzelhölzer 20 mm bis 80 mm
- Breite der Einzelhölzer bis 260 mm,

Festigkeitsklassen		Bemessungswerte für Duo-/Triobalken [N/mm <sup>2</sup> ] <sup>a</sup>	
		C24 homogen Z 9.1-440	C24 nach Norm <sup>b</sup>
Rohdichte $\rho_k$		385	350
Biegung	 $f_{m,k}$ $E_{0, mean}$	24 11000	
Zug	 $f_{t,0,k}$ $E_{0, mean}$	14,5 11000	14 11000
Druck	 $f_{c,k}$ $E_{0, mean}$	21 11000	
Zug	 $f_{t,90,k}$ $E_{90, mean}$	0,4 370	
Druck	 $f_{c,90,k}$	2,5	
Abscheren	 $f_{v,k}$ $G_{mean}$ <sup>c</sup>	4 690	

Tab. C8.44 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Balkenschichtholz nach Zulassung Z 9.1-440 und DIN EN 14080:2013 [N/mm<sup>2</sup>]

<sup>a</sup> Quelle: Merkblatt zu ansetzbaren Rechenwerten für die Bemessung nach DIN EN 1995-1-1, Hrsg. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. und Überwachungsgesellschaft KVH e.V..

<sup>b</sup> Nach DIN EN 14080 unter Bezugnahme auf DIN EN 338:2010-02.

<sup>c</sup> Es gilt  $G_{05} = 2/3 G_{mean}$ , siehe auch DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 3.2 (NA.7).

## Brettschichtholz

Für Brettschichtholz nach DIN EN 14080 ist die zugehörige nationale Anwendungsnorm DIN 20000-3 zu beachten. Dort sind Anforderungen für die Verwendung in den Nutzungsklassen (z. B. Klebstoffe) und notwendige Angaben für die Bemessung nach DIN EN 1995-1-1 aufgeführt. Vorzugsweise sind zu wählen GL 24h, GL 24c, GL 28c, GL 30c. Die „GL“ steht dabei für „Glued Laminated Timber“ = Brettschichtholz.

■ „24“ ist die charakteristische Biegefestigkeit.

Es werden verschiedene Kürzel an die Bezeichnung der Festigkeitsklasse ergänzt;

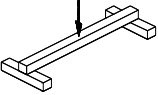
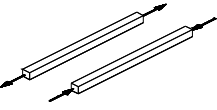
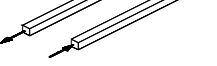
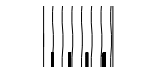

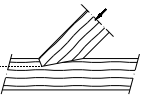
■ „h“ steht für einen homogenen Querschnitt aus Lamellen gleicher Sortierung (z. B. GL 24h).

■ „c“ wird ein kombinierter Querschnitt gekennzeichnet. Darin sind die Randlamellen von höherer Festigkeit - z. B. GL 28c.

■ „Die Lamellendicken beträgt in den Nutzungsklassen 1 und 2 6 mm bis 45 mm. Die Standarddicke ist 40 mm.

■ In der Nutzungsklasse 3 beträgt die Lamellendicke 6 mm bis 35 mm. Die Standarddicke ist 30 mm

➔ Die Festigkeitsklasse GL 24h stellt das übliche Lagersortiment dar und ist i. d. R. nur im Bereich der Nutzungsklassen NKL 1 und NKL 2 einsetzbar.

Bemessungswerte für Brettschichtholz [N/mm <sup>2</sup> ] <sup>a</sup>						
Festigkeitsklassen <sup>b</sup>			GL24h	GL24c	GL28c	GL30c
(frühere Bezeichnungen <sup>c</sup> )			(BS11)		(BS14)	(BS16)
Rohdichte $\rho_k$			385	365	390	390
Biegung		$f_{m,k}$ <sup>d e</sup>	24	24	28	30
		$E_{0, mean}$	11500	11000	12500	13000
Zug		$f_{t,0,k}$	19,2	17	19,5	19,5
Druck		$E_{0, mean}$	11500	11000	12500	13000
		$f_{c,k}$	24	21,5	24	24,5
Zug		$E_{90, mean}$	300		300	300
		$f_{t,90,k}$	0,5		0,5	0,5
Druck		$f_{c,90,k}$	2,5		2,5	2,5
Abscheren		$f_{v,k}$ <sup>f</sup>	3,5		3,5	3,5
		$G_{mean}$ <sup>g</sup>	650		650	650

Tab. C8.45 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für homogenes und kombiniertes Brettschichtholz (Standardqualitäten) nach DIN EN 14080:2013 [N/mm<sup>2</sup>]

<sup>a</sup> Quelle: DIN EN 14080:2013, Tabellen 4 und 5.

<sup>b</sup> Homogenes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „h“, kombiniertes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „c“.

<sup>c</sup> Nach DIN 1052-1/A1: 1996:10.

<sup>d</sup> Bei Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen von Brettschichtholzträgern mit  $h \leq 600$  mm darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Beiwert

$k_h = \min([600/h]^{0,14}; 1,1)$  multipliziert werden.

<sup>e</sup> Bei Hochkant-Biegebeanspruchung der Lamellen von homogenem Brettschichtholz aus mindestens vier nebeneinander liegenden Lamellen darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Systembeiwert  $k_j = 1,2$  multipliziert werden.

<sup>f</sup> Die charakteristische Rollschubfestigkeit  $f_{R,k}$  darf für alle Festigkeitsklassen zu  $1,0$  N/mm<sup>2</sup> in Rechnung gestellt werden.

Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Schubmodul darf mit  $G_{R,mean} = 0,10 \cdot G_{mean}$  angenommen werden.

<sup>g</sup> Für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung sind die charakteristischen Steifigkeitswerte abzumindern.

**Furnierschichtholz („FSH“)**




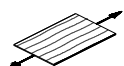
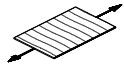
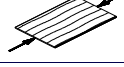

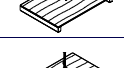


Furnierschichtholz (LVL, engl. Laminated Veneer Lumber) wird gemäß der harmonisierten Produktnorm EN 14374 hergestellt. Europäische Hersteller von Furnierschichtholz haben ein Merkblatt herausgegeben, in dem Festigkeitsklassen definiert sind und andere Produktmerkmale und Regeln für die Anwendung aufgeführt sind. Die Festigkeitsklassen sollen bei Überarbeitung der Produktnorm EN 14374 als Produktkategorien übernommen werden. LVL ist symmetrisch aufgebaut. Dabei werden nach Lage der Furniere zwei Produkte unterschieden:

- LVL-P – nur parallele Furniere
- LVL-C – mindestens zwei Querfurniere

Für Hochkant-Biege- und Zugbeanspruchungen ist ein Größeneffekt-Parameter  $s$  zu berücksichtigen.

Hinweise zur Bemessung sind im Eurocode 5 (EN 1995 mit nationalem Anhang) oder in Handbüchern zu finden, z. B. dem LVL Handbook Europe.

➔ Die Zuordnung der in Tab. C8.46 aufgeführten Festigkeitsklassen zu den verschiedenen Produkten können den Websites der Hersteller entnommen werden.

Festigkeitsklassen		Bemessungswerte für Furnierschichtholz [N/mm <sup>2</sup> ] <sup>a</sup>			
		ohne Querfurniere		mit Querfurnieren	
		LVL 32 P	LVL 48 P	LVL 32 C	LVL 36 C
<b>Rohdichte <math>\rho_k</math></b>		<b>410</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>480</b>
Biegung	 $f_{m,0,k}$ $E_{0, mean}$	32 9600	48 13800	32 10000	36 10500
	 $f_{m,90,k}$ $E_{90, mean}$	—	—	7 1200	8 2000
	 $f_{m,0,k}$ $E_{0, mean}$	27 9600	44 13800	28 10000	32 10500
	Größeneffekt-Parameter	$s$	0,15	0,15	0,15
Zug	 $f_{t,0,k}$ $E_{0, mean}$	22 9600	35 13800	18 10000	22 10500
	 $f_{t,90,k}$	0,5	0,8	5	5
Druck	 $f_{c,0,k}$ $E_{0, mean}$	26 (21) <sup>b</sup> 9600	35 (29)	18 (15)	26 (21)
	 $f_{c,90,k}$	4	6	9	9
	 $f_{c,90,k}$	0,8	2,2	2,2	2,2
Abscheren	 $f_{v,0,k}$ $G_{0, mean}$	2 320	2,3 380	1,3 80	1,3 120
	 $f_{v,0,k}$ $G_{0, mean}$	3,2 500	4,2 600	4,5 600	4,5 600

Tab. C8.46 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Furnierschichtholz nach LVL Merkblatt

<sup>a</sup> Quelle: Furnierschichtholz-Merkblatt (LVL), Hrsg. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Finnish Woodworking Industries, 2. Auflage September 2020.

<sup>b</sup> Parallel zur Faser für Nutzungsklasse NKL 1, Wert in Klammern für Nutzungsklasse NKL 2. Der Wert für NKL 2 darf auch als konservativer Wert in der NKL 1 angewendet werden.



## D. Baustoffe im Holzbau

In 2022 ist das umfassende Handbuch zu den Baustoffen im Holzbau in der 2. Auflage erschienen „ProfiWissen - 1x1 der Holzprodukte“ [31]. Die Kenndaten und Anwendungen der vielen Produkte im Holzbau werden auf über 330 Seiten dargestellt. Dazu wird ein breites Grundlagenwissen vermittelt und ein Glossar zur Verfügung gestellt.

➔ Das Handbuch soll insbesondere bei der Materialwahl unterstützen und Grundkenntnisse des Holzes, der Holzwerkstoffe und deren Vergütung vermitteln.







Bild: Gutex / Martin Granacher

## E. Konstruktion

<b>E1. Sockelausbildung .....</b>	<b>188</b>
1. Gebäude bei „Hochwasser“ .....	188
2. Schutz der Holzschwelle .....	191
3. Abdichtungssystem .....	192
<b>E2. Geschossdecke .....</b>	<b>195</b>
1. Brettschichtholz und Brettsperrholz .....	195
2. Balkenlage .....	197
<b>E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen .....</b>	<b>201</b>
1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen .....	201
2. Regeldachneigung für Dachdeckungen .....	202
3. Ausführung von Unterdeckungen .....	204
4. Behelfsdeckungen .....	207
5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung .....	208
6. Dachlattung .....	209
<b>E4. Deckungen auf Schalungen .....</b>	<b>210</b>
1. diffusionsoffene Unterdächer .....	211
2. Schieferdeckungen .....	212
3. Metalldeckungen .....	212
4. Faserzement-Dachplatten .....	213
5. Bitumenschindeln .....	213
<b>E5. Estrichaufbau .....</b>	<b>214</b>
<b>E6. Unterdecken .....</b>	<b>217</b>
<b>E7. Installationen .....</b>	<b>218</b>

- E. Konstruktion
- E1. Sockelausbildung
  - 1. Gebäude bei „Hochwasser“

# E1. Sockelausbildung

## 1. Gebäude bei „Hochwasser“

Starkregenereignisse nehmen zu. Kurze, heftige und teilweise nur lokal auftretende Niederschläge sorgen für große Mengen Oberflächenwasser. Die Kanalisationen sind für derartigen Mengen nicht ausgelegt, sodass sich Wassermassen auf Straßen und Plätzen stauen können. In Bereichen von Senken kann es zu erheblichen Stauungen kommen. Aber auch flache Geländeprofile sind betroffen. Orte mit ausgeprägter Topografie haben es mit raschen Wasserläufen zu tun. Wasser fließt auf den Straßen.

Von den Auswirkungen von Starkregen sind Gebäude mit Keller bedroht. Von Kellern, die auszupumpen sind, ist häufiger zu hören. Allerdings können auch Gebäude ohne Keller betroffen sein.

Es ist ein wenig in Mode gekommen die Gebäude recht tief auf dem Grundstück anzulegen. Die Nutzer wünschen sich niveaugleiche Eingänge, man möchte keine Stufe vor dem Haus. Klug ist das nicht, denn was hilft es, wenn der Sockel zwar sorgfältig gedichtet wurde, das aufstauende Oberflächenwasser aber zur Haustür hereinläuft.

➔ Natürlich kann man auf Stufen vor dem Haus verzichten, aber nicht auf Podeste. Und die lassen sich barrierefrei z. B. über sanft ansteigende Rampen erreichen.

- Variante A (links)
  - Der Abstand der horizontalen Abdichtung bis zum Gelände ist mit mind. 300 mm ausreichend. Wäre der Abstand geringer, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich.
- Variante B (rechts)
  - Die geringe Höhe macht eine vertikale Abdichtung erforderlich. Soll diese tatsächlich Schutz bieten, ist eine „wasserdichte“ Ausführung notwendig. Das ist bautechnisch nicht ganz einfach und erfordert dafür geeignete Systeme und größte Sorgfalt in der Ausführung.

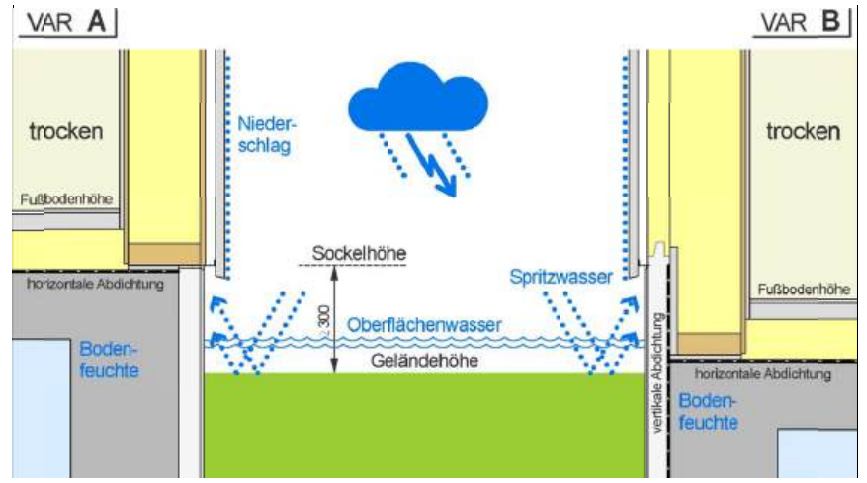


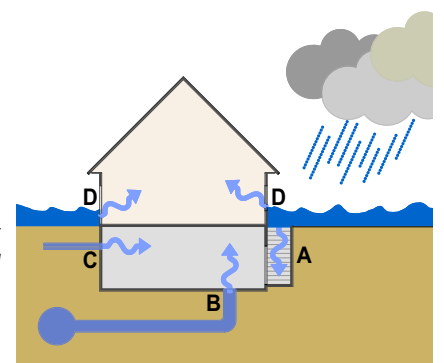
Abb. E1.1 Sockelkonstruktion bei „normal“ angelegten Gebäuden (Var. A) und „tief stehenden“ Gebäuden (Var. B) mit der Gefahr des Wassereintritts. Bei der Var. B ist eine zusätzliche vertikale Abdichtung erforderlich.

### Schwachstellen bei Starkregen und Oberflächenwasser

Vermutlich wird man sich auf häufigere und zugleich stärkere Niederschlagsereignisse einstellen müssen. Welches sind die häufigsten Ursachen für den unmittelbaren Wassereintritt in ein Gebäude (vgl. Abb. E1.2)?

- A. Lichtschächte, Kellerfenster und Außentreppen
- B. Rückstau aus der Kanalisation
- C. Rohrdurchführungen
- D. Fenster und Türen im Erdgeschoss

Abb. E1.2 Aus Starkregen entsteht Oberflächenwasser und daraus „drückendes Wasser“.



➔ Bei Gebäuden ohne Keller, die tief im Gelände angelegt sind, läuft das Oberflächenwasser quasi ungehindert durch die Haus-türen hinein.

Bereits vor der Genehmigungsplanung ist das Sockeldetail vom Planer zu entwickeln. Zum Schutz vor Starkregenereignissen und Stauwasser sollte die Höhenlage, d. h. die Anordnung des Gebäudes in Bezug zum Gelände, geklärt werden. Dabei ist der Bemessungswasserstand (BWS) ein wichtiges Kriterium. Der BWS gibt den höchsten zu erwartenden Pegel von drückendem Wasser an, der ständig oder zeitweise auf ein Gebäude einwirkt. Ausgangspunkt ist die Geländeoberkante (GOK) bzw. das Straßenniveau. Bei Baustraßen sollte das spätere Straßenniveau abgeschätzt werden (Reserven einplanen).

Je nach Höhenanforderungen sind unterschiedliche Lösungen für den Sockel möglich und nötig (siehe Tab. E1.3). Mit einem Bodengutachten kann der BWS festgestellt werden. Wenn der Boden laut Bodengutachten wenig wasserdurchlässig ist, kann sich Oberflächen- und Sickerwasser aufstauen und auf die Abdichtung einwirken (drückendes Wasser).

Beschreibung	Skizze
<p><b>Lösung 1: hoch genug</b></p> <p>Es soll keine vertikale Abdichtung ausgeführt werden. BWS wurde nicht ermittelt sondern ungünstig auf Straßenniveau angenommen. Das Gebäude wird so angeordnet, dass die Abdichtung auf der Oberkante Betonbodenplatte mindestens 50 cm über dem Straßenniveau liegt. Dies ergibt eine sichere und kostengünstige Sockellösung.</p>	
<p><b>Lösung 2: Bodengutachten</b></p> <p>Gegenüber Lösung 1 soll die Höhe OKFF in Bezug auf die Straße reduziert werden. Dazu wird der BWS per Bodengutachten ermittelt. Bei dem Bodengutachten sollte zweifelsfrei festgestellt werden, dass der BWS mindestens 50 cm unterhalb der horizontalen Abdichtung liegt.</p>	
<p><b>Lösung 3: vertikale Abdichtung</b></p> <p>Es soll die Höhe OKFF in Bezug auf die Straße weiter reduziert werden. BWS wurde nicht ermittelt, sondern ungünstig auf Straßenniveau angenommen. Als notwendige Sicherheitsmaßnahme wird eine vertikale Abdichtung ausgeführt. Empfehlung: Die nach Norm zulässige Minderung auf 30 cm nicht anwenden und stattdessen weiter das Mindestmaß 50 cm annehmen. Siehe Kommentar.</p>	
<p><b>Kommentar:</b></p> <p>Manche Bauherren wünschen, dass die Gebäude recht tief in Bezug zum Gelände bzw. Straßenniveau angelegt werden, siehe Lösung 3. Die hier erforderlichen Abdichtungsmaßnahmen sind sorgfältig zu planen. Mehr Sicherheit bietet die Lösung 1 „hoch genug“, insbesondere wenn das Grundstück in einer Senke liegt oder der Boden wenig wasserdurchlässig ist.</p>	<p><b>Legende</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grundstücksgrenze</li> <li>2. späterer Geländeverlauf</li> <li>3. Betonbodenplatte und Fundament</li> <li>4. Kiestraufe zum Schutz vor Spritzwasser</li> <li>5. vertikale Abdichtung (W2-E) nach DIN 18533</li> <li>6. Dämmung unter der Bodenplatte zur Verringerung der notwendigen Höhe</li> </ol> <p>Wichtig: Perimeterdämmung erforderlich (nicht dargestellt)</p>

Tab. E1.3 Mögliche Lösungsansätze in Abhängigkeit vom Bemessungswasserstand (BWS) für Gebäude ohne Keller in Bezug auf DIN 18533

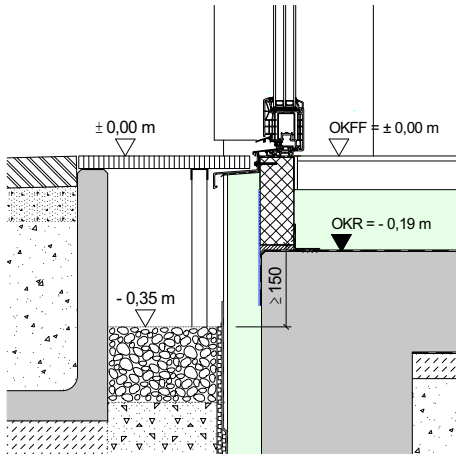
**Hauseingänge und Terrassen benötigen eine andere Lösung**

Es ist eine Selbstverständlichkeit, dass Nutzer in ebener Höhe aus dem Haus treten können. Podeste sind vor den Hauseingängen und den Übergängen zu den Terrassen notwendig. Podeste stellen in der Betrachtung von Wassereintritt in das Gebäude allerdings eine Gefahr dar:

1. Aufstauendes Wasser bei größeren Podestflächen
2. gepflasterte und gemauerte „nasse“ Bauart
3. Spritzwasser

Großzügige Vordächer und durchlässiges Podestmaterial verbessern die Feuchtebeanspruchung des Sockelpunktes im Bereich der Podeste.

Abb. E1.4  
 Der Drainageschacht trennt den trockenen Sockel von dem mauerfeuchten Podest aus Stein. Der Schacht nimmt das von der Fassade ablaufende Niederschlagswasser auf (vgl. Abb. E1.7).



Auswege bieten beispielsweise zwei Lösungen: Abb. E1.5 zeigt das Prinzip Vordach, mit dem der sensible Bereich Hauseingang trocken gehalten wird. Vorbilder für diese Lösungsart sind Skandinavien und Nordamerika. Dort verbindet sich Holzschutz mit Vorteilen von Veranden als sehr komfortablen Übergang zwischen drinnen und draußen. Die Veranden gehören in diesen Ländern zur Baukultur. Als Podestbelag werden unterlüftete Holzdielen verwendet. So kann das Geländeniveau auf einer unschädlichen Höhe belassen werden. Rampen zur barrierefreien Erschließung des Podestes können angefügt werden.



Abb. E1.5 Mit dem Vordach und einem Holzpodest wird nicht nur der Komfort im Bereich des Hauseingangs erhöht. Von großer Bedeutung für den Holzschutz ist, dass der Sockel des Hauses „trockengelegt“ wird. Das Gelände verbleibt deutlich unterhalb OKFF.

Abb. E1.6  
 Bei diesem Wohnhaus wollte die Baufamilie das Gelände niveaugleich zum Innenraum. Dies sollte nur dann umgesetzt werden, wenn keine Gefährdung durch Oberflächenwasser aus Starkregen besteht. In diesem Beispiel fehlt eine Entwässerungsrinne vor dem Ausgang. Bei Windeinwirkung könnte Wasser eintreiben.



Abb. E1.7  
 Drainageschacht vor einem Gebäudeeingang, ausgeführt mit einer Entwässerungsrinne



**Geländeanschluss und Kiestraufe**

Für die Ausführung des Geländeübergangs zum Gebäudesockel gibt das Merkblatt [3] und die Richtlinie [4] viele Detailhinweise (siehe Abb. E1.8). Danach ist die Kiestraufe ① mit einer Körnung 16/32 in der Dicke 15 cm herzustellen. Die Breite beträgt mindestens ab Vorderkante Schwelle 30 cm bzw. ab Vorderkante Fassade 15 cm. Unterhalb des Kieses ist eine Sickerschicht (②, filterfeste Schicht) anzuordnen. Diese dient dem vertikalen Wasserabzug aus der Kiestraufe ggf. in eine Drainage. Der Sockel ist bis Oberkante Gelände mit einer Noppenbahn zu schützen ③. Ein Vlies verhindert das Versanden der Noppenbahn.

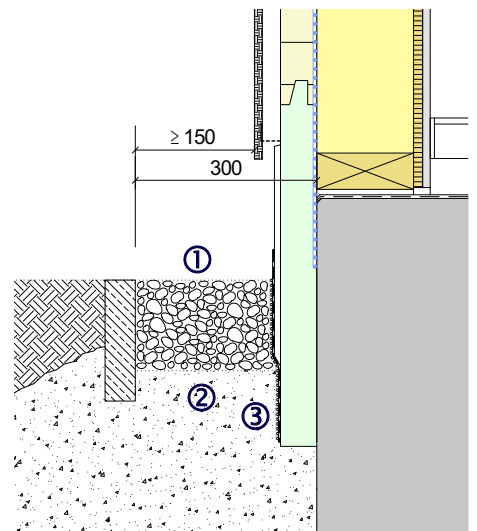


Abb. E1.8  
 Ausführung eines Geländeanschlusses mit Kiestraufe

## 2. Schutz der Holzschwelle

Eine wichtige Betrachtung gilt dem Schutz der Holzschwelle bzw. der Holzkonstruktion. Bereits im Abschnitt Gebäude bei „Hochwasser“ wurden die Zusammenhänge aufgezeigt. Danach gibt es verschiedene Möglichkeiten, der Holzschwelle einen hinreichenden Schutz zu bieten. Dies lässt sich in zwei Kategorien einteilen:

1. Die Schwelle hat einen hinreichenden Höhenabstand zum Gelände.
2. Die Schwelle hat einen zu geringen Höhenabstand zum Gelände und ist deshalb durch eine vertikale Abdichtung zu schützen.

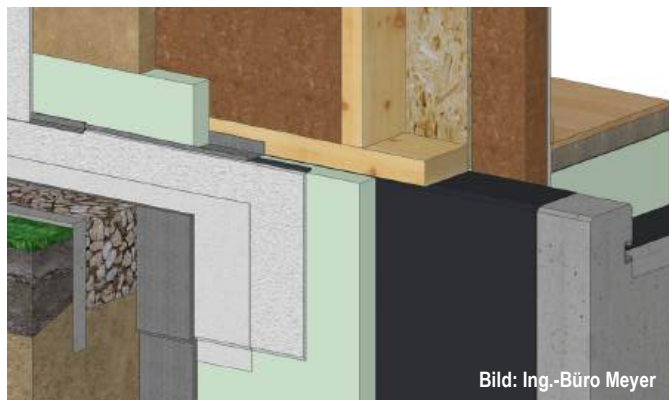


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. E1.9 Die Holzschwelle ist durch die Betonaufkantung angehoben und befindet sich in einer unkritischen Höhe. Zusammen mit der Kiestraufe wird eine höhere Geländeanfüllung ermöglicht.

Die maßgebliche Regel für die Ausführung ist DIN 68800 „Holzschutz“. Im Anhang A von Teil 2 werden konkrete Details und Grenzmaße für die Höhe der Schwelle über Gelände dargestellt. Drei Höhenabstände sind maßgebend, gemessen vom Gelände bis zur Unterkante der Holzschwelle (vgl. Tab. E1.10):

- Ab 30 cm bestehen keine Anforderungen an die Ausführung des Geländes.
- Unterhalb von 30 cm ist die Spritzwasserbeanspruchung durch eine bestimmte Geländeausführung zu reduzieren.
- Unterhalb von 15 cm wird zusätzlich eine vertikale Abdichtung notwendig.
- Unterhalb von 5 cm handelt es sich um eine nicht geregelte Konstruktion, deren Ausführung nicht empfehlenswert ist.

Höhenabstand Schwelle über Gelände	Ausführung des Geländeanschlusses	Beurteilung des Holzschutzes	Detailzeichnung
ab 30 cm	keine Anforderungen	unbedenklich	Abb. F1.1 Seite 222
ab 15 cm	z. B. Kiestraufe <sup>a</sup>		Tab. F1.2 Seite 222
ab 5 cm			vertikale Abdichtung notwendig

Tab. E1.10 Bewertung der unterschiedlichen Sockelhöhen, die in DIN 68800 Teil 2 aufgeführt sind

<sup>a</sup> Ausführung siehe Seite 190

➔ Im Holzbau verbleibt das Gelände grundsätzlich unterhalb der horizontalen Abdichtung. Wird auf eine vertikale Abdichtung verzichtet, beträgt der Höhenabstand mindestens 15 cm.

Tab. E1.10 zeigt, dass vom Gelände zu den Podesten eine erhebliche Höhendifferenz zu überwinden ist. Auf Barrieren möchte man gern verzichten. Gebäudezugänge sollen möglichst komfortabel sein. In der Gebäudeplanung gilt es den Widerspruch zwischen Barrierefreiheit und Hochwasserschutz aufzulösen. Auf der einen Seite wird das Gebäude insbesondere durch eine hinreichende Höhe vor eindringendem Wasser geschützt. Auf der anderen Seite soll die zu überwindende Höhe möglichst gering gehalten werden. So gilt es in der Planung auszuloten, welche Grenzen eingehalten werden sollen. In der Planung könnte in folgender Weise vorgegangen werden:

1. Ermittlung des notwendigen Höhenabstandes zwischen Straßenniveau und Podestniveau. Dies im Sinne einer hinreichenden Sicherheit vor „Hochwasser“ bei Starkregenereignissen.
2. Planung des Gebäudezugangs und dem ggf. barrierefreien Erreichen der Eingangspodeste.
3. Ableitung der notwendigen baulichen Maßnahmen am Sockel (z. B. Kiestraufe, vertikale Abdichtung).

Die Höhendifferenz lässt sich mit mehreren Stufen oder einer entsprechend langen Rampe überwinden. Bei der Ausführung von Rampen sollte bedacht werden, dass gehbehinderte Menschen mit Rollatoren oder Rollstühlen diese auch überwinden müssen. Die Steigung sollte nicht zu groß sein und der Belag keine zusätzlichen Erschwernisse bedeuten. Im Mietwohnungsbau und im öffentlichen Bereich sind nach DIN 18040 Rampen mit einer maximalen Steigung von 6 % auszuführen. Daraus ergeben sich große Rampenlängen. Ein Höhenunterschied von 36 cm erfordert z. B. eine 6 Meter lange Rampe ( $0,36 \text{ m} / 0,06 = 6 \text{ m}$ ). Im privaten Bereich ist für kräftige Rollstuhlfahrer eine Rampe mit einer Steigung bis max. 10 % geeignet. Eine Steigung von mehr als 12 % ist nicht zu empfehlen.

Die DIN 68800 Teil 2 gibt in Abschnitt 5.2.1.3 und im Anhang A genaue Hinweise, wie die Schwelle des Sockelanschlusses in der Gebrauchsklasse GK 0 konstruiert werden kann. Dabei ist der Geländebelag wichtig. Der Abstand der Unterkante Schwelle zum Gelände kann unterschiedlich hergestellt werden (siehe Tab. E1.10).

### 3. Abdichtungssystem

Da die Sockelabdichtung eine geometrisch komplexe Aufgabe sein kann, sind streich- oder spachtelbare Abdichtungen im Vorteil. Darin werden Armierungen zur Fugenüberbrückung und Formteile für Eckausbildungen eingebettet. Die Haftung auf verschiedenen Untergründen muss geprüft sein, eine entsprechende Vorbehandlung von Untergründen ist systembedingt notwendig.

Die Herstellung der Sockelabdichtung erfolgt nach den Vorgaben des Herstellers. Die Untergründe sind vorzubehandeln, Fugen zu schließen. Außerdem sind die klimatischen Anforderungen zu beachten. Die wesentlichen Schritte des Montageablaufs zeigt Tab. E1.11.

➔ Abdichtungen am Sockel sind nur mit speziellen Systemen dauerhaft und dabei wirtschaftlich zu verarbeiten.

Rohbausituation	Vorbehandlung	Vorbereitung	Fertigstellung
			
Typisches Beispiel: Holzfaser-WDVS mit hinreichendem Abstand zum Gelände	Vorbehandlung des Untergrundes als Haftgrund nach den Systemangaben	Vorbereitung der Übergänge mit Einlegebändern und Formteilen	Vollständige Einbettung mit der Abdichtungsmasse nach Herstellerangaben

Tab. E1.11 Auszüge aus dem Montageablauf einer FPD-Abdichtung. Das eingearbeitete Abdichtungsband ermöglicht die Überbrückung der Fugen bei den Materialübergängen. Bilder: Botament Systembaustoffe

Die Regeln aus den Abdichtungen beim Flachdach können nicht auf die Sockelabdichtungen übertragen werden. Es gelten die Bestimmungen aus DIN 18533 [11].

alien haften, Risse überbrücken und die unterschiedlichen Verformungen schadlos aufnehmen. Jedem Abdichtungssystem sind Grenzen gesetzt und so sollten nur besonders für diese Verwendung geeignete und geprüfte Systeme eingesetzt werden.

Abdichtungen im Sockel werden vom Betonfundament auf die Wandfläche geführt. Dabei müssen die Abdichtungen auf verschiedenen Materi-

Klasse	gilt für	Definition
W1-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser	Kapillargebundenes und durch Kapillarkräfte auch entgegen der Schwerkraft transportiertes Wasser (Saugwasser, Haftwasser, Kapillarwasser), mit dem im Baugrund immer zu rechnen ist.
W2-E	drückendes Wasser	Von außen drückendes Wasser kann als Grundwasser, Hochwasser oder Stauwasser einwirken.
W3-E	nichtdrückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	(hat hier keine Bedeutung)
W4-E	Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	In und unter Wänden kann Wasser kapillar aufsteigen. Diese Einwirkungen machen eine Wandsockel- und Querschnittsabdichtung erforderlich. Am Wandsockel ist im Bereich von etwa 20 cm unter GOK bis ca. 30 cm über GOK mit W4-E zu rechnen.

Tab. E1.12 Definitionen der Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533 [11] (redaktionell gekürzt)

➔ Klasse W1-E bildet die Grundlage für die „horizontale Abdichtung“ auf der Beton-Sohlplatte (Abb. E1.14). Klasse W4-E bildet die Grundlage für die „vertikale Abdichtung“ hinter Fassaden- bzw. Sockelbekleidung.

Nun stellt sich die Frage aus welchen Materialien die Abdichtungen bestehen dürfen. DIN 18533 gibt hierzu im Teil 2 und 3 konkrete Hinweise (Tab. E1.13).

Klasse	gilt für	Definition
Abdichtungsbauarten für Bodenplatten bei W1-E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V 13</li> <li>• Cu 0,1 D</li> <li>• G 200 DD, PV 200 DD</li> <li>• PYE-G 200 DD, PYE-PV 200 DD</li> <li>• V 60 S4, G 200 S4- KTG S4, KTP S4, PV 200 S5</li> <li>• PYE-G 200 S4-PYE-KTG S4, PYE/PYP-KTG S4,</li> <li>• PYE-KTP S4, PYE/PYP-KTP S4, PYE-PV 200 S5</li> <li>• Cu 01 S4</li> <li>• KSK</li> <li>• PYE - V KTG KSP-2,8, PYE - V KTP KSP-2,8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasvlies-Bitumendachbahnen</li> <li>• Bitumendichtungsbahnen</li> <li>• Bitumen-Dachdichtungsbahnen</li> <li>• Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen</li> <li>• Bitumen-Schweißbahnen</li> <li>• Polymerbitumen-Schweißbahnen</li> <li>• Bitumen-Schweißbahnen mit 0,1 mm dicker Kupferbandeinlage</li> <li>• Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie</li> <li>• Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage</li> <li>• Polymerbitumenbahn mit Aluminiumverbundträgereinlage</li> </ul>
Querschnittsabdichtung unter druckbelasteten Wänden bei W4-E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R 500</li> <li>• G 200 DD, PV 200 DD</li> <li>• PYE-G200 DD, PYE-PV 200 DD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitumendachbahn mit Rohfilzeinlage</li> <li>• Bitumendachdichtungsbahn</li> <li>• Polymerbitumen-Dachdichtungsbahn</li> </ul>
Erdberührte Wände und Wandsöckel bei W4-E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PMBC (früher als KMB bezeichnet)</li> <li>• FLK</li> <li>• rissüberbrückende MDS<sup>a</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen</li> <li>• Flüssigkunststoffe</li> <li>• rissüberbrückende mineralische Dichtungsschlämmen</li> </ul>

Tab. E1.13 Abdichtungstypen, die in DIN 18533 [11] aufgeführt sind.

<sup>a</sup> Zu diesem Typus zählen die heute vielfach eingesetzten „flexiblen polymeren Dickbeschichtungen“ (FPD), wozu auch die sogenannten „reaktiven Abdichtungen“ gehören (siehe Seite 194).

Hinweis zu Tab. E1.13, letzte Zeile:

Für den Wandsöckel wurden die in DIN 18533 Teil 2 [11] genannten Bitumen- und Polymerbitumenbahnen nicht aufgenommen. Grund ist, dass aus Sicht des Autors die Bahnen für diese Verwendung ungeeignet sind (siehe folgender Abschnitt).

#### Anforderung: gute Verarbeitung

Was ist eine gute Verarbeitung? Sockelabdichtungen werden in der Regel nicht durch Fachfirmen eingebaut. Anders als bei Flachdächern oder Kellern werden Sockel oft so nebenbei noch dazu von Gewerksfremden abgedichtet. Fachgerechte Abdichtungen können nur dann funktionsstauglich ausgeführt werden, wenn:

- die Ausführenden auf das System hinreichend geschult sind,
- die Detailplanung sorgfältig erfolgt und die Materialien zielgerichtet ausgewählt werden,
- der Bauablauf exakt geplant und auf die Anforderungen angepasst wird,
- die Untergründe vorbehandelt werden und geeignet sind.

➔ Abdichtungen mit Bahnen (z. B. aus dem Flachdach) sind für den Sockel aus Sicht des Autors untauglich.

#### Anforderung: diffusionsoffen

Leider sind die in Tab. E1.13 (letzte Zeile) aufgeführten Produkte in einem Punkt nachteilig - sie können sehr diffusionsgehemmt sein. Abdichtungen auf der Kaltseite (außen) sind zunächst kritisch, denn bei „kalten“ äußeren Abdichtungen kann Kondensat in der Konstruktion entstehen. Eine Entschärfung ist durch drei Maßnahmen möglich (Abb. E1.14):

1. Die Abdichtung reicht lediglich bis OKFF, denn der wesentliche Diffusionsstrom findet oberhalb statt.
2. Die Abdichtung ist außenseitig so dick wie möglich überdämmt - jeder Zentimeter hilft. Die Temperatur an der Abdichtung ist dadurch erheblich höher.
3. Die Abdichtung ist möglichst diffusionsoffen (kleiner  $s_d$ -Wert). Optimal wäre ein  $s_d$ -Wert bei ca. 2 Metern.

➔ Eine Kombination aus allen drei Maßnahmen sorgt für eine gute Feuchterobustheit.

E. Konstruktion  
 E1. Sockelausbildung  
 3. Abdichtungssystem

Abb. E1.14

Dieses Detail hat zwar eine „diffusionsgehemmte“ Abdichtung auf der Außenseite, dennoch ist die Auswirkung unkritisch. Durch drei Maßnahmen ist die schädliche Wirkung entschärft (siehe oben).

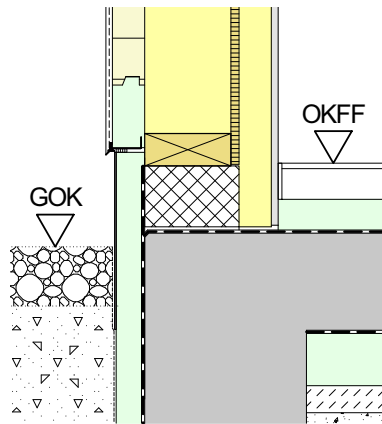


Abb. E1.14 zeigt eine typische Situation einer Abdichtung im Holzbau. Wichtige Bedingungen wurden eingehalten:

- Das Gelände liegt um mindestens 5 cm unterhalb der horizontalen Abdichtung (Klasse W1-E).
- Die Schwelle liegt in einer unkritischen Zone, deutlich oberhalb des Geländes [12].
- Die vertikale Abdichtung (Klasse W4-E) bleibt unterhalb des Holzes. Damit bleibt die Holzkonstruktion nach außen vollständig diffusionsoffen.
- Die Dämmung unterhalb der Sohlplatte reduziert die Höhe des Fußbodenaufbaus.

Bauherren begrüßen diese Lösung, weil ein geringer Höhenunterschied innen/außen zu überwinden ist (Podest mit nur einer Stufe).

**Abdichtungen für den Sockel (W4-E), die in DIN 18533 nicht aufgeführt sind – „reaktive“ FPD-Abdichtungen**

Es gibt zwei gute Gründe „genormte“ Abdichtungen (Tab. E1.13) für den Sockel fortzuentwickeln:

- Diffusionsoffenheit (siehe oben)
- einfache und sichere Verarbeitung

Verschiedene Hersteller von Abdichtungen bieten für die besonderen Anforderungen des Holzbaus spezielle Abdichtungssysteme. Bituminöse Abdichtungen scheiden aus verschiedenen Gründen aus. Unter dem Begriff „reaktive FPD-Abdichtung“ (flexible polymere Dickbeschichtung) haben mineralische Dichtungsschlämmen (MDS) eine Fortentwicklung erhalten. Sie sind bitumenfrei, hochkunststoffvergütet, haftungsintensiv und bisher als Zweikomponentensystem aufgebaut. Sie werden auch Elastomer- oder Hybridabdichtungen genannt. Ihre Eignung weisen diese Systeme mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) nach. In diesem Prüfzeugnis wird Bezug auf die Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533 genommen. Es gelten dabei die Prüfgrundsätze der „flexiblen polymeren Dickbeschichtungen“ (PG-FPD).

FPD-Abdichtungen sind moderne rissüberbrückende Abdichtungsstoffe, die seit einigen Jahren in der Baupraxis erfolgreich angewendet werden. Sie wurden noch nicht in DIN 18533-3 explizit aufgenommen, sind derzeit in der FPD-Richtlinie allgemein geregelt. Ihre Anwendung ist mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis (abP) laut MVVTB

bzw. länderspez. VVTB allgemein zulässig. Da es sich bei FPD-Abdichtungen um eine Weiterentwicklung von mineralischen Dichtungsschlämmen handelt, verfügen die meisten auf dem Markt erhältlichen Produkte auch über ein abP als MDS und sind somit nach DIN 18533-3 für den Anwendungsbereich im Sockel (W4-E) normgerecht einsetzbar.



Abb. E1.15 Abdichtungen für Sockel gelingen gerade wegen der komplexen Untergründe mit den modernen „reaktiven“ FPD-Abdichtungen.

Erfüllt ein nicht genormtes Abdichtungssystem definierte Qualitätskriterien und hat es seine Tauglichkeit durch langjährige Praxiserfahrung nachgewiesen (Anerkennung durch die Mehrheit der Fachleute), so kann es Teil der allgemein anerkannten Regeln der Technik für diesen speziellen Anwendungsfall sein.

Reaktive FPD-Abdichtungen werden vor Ort aus einer mineralischen Komponente und einem Bindemittel vermischt und danach innerhalb einer bestimmten Zeit verarbeitet (Zweikomponentensystem). Vorteil ist die rasche Abbindezeit, die Abdichtung ist in kurzer Zeit funktionstauglich. Dies ist sowohl auf der Baustelle als auch in der Vorfertigung von Vorteil. Die Untergründe können sehr unterschiedlich sein. Ein weiterer Pluspunkt: Bei der Systemprüfung des FPD-Typs wird eine erhöhte Haftzugtauglichkeit abgeprüft (0,5 N/mm<sup>2</sup> statt 0,2 N/mm<sup>2</sup> bei MDS). Die Abdichtung ist für Klebe-, Armierungsmörtel und Putze etc. tragfähig (Vorteil gegenüber Bitumen und EPDM).

**Verarbeitung** (siehe auch die Abbildungen in Tab. E1.11 auf Seite 192):

- Der Untergrund entspricht den Vorgaben des technischen Merkblattes des Herstellers.
- Fugen sind zu schließen (Spachtelmasse nach Empfehlung des Herstellers).
- Ggf. Haftbrücke auftragen (Betonflächen zuvor nassen). Die Trocknung der Haftbrücke ist abzuwarten.
- Verrühren der Zweikomponenten-FPD-Abdichtungsmasse nach Angabe.
- Auftragen der ersten Abdichtungslage optimal mit Zahnspatel (nach Herstellerangaben), danach einglätten.
- Eck-Formteile einbetten und verspachteln.
- Einbetten von Dichtbändern zur Überbrückung der Materialübergänge und Risse.
- Kanten der Dichtbänder mit Abdichtungsmasse überarbeiten - Ziel: Hinterläufigkeit vermeiden.

## E2. Geschossdecke

Geschossdecken aus Stahlbeton stellten lange Zeit für das Maurer- und Betonbauhandwerk eine naheliegende Konstruktion dar. Der Brandschutz, Schallschutz und der Kostenvorteil waren durchschlagende Argumente. Allerdings spielten die Themen Klimaschutz und Energieeinsparung bisher eher eine nachgeordnete Rolle.

Durch die Erweiterung der Kapazitäten im Zimmererhandwerk und in der Zulieferindustrie drängen die Systeme des Holzbaus in den Fokus. Holz gehört zu den wenigen Rohstoffen in Deutschland, die in ausreichender Menge vorhanden sind. Dazu wird dem Holzbau zum Erreichen der Klimaneutralität im Bauwesen eine bedeutende Rolle zugetraut. Jeder Kubikmeter verbautes Nadelholz lagert ca. eine halbe Tonne CO<sub>2</sub> für einen langen Zeitraum in das Gebäude ein. Geschossdecken in der Holzbauart bieten eine Reihe von weiteren Vorteilen:

### ■ Holzdecken sind sofort voll belastbar

Elemente aus Holz sind exakt auf Maß gefertigt, trocken und innerhalb kürzester Zeit verlegt. Der größte Vorteil ergibt sich aus der unmittelbaren Fortsetzung der Arbeiten. Die Montage des Obergeschosses ist möglich, wie auch der Ausbau in dem unterhalb liegenden Geschoss. Es gibt keine Unterbrechungen der Gewerke, wie sie durch Betonarbeiten entstehen.

### ■ weniger Baufeuchte durch trockenes Holz

Schnelle Bauzeit und nasse Baustoffe widersprechen sich. Nasse Baustoffe erzeugen eine hohe Luftfeuchte. Und bereits ab 70 % Luftfeuchte besteht die Gefahr von Schimmelwachstum. Die modernen Holzbauprodukte sind trockene Baustoffe. Die technische Trocknung des Holzes sorgt für Sicherheit mit einer Holzfeuchte  $\uparrow$  von maximal 20 %. Bei Holzmassivdecken sind es sogar nur  $12 \pm 3$  %.

### ■ QNG-Siegel $\uparrow$ für öffentliche Förderungen

Bei den Fördermaßnahmen spielt Nachhaltigkeit eine wesentliche Rolle. Seit März 2023 wird klimafreundliches Bauen im KfW-Programm „Klimafreundlicher Neubau“ mit zinsverbilligten Krediten gefördert. Hier ist der Werkstoff Holz als nachwachsender Rohstoff die Referenz unter den Baumaterialien.

Das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) zeigt bereits den Weg auf. So kann es zukünftig eine attraktive Option sein, wesentliche Teile des Gebäudes aus Holz zu bauen. Das oberste oder die oberen Geschosse einschließlich der Geschossdecke bieten sich geradezu an, in der Holzbauart errichtet zu werden. Dies zeigen heute bereits unzählige Beispiele.

Der Holzbau ist bei den Geschossdecken sehr vielfältig geworden. Es gibt gute, sehr interessante Möglichkeiten, den Stahlbeton an vielen Gebäuden oder zumindest in den oberen Etagen zu ersetzen.

Wichtig:

- Holzdecken sollten nicht in das Mauerwerk eingebunden werden. Vielmehr liegen sie bei kombinierten Bauarten auf den Ringankern auf.
- Oberhalb von Holzdecken sollte in Holzbauart fortgesetzt werden. Eine „Nassbauart“ wäre dort nicht sinnvoll.

- Horizontal montiertes Holz ist grundsätzlich sorgfältig vor Feuchtigkeit zu schützen. Hier haben sich verschiedene vollflächig klebende Produkte bereits bestens bewährt.

## 1. Brettschichtholz und Brettsperrholz

Die Entwicklung der Konstruktionsart „Holzmassivelemente HME“ verlief von genagelten Brettstapeldecken (ab ca. 1990) zu den verleimten Brettstapeldecken (Brettschichtholz). Erst später kam als weiteres Massenprodukt das moderne „Brettsperrholz“ dazu.

Doch zunächst zu dem Rohstoff, der bei allen Varianten gleich ist. Man hat zu Beginn der Entwicklung in den Sägewerken Vertriebskanäle für die Brettware gesucht. Bei der Produktion von Bauschnittholz fällt Seitenbrettware an. Dies ist heute etwas anders, weil in Großproduktionen überwiegend mit Zerspaneranlagen gearbeitet wird. Dennoch ist Brettware ein wichtiges und hochwertiges Sägewerksprodukt. Denn Bäume können nicht in allen Fällen bis ins hohe Alter im Wald belassen werden. Durchforstung und Schadholz sind zwei wichtige Gründe schwächere Baumquerschnitte zu ernten. Es bietet sich an, daraus Brettquerschnitte herzustellen.

### Wie kann man mit kleinen Brettern große Spannweiten herstellen?

Dies ist auch heute noch eine wichtige Fragestellung. Denn Brettware soll möglichst wertreich Verwendung finden. Auch bei den modernen Geschossdecken in Holzbauart besteht sehr großes Potenzial. Eine rationelle Methode ist folgende: Bretter aufrecht aneinanderstellen und miteinander befestigen, um ein Kippen zu verhindern.

- Genagelte Brettstapeldecken (Abb. E2.1) könnten auch heute noch in jeder Zimmerei gefertigt werden. Aus wirtschaftlichen Gründen ist das jedoch eher selten geworden. Anmerkung: Bei Verwendung von Aluminiumnägeln sind die erzeugten Deckenplatten mit Holzbearbeitungsmaschinen schneidbar.
- Eine Abwandlung ist die Brettstapeldecke mit Holzdübeln. Hier wird auf Leim und Metall vollständig verzichtet. Es gibt allerdings nur wenige Hersteller.
- Das Gros der Brettstapeldecken wird heute verleimt (Leimanteil ca. 2 %). Dies ist eine äußerst rationelle Methode. Diese Decken sind zu einem Massenprodukt geworden.



Abb. E2.1 Die vernagelte oder verdübelte „Brettstapelbauweise“ stellt den Beginn der Holzmassivdecken dar.

**Technische Vorteile liegen beim Brettsperrholz**

Eine recht junge Entwicklung ist die Konstruktionsart Brettsperrholz. Es sind enorme Produktionskapazitäten entstanden. Überzeugend sind die technischen Vorteile, die sich insbesondere auf das Schwind- und Quellverhalten beziehen. Brettsperrholz wird, wie der Name es ausdrückt, aus liegenden Brettlagen produziert, wobei eine oder mehrere Querlagen vorgesehen werden. Diese Anordnung reduziert die Verformung im Zuge eines Feuchteausgleichs. Hier der Vergleich der Maßänderung je Meter Deckenbreite bezogen auf 1 % Holzfeuchteänderung:

- Brettschichtholz ca. 2,5 mm
- Brettsperrholz ca. 0,2 mm



Abb. E2.2 Bessere technische Eigenschaften hat die Brettsperrholzdecke. Querlagen reduzieren die Schwind- und Quellverformung.

Brettsperrholz	Brettschichtholz	Rippendecke
geringes Quell- und Schwindverhalten durch querlaufende Brettlagen	kostengünstige Produktion	reduzierter Materialeinsatz (ca. 60 %); Installationsraum; vereinfachte Deckenbeschwerung möglich

Tab. E2.3 Holzmassivdecke und weitere Varianten dieser Konstruktionsform mit Vorteilsargumenten

**Konfektioniert an die Baustelle**

Bei allen Formen der Holzmassivelemente ist der Ablauf vergleichbar. Die Bauteile werden maßgenau produziert und fertig zugeschnitten an die Baustelle geliefert. In der Regel wird direkt vom Lkw montiert. Das Tempo der Montage ist so groß, dass sich eine Entladung und Zwischenlagerung an der Baustelle kaum lohnen. Auch Durchbrüche für Treppen oder Installationen sind vorbereitet.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. E2.4 Hier wurden die Elemente vor der Montage zwischengelagert. Der Zimmerer befestigt die Anschläge für die Kranmontage.

**Vorbemessung**

Für eine ungefähre Abschätzung kann Tab. E2.5 verwendet werden. Die Werte können den genauen Nachweis nicht ersetzen. Im Wohnungsbau ist für die Gebrauchstauglichkeit der Lastfall „Schwingen“ zu berücksichtigen. Dieser wird i. d. R. maßgebend. Bei einer „Heißbemessung“ (baulicher Brandschutz) wird auf das „Schwingen“ verzichtet. Daher führt die zu berechnende Abbrandrate bei zum Raum hin sichtbaren Bauteilen bis Gebäudeklasse 3 kaum zu höheren Querschnitten.

Spannweite <sup>a</sup>	Einfeldträger	Zweifeldträger <sup>b</sup>
3,5 m	100 (80)	100 (80)
4,0 m	120 (100)	120 (80)
4,5 m	140 (100)	120 (100)
5,0 m	160 (120)	140 (100)
5,5 m	200 (140)	160 (100)
6,0 m	220 (140)	200 (120)

Tab. E2.5 Dicke der Brettschichtholzelemente (GL 24 h) bei:

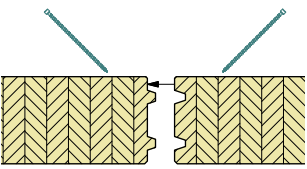
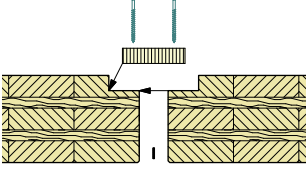
- Verkehrslast 1,5 kN/m<sup>2</sup> ohne Innenwandzuschlag
  - Zementestrich d = 5 cm, 1,2 kN/m<sup>2</sup>
  - Eigengewicht, sowie Unterdecke mit max. 0,2 kN/m<sup>2</sup>
- Werte in (Klammern) ohne Lastfall „Schwingen“

<sup>a</sup> Mitte Auflager bis Mitte Auflager

<sup>b</sup> Ein Feld darf auch einen Meter kürzer sein

## Elementstöße

Um den Bauablauf zu beschleunigen, werden Geschossdecken als Elemente vorgefertigt. Große Flächen sind aus transportablen Einheiten vor Ort zusammensetzen. Die Verbindung muss kraftschlüssig hergestellt werden. Die Gesamtläche bildet bei einer Scheibenausbildung eine konstruktive Einheit (siehe C8. Abschn. 3. „Deckenscheiben“ ab Seite 176). Es ist wichtig, dass die Elementierung in der Tragwerksplanung Berücksichtigung findet. Die Ausbildung der Elementstöße ist je nach Bauart der Elemente verschieden.

Brettschichtholz mit Doppelnut	Brettsperrholz mit Ausfällung
	
Die Doppelnut sorgt für einen flächenebenen Anschluss. Die Verbindung erfolgt über diagonal gesetzte Vollgewindeschrauben (Abstand nach Statik).	Die Elemente werden mit oder ohne Dichtband aneinandergelagt. Die Verbindung erfolgt über einen Sperrholzstreifen, der kraftschlüssig befestigt wird.

Tab. E2.6 Holzmassivdecken werden in konfektionierten Elementen geliefert. Die Verbindung zur Deckenscheibe kann unterschiedlich sein.

## Rippendecke

Eine technisch interessante Option für Holzmassivdecken ist die Rippendecke. Der Holzbedarf lässt sich gegenüber der Holzmassivdecke auf ca. 60 % reduzieren, eine enorme Holzeinsparung. Für die Formstabilität wird auf der Unterseite je nach Ausrichtung der unteren Deckschicht eine Zwei- oder Dreischichtplatte platziert. Diese Platte kann den unterseitigen Deckenabschluss bilden. Somit kann das Holzelement zum Raum hin sichtbar bleiben. Dies ist für die Nutzer dieser Gebäude gestalterisch hochattraktiv. In der Qualität des Schallschutzes müssen hier trotzdem keine Abstriche gemacht werden. Die Qualität einer „Wohnungstrenndecke“ ist gut erreichbar (Siehe „Optimierte Rippendecke“ auf Seite 161).

Für den baulichen Brandschutz gilt, dass die Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten (feuerhemmend) durch die Berechnung des Abbrandes erreichbar ist. Bei der sogenannten „Heißbemessung“ entfällt der ungünstige Lastfall „Schwingen“. Eine sichtbare Holzdecke ist auch in der Gebäudeklasse 4 möglich (siehe Seite 143).

Für den Montageablauf ist die fertige Unterseite sehr reizvoll. Auf diese Weise entfallen alle weiteren Baustellenarbeiten an der Decke. Dies sollte den Baufortschritt enorm beschleunigen. Die aufgeleimten Rippen ergeben eine sehr rationelle statische Stabilität. Der breitere Obergurt verstärkt die Biegefestigkeit und reduziert die Bauteilhöhe. Die dadurch entstandene breitere Auflagerfläche ist auch für den Fußboden ein Vorteil.

→ Eine Übersicht zur Vorbemessung ist aufgrund der hohen Varianz nicht möglich.



Abb. E2.7 Mit einer Rippendecke werden die Eigenschaften einer Holzmassivdecke und die Vorteile einer Holzbalkenlage verbunden.

## 2. Balkenlage

Die Holzbalkenlage dürfte die älteste Konstruktionsform für Geschossdecken sein. Erst der Stahlbeton hat diese Bedeutung reduziert. Kann sich die Holzbalkendecke wieder nach vorn entwickeln? Eindeutig ja, denn keine andere Konstruktionsform kommt mit derart geringem Materialeinsatz aus. Balkenlagen aus Holz gelten auch heute als hochmoderne Konstruktionsform.

Man traut es auf den ersten Blick der Balkenlage vielleicht nicht zu, aber sie brilliert auch in anderer Hinsicht, wie z. B. dem geringen Gewicht. Außerdem beim Schallschutz. Der große Abstand der Schalen oberhalb und unterhalb stellen eine sehr wirkungsvolle Methode des Schallschutzes dar. Die Balkenlagen können ähnlich schalldämpfend wie Betondecken hergestellt werden.

In der Vergangenheit wurden lediglich zwei Fehler gemacht: Es fehlten eine funktionstaugliche Entkoppelung zwischen Balken und Unterdecke sowie mitunter eine taugliche Trittschalldämmung. Genaueres ist in C7. „Schallschutz“ im Abschn. „Optimierte Holzbalkendecken“ ab Seite 158 zu lesen.

Nachdem sich der Holzrahmenbau und die Methoden der Vorfertigung für Wände in den Zimmereibetrieben stark verbreitet haben, sind die Decken ins Visier der Prozessoptimierer gekommen. Antrieb waren zwei Entwicklungen:

1. Die vorelementierten Holzmassivdecken haben den Bauablauf enorm beschleunigt. Die vorgefertigte Geschossdecke ist wichtig, um ein Gebäude noch schneller „unter Dach“ zu bekommen. Die Kapazitäten bei den Herstellern von Holzmassivelementen wurden bewusst genutzt, um die Fertigung von Decken auszulagern.
2. Die Bau-Berufsgenossenschaften haben die Arbeitssicherheit im Zimmererhandwerk in den Fokus genommen. Die Unfallhäufigkeit und die Schwere der Unfälle sollte reduziert werden. So hat man die Absturzhöhe, die ungesichert bleiben darf, auf 2 Meter reduziert. Somit sind bei der manuellen Verlegung von Balkenlagen an der Baustelle Sicherungsmaßnahmen durchzuführen, denn die Geschossmaße betragen mehr als 2 Meter.

Beide Entwicklungen haben sich miteinander verstärkt und zur Kapazitätsausweitung für Deckenelemente sowohl aus Holzmassivelementen und der vorgefertigten Balkenlagen geführt.

➔ Es ist einfacher eine Absturzkante an Elementen zu sichern (Seilsicherung) als eine Absturzfläche unterhalb einer manuell zu verlegenden Balkenlage (Sicherung z. B. mit Unterspannnetzen).



Abb. E2.8 Montage einer elementierten Deckenkonstruktion. Der Monteur ist unter den Aspekten der Arbeitssicherheit ausgerüstet.

Der enorme Preisanstieg beim Rohstoff Holz im Jahr 2021 und die danach stark schwankenden Preise haben die Frage nach Alternativen zu den Holzmassivelementen aufgeworfen. Denn eine Balkenlage einschl. Beplankung↑ kommt mit weniger als 50 % des Materials einer Holzmassivdecke aus. Höhere Rohstoffpreise schlagen bei einer Balkenlage weniger durch.

### Vorfertigung

Im Sinne der Arbeitssicherheit und des schnelleren Baufortschrittes ist das Vorelementieren der Geschossdecken auch bei Balkenlagen überaus sinnvoll. Allerdings weichen die Produktionsprozesse einer vorgefertigten Balkenlage sehr stark von denen einer normalen Wand ab. Die Fertigungsvorrichtungen (Elementbautische) aus dem Holzrahmenbau können nur bedingt für die Vorfertigung von Balkenlagen verwendet werden. Dafür gibt es Gründe:

- Wandstiele haben einen geringeren Querschnitt und eine Länge von weniger als 3 Metern. Balkenlagen sind oft 240 mm hoch, sind breiter und haben eine Länge von ungefähr 10 Metern.
- Ein Wandelement kann in kompletter Länge und Höhe transportiert werden. Bei Balkenlagen geht das nicht.

So haben sich zwei verschiedene Verfahren entwickelt, mit denen eine Vorfertigung von Balkenlagen in einer Zimmerei erfolgt (siehe unten). Beide Verfahren verfolgen ähnliche Ziele:

- Der Transport erfolgt liegend, in einem gestapelten Paket. Die Montage kann direkt ab Lkw erfolgen, eine Zwischenlagerung auf der Baustelle wird i. d. R. vermieden. Die Reihenfolge der Beladung wird im Sinne des Montageablaufs vorgeplant.
- Die Länge der Elemente richtet sich nach der Länge der einzelnen Balken. Dies ist üblicherweise die Gebäudebreite.

- Die Breite der Elemente richtet sich nach den Transportfahrzeugen. Die Basisbreite oder Rasterbreite beträgt 2,50 Meter, was exakt der üblichen Fahrzeugbreite entspricht. Diese Breite nimmt die üblichen Formate der Holzwerkstoffe auf. Überbreiten bis 3,0 Meter sind ohne größere Schwierigkeiten zu realisieren.
- Die Stöße der Elemente müssen so ausgebildet sein, dass eine statisch wirksame Verbindung möglich ist. Die Beplankungen greifen dazu z. B. auf das Nachbarelement. Hintergrund ist, dass die gesamte Deckenkonstruktion vielfach als aussteifende Scheibe auszubilden ist. Dazu ist ein Nachweis des Tragwerksplaners erforderlich, der von einer Elementierung in Kenntnis zu setzen ist (siehe C8. Abschn. 3. „Deckenscheiben“ ab Seite 176).

einseitige Fertigung	beidseitige Fertigung
Bei Elementbreiten von 2,50 m und Balken-Rasterung von 62,5 cm kann die Beplankung↑ überstehen. So wird nur ein Deckenbalken am Stoß benötigt.	Soll Dämmung und Sparschalung eingebaut werden, so ist der Doppelbalken am Stoß sinnvoll. Die Elementfuge (mind. 10 mm) erhält einen flexiblen Dämmstoff.

Tab. E2.9 Vorgefertigte Balkenlagenelemente werden unterschieden in einseitige Beplankung und beidseitig ausgestattet.

### Verfahren 1 der Vorfertigung „Großfläche“:

Die gesamte Balkenlage wird in der Werkhalle ausgelegt (Abb. E2.10). Dabei wird auf die exakte Ausrichtung der Balken geachtet. Sodann erfolgt die Belegung mit Holzwerkstoffplatten. Dabei sind die Grundregeln für die Ausbildung von Deckenbeplankungen zu beachten. Die wichtigsten Regeln aus dem Eurocode 5 sind im Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 166 zusammengefasst. Nach der Befestigung der Beplankung↑ werden die Elemente an den geplanten Trennfugen mit Handkreissägen aufgeschnitten. Die einzelnen Elemente werden nummeriert und verladen oder weiterverarbeitet.

### Verfahren 2 der Vorfertigung „Teilfläche“:

Im Gegensatz zu Verfahren 1 werden hier nur Teilflächen ausgelegt. Die Forderung nach exaktem Auslegen ist hier umso wichtiger. Mehr noch, erfahrungsgemäß kommt es dazu auf Geradheit und Formstabilität der seitlichen Elementhölzer an. Jede Krümmung kann zu einem Verlust der Passung an den Elementstößen führen. Bei der Planung sollten gewisse Toleranzmaße eingeplant werden. Die Größenordnung richtet sich nach der Detailausbildung und dem Verfahren, sollte aber 10 mm oder mehr betragen.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. E2.10 Auslegen einer Großfläche nach Verfahren 1. Der Elementstoß ist zu erkennen.

Für beide Verfahren gilt:

- Eine längere Lagerung der Elemente ist nicht hilfreich. Die Verformung der einzelnen Balken kann zu einem Verlust der Passung im Elementstoß führen.
- Die Elementierung ist einfacher, wenn auf eine unterseitige Bekleidung oder Dämmung des Elementes verzichtet wird.
- Sollen Dämmung und Sparschalung bereits in der Werkhalle eingebaut werden, so ist ein zweifaches Wenden der einzelnen Elemente erforderlich. Hierfür sind entsprechende Hebezeuge notwendig.

Der höhere Vorfertigungsgrad macht überwiegend einen zweiten Balken am Stoß notwendig. Die Ausbildung der Beplankung<sup>↑</sup> und Sparschalung erfolgt „Z-artig“, um die einfache Montage und eine kraftschlüssige Befestigung der Elemente untereinander zu ermöglichen (vgl. Tab. E2.9, rechte Spalte).

- Bei Schallschutzanforderungen sind spezielle Abhänger zu verwenden, die ein Stapeln der Elemente ermöglichen (z. B. Knauf VF-Abhänger).
- Eine beidseitige Bekleidung der Elemente ist nur möglich, wenn nachträglich keine Lüftungsleitungen und andere Installationen mit größeren Querschnitten verzogen werden sollen.

Verkehrslast 2,0 kN/m <sup>2</sup> Estrich usw. 1,4 kN/m <sup>2</sup>	Dicke der Beplankung bei Balkenabstand	
	62,5 cm	83,5
OSB/3 (EN 300)	22 mm	—
OSB/4 (EN 430)	18 mm	25 mm
Spanplatte P5 (EN 312)	22 mm	32 mm
Spanplatte P7 (EN 312)	22 mm	28 mm
Dielung S10	22,5 mm	22,5 mm

Tab. E2.11 Tragende Beplankung auf Holzbalkendecken bei Zementestrich  $d = 5$  cm.

Holzbalken <sup>a</sup>	Stegträger	Verbunddecke
lagergängiges Material, handwerkliche Fertigung	reduzierter Materialeinsatz; Installationen können quer verlaufen	die kraftschlüssige Verleimung <sup>b</sup> reduziert den Balkenquerschnitt
Querschnitt 100 % (192 cm <sup>2</sup> )	Querschnitt ~45 % (~86 cm <sup>2</sup> )	Querschnitt ~70 % (~132 cm <sup>2</sup> )

Tab. E2.12 Holzbalkendecke mit verschiedenen Varianten dieser Konstruktionsform.

<sup>a</sup> Holzbalken aus Konstruktionsvollholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Furnierschichtholz (siehe [31])

<sup>b</sup> Eine statisch ansetzbare Verleimung setzt besondere betriebliche Bedingungen voraus (in einer normal ausgestatteten Zimmerei nicht durchführbar). Diese Variante soll lediglich eine theoretische Möglichkeit aufzeigen. Durch die Verleimung lässt sich der Balkenquerschnitt stark reduzieren.

- E. Konstruktion
- E2. Geschossdecke
  - 2. Balkenlage

Einfeldträger „Eft“ und Zweifeldträger „Zft“ mit der Höhe [mm]						
Spannweite		180	200	220	240	260
3,5 m	Eft	146 (105)	107 (85)	81 (-)	-	-
4,0 m	Eft	- (136)	182 (110)	136 (92)	105 (77)	-
	Zft	174 (124)	128 (100)	96 (83)	-	-
4,5 m	Eft	-	- (140)	- (116)	<b>169 (97)</b>	132 (83)
	Zft	-	204 (126)	154 (104)	<b>118 (88)</b>	-
5,0 m	Eft	-	-	- (143)	- (120)	202 (102)
	Zft	-	- (156)	232 (128)	179 (109)	-

Tab. E2.13 Breite von Bauholz (C 24) bezogen auf einen Meter Balkenabstand bei  
 - Verkehrslast 2,0 kN/m<sup>2</sup> ohne Innenwandzuschlag  
 - Zementestrich d = 5 cm, 1,2 kN/m<sup>2</sup>  
 - Eigengewicht, sowie Unterdecke mit max. 0,2 kN/m<sup>2</sup>  
 Werte in (Klammern) ohne Lastfall „Schwingen“

→ Rechenhinweis zu Tab. E2.13:

Die Tabellenwerte sind Zwischenwerte für eine Vorbemessung. Sie beziehen sich auf einen Balkenabstand von einem Meter.

Beispiel: Spannweite 4,5 m, Zweifeldträger „Zft“ incl. Lastfall Schwingen:

- ergibt einen erforderlichen Querschnittbedarf mit der Höhe 240 mm und der Breite 118 mm je Meter (fett markiert)
- Umrechnung auf einen Balkenabstand von 625 mm:  
 $118 \times 0,625 = 74 \text{ mm}$
- gewählt 80 x 240 mm mit einem Abstand von 625 mm

Wären Einfeldträger dabei, so würde sich ein erforderlicher Querschnittbedarf mit der Höhe 240 mm und der Breite 169 mm je Meter (fett markiert) ergeben:

- Umrechnung auf einen Balkenabstand von 625 mm:  
 $169 \times 0,625 = 106 \text{ mm}$
- gewählt 120 x 240 mm mit einem Abstand von 625 mm

# E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen

Beim Dach liegt die Hauptaufgabe des Schutzes vor Niederschlägen bei den Dachdeckungen selbst. Allerdings bietet dieser äußere Witterschutz keine 100%-Regensicherheit, weil Fugen und Überdeckungen z. B. bei Windanströmung gewisse Mengen an Niederschlag passieren lassen. Die Mengen sind zwar verhältnismäßig gering, aber dennoch vorhanden.

Nach den Fachregeln des Zentralverbandes des deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH) werden für jede Art von Dachdeckung (z. B. Dachziegel und Dachsteine, Schiefer, Wellplatten usw.) unterschiedliche Anforderungen für ein Erreichen der „Regensicherheit“ gestellt. Nach diesen Fachregeln sind Zusatzmaßnahmen in Form von Unterdeckungen auszuwählen. Es werden die „Klassen von Zusatzmaßnahmen“ definiert (siehe Tab. E3.13 auf Seite 205).

## 1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen

Das Hartdach aus Dachziegeln und Dachsteinen gilt nur mit ergänzender Zusatzmaßnahme als regensicher. Die Anforderungen werden in den „Fachregeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen“ beschrieben. Aus der Tab. E3.3 wird die mindestens erforderliche Klasse der Zusatzmaßnahme abgelesen. Daraus folgt, welche Art an Unterdeckung für das spezielle Dach erforderlich ist. Denn Unterdeckungen können in der Beschaffenheit unterschiedlich ausgebildet werden. Im Abschn. 3. „Ausführung von Unterdeckungen“ ab Seite 204 sind die Zusammenhänge tabellarisch dargestellt.

Für jedes einzelne Dach sind die erforderlichen Maßnahmen neu festzulegen. Grundlage ist zunächst die Regeldachneigung. Diese wird den ZVDH-Fachregeln entnommen oder vom Hersteller der Eindeckung angegeben. Neben der Unterschreitung der Regeldachneigung können besondere Bedingungen zu „erhöhten Anforderungen“ an die regensichernde Zusatzmaßnahme unterhalb der Dachdeckung führen:

- große Sparrenlängen ab 10 m in Abhängigkeit von der Dachneigung (Tab. E3.1)
- besondere gegliederte Dachflächen, wie geschweifte Gauben, Tonnen- und Kegeldächer
- konzentrierter Wasserablauf auf Teilflächen des Daches, z. B. unterhalb von Regenfallrohren, Zusammenführungen von Kehlen o. ä.
- schneereiche Gebiete (Schneelast  $\geq 1,5 \text{ kN/m}^2$ )
- windreiche Gebiete der Windlastzonen 4 oder Kamm- und Gipfelagen oder Schluchtenbildung

### → Erhöhte Anforderungen:

Bei besonderen Bedingungen werden erhöhte Anforderungen definiert. In Tab. E3.3 kann die entsprechende Klasse der Zusatzmaßnahme abgelesen werden.

bei Dachneigung	und einer Sparrenlänge
ab 10°	> 10,0 m
ab 20°	> 10,5 m
ab 30°	> 11,5 m
ab 40°	> 13,0 m

Tab. E3.1 Erhöhte Anforderung bei größeren Sparrenlängen und in Abhängigkeit unterschiedlicher Dachneigungen

Für jedes Dach muss die Klasse der Zusatzmaßnahme neu ermittelt werden. Selbst wenn Dachdeckungsmaterial und Dachneigung identisch sind, führen veränderte Bedingungen gegebenenfalls zu einer abweichenden Ausbildung der Unterdeckung. So können z. B. die Anforderungen an das Dach einer Gaube andere sein als an das Hauptdach.

Abb. E3.2

Für das Gaubendach bestehen erhöhte Anforderungen aufgrund der Ausführung als geschweifte Form.



Bild: Jacobi

Regeldachneigung RDN	RDN unterschritten	Mindestanforderung	ab einer erhöhten Anforderung
22°, 25°	nein	Klasse 5	Klasse 4
	bis zu 4°	Klasse 4	Klasse 3
	bis zu 8°	Klasse 3	Klasse 2
	bis zu 12°	Klasse 1	Klasse 1
30°	nein	Klasse 5	Klasse 4
	bis zu 4°	Klasse 4	Klasse 3
	bis zu 8°	Klasse 3	Klasse 2
	bis zu 12°	Klasse 2	Klasse 1
35°, 40°	nein	Klasse 5	Klasse 4
	bis zu 4°	Klasse 4	Klasse 3
	bis zu 8°	Klasse 3	Klasse 3
	bis zu 12°	Klasse 2	Klasse 2
Die Mindestdachneigung beträgt jedoch 10°			

Tab. E3.3 Mindestens erforderliche Klasse der Zusatzmaßnahme

- E. Konstruktion
- E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen
  - 2. Regeldachneigung für Dachdeckungen

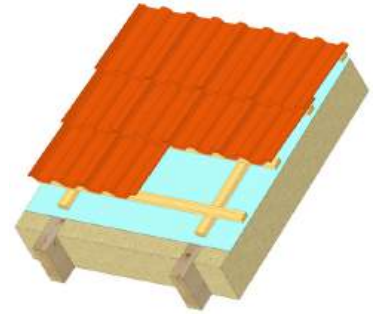
## 2. Regeldachneigung für Dachdeckungen

Die Regeldachneigung  $\uparrow$  (RDN) ist die Bezeichnung für eine Dachneigungsgrenze, bei der sich eine Dachdeckung in der Praxis als ausreichend regensicher erwiesen hat, dies ggf. unter Einsatz von Zusatzmaßnahmen. Bei Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  sind u. U. höherwertige Zusatzmaßnahmen erforderlich [28].

Die Minstdachneigung  $\uparrow$  darf jedoch keinesfalls unterschritten werden. Sie ist die unterste Dachneigungsgrenze, die für eine bestimmte Dachdeckung nicht unterschritten werden darf [28].

### Dachziegel / Dachsteine

Für Dachziegel und Dachsteine sind die Regeldachneigungen  $\uparrow$  in Abhängigkeit von Formgebung und Deckungsart in Tab. E3.4 und Tab. E3.5 aufgeführt.



→ Eine Unterschreitung der RDN bis hin zur Minstdachneigung  $\uparrow$  ist nur mit besonderen Maßnahmen ausführbar.

→ Minstdachneigung  $\uparrow$  = 10°

Dachziegel	Dachziegelart / Merkmal	Formbeispiel	Deckungsart	Regeldachneigung
mit Verfalzung	Ringfalz	Flachdachziegel, Hohlfalzziegel, Romanische Dachziegel	Einfachdeckung	22°
	Kopffalz oder Kopf- und Fußrippe und Seitenverfalzung	Doppelmuldenfalzziegel bei Deckung im Verband, Doppelmuldenfalzziegel, Glattziegel bei Deckung im Verband, Reformziegel, Verschiebeziegel		25°
	Kopffalz oder Kopf- und Fußrippe und Seitenfalz	Doppelmuldenfalz, Reformziegel, Glattziegel, Verschiebeziegel		30°
	seitlich eingreifende Überdeckung	Strangfalzziegel		35°
	seitlich übergreifende Überdeckung	Krempziegel		35°
ohne Verfalzung	gewölbte Dachziegel	Hohlpfanne	Aufschnittdeckung	35°
		Mönch und Nonne	Vorschnittdeckung	40°
	ebene Dachziegel	Biberschwanzziegel	Einfachdeckung	40°
			Doppel- und Kronendeckung	30°
			Einfachdeckung mit Spließen	40°

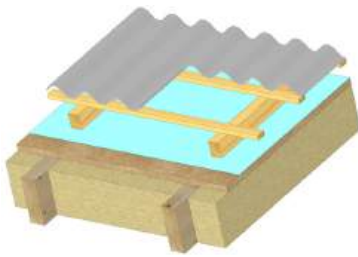
Tab. E3.4 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus Dachziegeln

Dachsteine	Dachziegelart / Merkmal	Formbeispiel	Deckungsart	Regeldachneigung
mit Seitenfalz	hochliegender Seitenfalz	profiliert	Einfachdeckung	22°
	tiefliedender Seitenfalz	eben		25°
ohne Falz	eben	Biber	Doppel- und Kronendeckung	30°
			Einfachdeckung mit Spließen	40°

Tab. E3.5 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus Dachsteinen

## Faserzement-Wellplatten

Die Regeldachneigung  $\uparrow$  von Faserzement-Wellplatten richtet sich nach der Plattenlänge (Standard- oder Kurzwellplatte) sowie der Entfernung Traufe-First (Tab. E3.6).



→ Minstdachneigung  $\uparrow$  = 5° (Ausführung als 7°-Dach möglich)

Bei Faserzement-Wellplatten werden Standardwellplatten mit Längen von 1250 mm bis 2500 mm und Kurzwellplatten mit Längen 625 mm und 830 mm (Ausgleichsplatte) unterschieden.

Wellplatte	Entfernung Traufe-First [m]			
	≤ 10	>10–20	>20–30	>30
Standardwellplatte	≥ 9°	≥ 10°	≥ 12°	≥ 14°
Kurzwellplatte	≥ 15°	≥ 17°	≥ 19°	≥ 20°

Tab. E3.6 Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Faserzement-Wellplatten

Bei Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  gemäß Tab. E3.7 ist eine Dichtschnur in der Höhenüberdeckung anzuordnen.

Bei erhöhten Anforderungen ist mindestens eine Unterdeckung  $\uparrow$  der Klasse 5 erforderlich. Bei einer Dachneigung  $\leq 15^\circ$  ist eine verschweißte oder verklebte Unterdeckung  $\uparrow$  (Klasse 4) auszuführen.

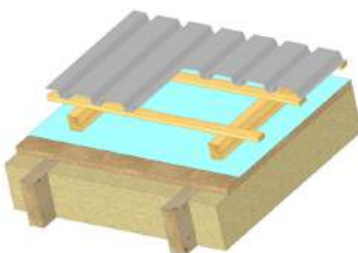
Arten	Profil	Wellenberge	Unterschreitung <sup>a</sup> RDN	Maßnahme
Standardwellplatte	177/51	5	um 2°	Höhenüberdeckung mit Dichtschnur
	130/30	8		
Kurzwellplatte	177/51	5	um 5°	

Tab. E3.7 Ausführung bei Faserzement-Wellplatten

<sup>a</sup> Eine weitere Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  ist nur mit wasserdichtem Unterdach  $\uparrow$  (Klasse 1) zulässig.

## Selbsttragende Metallbleche

Für großformatige Elemente (Profiltafeln) sind erforderliche Überdeckungen in Tab. E3.8 aufgeführt. Bei Dachneigungen  $\leq 15^\circ$  sind geeignete Dichtbänder vorzusehen.



→ Minstdachneigung  $\uparrow$  = 3°

Die Minstdachneigung  $\uparrow$  von 3° bei großformatigen Metalldeckungen gilt nur, wenn weder Querstöße noch Durchdringungen vorhanden sind.

Bei selbsttragenden Metalldeckungen wird zwischen groß- und kleinformatigen Elementen unterschieden. Großformatige Profiltafeln, wie z. B. Trapez- oder Wellprofile, können auftretende Belastungen aufgrund ihrer Formgebung aufnehmen und weiterleiten. Eine vollflächige Deckunterlage ist daher nicht erforderlich. Die Regeldachneigung  $\uparrow$  ist abhängig vom Maß der Überdeckung (Tab. E3.8).

Überdeckung an den Stößen	Regeldachneigung $\uparrow$
200 mm	> 7°
150 mm	≥ 12°
100 mm	≥ 22°

Tab. E3.8 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus selbsttragenden großformatigen Metallblechen

Bei selbsttragenden kleinformatigen Elementen ( $\leq 0,4 \text{ m}^2$  und  $\leq 5 \text{ kg}$ ) beträgt die Regeldachneigung  $\uparrow$  22°. Bei Verlegung auf Lattung bestehen zusätzliche Anforderungen an die Unterdeckung  $\uparrow$ , siehe „Fachregeln für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk“ [28].

## Bitumenwellplatten

Bitumenwellplatten werden auf Lattung verlegt. Eine Hinterlüftung unterhalb der Deckung ist erforderlich. Die Seitenüberdeckung beträgt mindestens eine Welle, in schnee- und windreichen Gebieten (Windlastzone 3 / 4 oder exponierte Lage) zwei Wellen.

Die Höhenüberdeckung richtet sich nach der Dachneigung  $\uparrow$ :

- ab 10° mindestens 16 cm
- ab 15° mindestens 14 cm

Die Regeldachneigung  $\uparrow$  von Bitumenwellplatten ist von der Sparrenlänge abhängig, s. Tab. E3.9. Die Minstdachneigung  $\uparrow$  beträgt 7°.

Sparrenlänge	Bitumenwellplatten	Regeldachneigung
≤ 10 m	Herstellung nach DIN EN 534	10°
> 10 m		15°

Tab. E3.9 Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Bitumenwellplatten

Bei Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  ist mindestens ein regensicheres Unterdach  $\uparrow$  (Klasse 2) erforderlich. Eine Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  um mehr als 3° ist nicht zulässig. Zusatzmaßnahmen sind bei erhöhten Anforderungen notwendig:

- große Sparrenlängen
- Windlastzone 3 und 4
- Höhenlage ab 800 m
- ausgebaute Dachgeschosse
- landwirtschaftlich genutzte Gebäude, z. B. Kaltstall

Mögliche zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Regensicherheit:

- Unterdach  $\uparrow$  (Klasse 1) oder (Klasse 2), Unterdeckung  $\uparrow$  (Klasse 3 bis 5)
- Mindesthöhenüberdeckung 0,20 m
- zwei Wellen Seitenüberdeckung

- E. Konstruktion
- E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen
  - 3. Ausführung von Unterdeckungen

### 3. Ausführung von Unterdeckungen

Üblicherweise werden im Holzbau Unterdeckbahnen oder Unterdeckplatten (Holzfaser-Dämmplatten) eingesetzt. Eine Unterdeckung  $\uparrow$  hat höhere Anforderungen zu erfüllen. Sie muss als Zusatzmaßnahme zur

Gewährleistung der Regensicherheit geplant und ausgeführt werden. Dies beinhaltet ggf. eine besondere Art der Ausführung in der Fläche und den seitlichen Anschlüssen.

Material für die Unterdeckung $\uparrow$	Klasse der Zusatzmaßnahme			Verzicht auf Nahtverklebung und Nageldichtung in der Klasse 3	Zusatznutzen durch Verbesserung der Funktionen		
	1	2	3		sommerlicher Hitzeschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Holzfaser-Dämmplatten UDP d = 35 bis 60 mm			X	möglich	ja	ja	ja
mitteldichte Holzfaserplatten MDF d = ca. 15 mm			X		gering	gering	gering
Unterdeckbahn (UDB)			X	nein	nein	nein	nein
nahtgefügte Unterdeckung $\uparrow$ (UDB-eA)	X	X	X				

Tab. E3.10 Verschiedene Möglichkeiten einer diffusionsoffenen Unterdeckung  $\uparrow$  und Kriterien für eine Auswahl

Eine deutliche Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  und ggf. weitere Bedingungen erfordern regensichernde Zusatzmaßnahmen der Klassen 1 und 2 (vgl. Tab. E3.3). Diese können mit wasserdichten bzw. regensicheren Unterdächern realisiert werden. Die hierfür früher eingesetzten Abdichtungsbahnen sind jedoch nicht hinreichend diffusionsoffen. Daher wurden die Klassen 1 und 2 um die Ausführungsvariante „nahtgefügte Unterdeckung  $\uparrow$ “ erweitert, siehe Tab. E3.13.

#### Nahtgefügte Unterdeckung $\uparrow$ aus Bahnen (UDB-eA) der Klasse 1 bis 2

Mit der Überarbeitung der „Fachregel für Dachziegel und Dachsteine“ im April 2024 wird die Ausführungsvariante „nahtgefügte Unterdeckung  $\uparrow$ “ mit diffusionsoffenen Unterdeckbahnen in den Klassen 1 und 2 eingeführt. Die Unterdeckbahnen für „erweiterte Anwendungen“ (UDB-eA) stellen einen neuen Produkttyp dar. Die Anforderungen sind in einem Produktdatenblatt des ZVDH aufgeführt.

Die Ausführung einer „nahtgefügten Unterdeckung  $\uparrow$ “ erfolgt analog zu einem Unterdach  $\uparrow$  auf einer Holzschalung mit der Mindestanforderung nach Tab. E3.14:

- Klasse 1 – Konterlatte  $\uparrow$  in die Unterdeckbahn (UDB-eA) eingebunden (Abb. E3.11)
- Klasse 2 – Unterdeckbahn (UDB-eA) unterhalb der Konterlatte  $\uparrow$  geführt, die Anordnung einer Nageldichtung ist erforderlich (Abb. E3.12)

Im Gegensatz zu den sinnvoll einsetzbaren diffusionsoffenen UDB-eA-Bahnen sind auch weiterhin Abdichtungsbahnen bisheriger Bauart definiert (Bitumenbahnen usw.). In Tab. E3.13 sind diese als „Unterdach  $\uparrow$ “ aufgeführt.

Abb. E3.11 Nahtgefügte Unterdeckung  $\uparrow$  der Klasse 1, auf einer Schalung verlegt. Die Konterlatten sind bei der Ausführung „wasserdicht“ in die Unterdeckbahn (UDB-eA) eingebunden. Die Verarbeitung ist in Tab. E3.15 dargestellt.

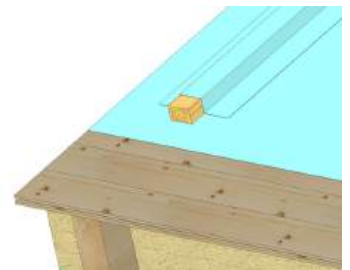


Abb. E3.12 Nahtgefügte Unterdeckung  $\uparrow$  der Klasse 2, auf einer Schalung verlegt. Unterhalb der Konterlatten sind bei der Ausführung „regensicher“ Nageldichtbänder angeordnet.



➔ Die Funktion einer Winddichtung ist schon dann erfüllt, wenn eine Bahn oder Platte lose überlappend den Dämmstoff außenseitig abdeckt.

Art	Klasse	Material	Ausführung	Einbindung der Konterlatte $\uparrow$ <sup>a</sup>	Nagel-dichtung	Naht- und Stoßausbildung
Unterdach $\uparrow$	1	Abdichtungsbahnen nach Flachdachrichtlinie	wasserdicht	abgedeckt <sup>b</sup>	entfällt	verschweißt oder verklebt
	2		regensicher	freiliegend	ja	
nahtgefügte Unterdeckung $\uparrow$	1	diffusionsoffene Unterdeckbahn (UDB-eA) <sup>c</sup> auf Schalung <sup>d</sup>	wasserdicht	abgedeckt <sup>b</sup>	entfällt	verschweißt oder verklebt
	2		regensicher	freiliegend	ja	

Tab. E3.13 Einstufung der Zusatzmaßnahme von Unterdach  $\uparrow$  und nahtgefügte Unterdeckung  $\uparrow$  in „Klassen“<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Position der wasserableitende Schicht  $\uparrow$  nach den Bildern Abb. E3.11 und Abb. E3.12

<sup>b</sup> Empfehlung Merkblatt ZVDH [28]: Konterlatte  $\uparrow$  trapezförmig geschnitten einbauen oder Dreiecksleisten beidseitig montieren.

<sup>c</sup> „Produktdatenblatt diffusionsoffene Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA)“, Ausgabe 2024-04, ZVDH [28]

<sup>d</sup> Verlegung auch auf druckfestem Dämmstoff mit einer Druckfestigkeit / -spannung von mindestens 100 kPa zulässig, ZVDH [28]

<sup>e</sup> „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“, Ausgabe April 2024 im Fachregelwerk des ZVDH [28]

Nahtgefügte Unterdeckbahnen (UDB-eA) werden auf Brettschalung nach Tab. E3.14 oder druckfestem Dämmstoff (Aufsparrendämmung) verlegt. Dämmstoffe müssen eine Druckfestigkeit („Druckspannung  $\sigma_{10}$ “  $\uparrow$ ) von mindestens 100 kPa aufweisen.

Nennstärke mindestens	bei Achsabstand der Unterkonstruktion
18 mm	≤ 60 cm
24 mm	≤ 80 cm
28 mm	≤ 90 cm
30 mm	≤ 100 cm

Tab. E3.14 Nennstärke von Brettschalungen als Unterlage für Unterdächer und nahtgefügte Unterdeckungen

		
<p>Für eine nahtgefügte Unterdeckung <math>\uparrow</math> werden die Überlappungen der Bahnen mit einem Heiß-luftgerät verschweißt. Alternativ kann ein systemkonformes Quellschweißmittel verwendet werden.</p>	<p>Die Konterlatten werden eingebunden. Dazu werden Bahnenstreifen über den Konterlatten angeordnet und jeweils beidseitig mit einem Quellschweißmittel verschweißt.</p>	<p>Rohrdurchdringungen können mit System-Manschetten ausgeführt werden, die mit der Unterdeckbahn verschweißt werden.</p>

Tab. E3.15 Verarbeitung einer nahtgefüigten Unterdeckung  $\uparrow$  Klasse 1 (Bilder: pro clima 2019/2025)

**Unterdeckung Klasse 3 bis 5**

Ab einer Dachneigung↑ von 7 Grad sind diffusionsoffene Dächer möglich (siehe Seite 24). Dies setzt Unterdeckbahnen voraus, die für diese Dachneigung↑ vom Hersteller freigegeben sind. Für Holzfaser-Dämmplatten, die als Unterdeckplatten eingesetzt werden, gilt die Mindestdachneigung↑ 16° (Quelle: Verband Holzfaser Dämmstoffe).

Während bei der Klasse 5 die Unterdeckbahnen nur lose überlappend verlegt werden, sind bei den Klassen 4 und 3 zusätzliche Maßnahmen in der Ausführung und Systemzubehör erforderlich. Unterdeckbahnen ab der Klasse 4 werden in der Fläche dauerhaft verklebt. Verarbeiter sollten grundsätzlich für die Verklebung nur geprüfte Systeme verwenden. Der Untergrund muss trocken, staub- und fettfrei sein. Die Mindestumgebungstemperatur wird von den Herstellern angegeben (z. B. + 5 °C). Stark saugende Untergründe sollten geprimert werden. Es ist zu empfehlen, dazu ein Systemprodukt zu verwenden, um die Verträglichkeit von Kleber und Primer sicherzustellen.

Ein Nageldichtband ist erst ab der Klasse 3 oder bei der Anforderung „Behelfsdeckung“ erforderlich.

Was ist außerdem zu beachten?

- Gerade beim Dach sollte der Zusatznutzen der Unterdeckung↑ beachtet werden (siehe Tab. E3.10).
- Bei der Planung von Dächern und Festlegung der Klasse der Zusatzmaßnahme ist die Regeldachneigung↑ der Bedachung ein wichtiges Kriterium (siehe Abschn. E3 auf Seite 201).

Im Holzbau stellt die Unterdeckung↑ aus Holzfaser-Dämmplatten das Optimum bei Dächern ab ca. 16° Dachneigung↑ und der Klasse 3 dar. Gerade beim Dach können mit Plattendicken ab 35 mm viele Nutzenvorteile erreicht werden (Tab. E1.11).



Bild: Gutex

Abb. E3.16 Holzfaser-Unterdeckplatte mit Nut- und Feder-Profillierung

Art	Klasse	Material	Ausführung	Einbindung der Konterlatte↑ <sup>a</sup>	Nageldichtung	Naht- und Stoßausbildung
Unterdeckung↑	3	Unterdeckbahn	auf ausreichend tragfähiger Unterlage <sup>b</sup>	unterhalb	ja	verklebt
	4				nein	
	5					lose
	3	Unterdeckplatte <sup>c</sup>	überlappt oder verfalzt	unterhalb	Die Hersteller weisen nach, dass die Klasse 3/4 ohne Nageldichtung und Verklebung der Stöße erreicht wird.	
	4					
	5					

Tab. E3.17 Zuordnung der Zusatzmaßnahme von Unterdeckung↑ zu den „Klassen“<sup>d</sup>. Unterspannungen sind aufgrund der geringen Relevanz nicht aufgeführt.

<sup>a</sup> Position der wasserableitenden Schicht

<sup>b</sup> Dies kann eine Schalung, Holzwerkstoffplatte oder eine Wärmedämmung auch bei Zwischensparrendämmung sein.

<sup>c</sup> Siehe auch Abschn. E3 auf Seite 201.

<sup>d</sup> „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“, Ausgabe April 2024 im Fachregelwerk des ZVDH

		
Die Verklebung der Unterdeckbahn in der Fläche erfolgt hier durch integrierte Selbstklebezonen ein- oder beidseitig.	Zwischen Konterlatte↑ und Unterdeckbahn wird ein Nageldichtband (Bild) oder eine Nageldichtmasse eingebaut.	Die Unterdeckbahn wird mit einem dauerelastischen Anschlusskleber (Außenanwendung) an mineralische Untergründe angeschlossen.

Tab. E3.18 Verarbeitung einer Unterdeckbahn der Klasse 3 (Bilder: Dörken)

## 4. Behelfsdeckungen

Wird eine Bedachung neu erstellt, so fehlt in der Übergangsphase die Dacheindeckung<sup>↑</sup>. Für diese Zeit ist besondere Sorgfalt geboten, soll ein Schaden verhindert werden. Das Gebäude ist hinreichend vor Niederschlägen zu schützen, eine „Behelfsdeckung“ kann notwendig sein. Es ist die Frage zu klären, ob eine Behelfsdeckung erforderlich ist. Drei typische Ausgangssituationen wären:

1. Neubau – die regensichere Dachdeckung ist fertiggestellt, bevor der Ausbau beginnt (z. B. vor dem Einbau von Dämmstoffen). Hier ist keine Behelfsdeckung erforderlich.
2. Neubau – der Ausbau soll vor der Fertigstellung der regensicheren Dachdeckung beginnen. Hier ist eine Behelfsdeckung herzustellen.
3. Bestandsbau – Wird die Dachdeckung bei einem bestehenden Gebäude erneuert, müssen die Wohnungen mit einer Behelfsdeckung geschützt werden.

Die „Grundregeln für Dachdeckungen, Abdichtungen und Außenwandbekleidungen“ in den ZVDH-Fachregeln definieren in Abschn. 3.3.4:

*„Unter Behelfsdeckungen oder Behelfsabdichtungen versteht man den vorübergehenden Schutz einer Konstruktion oder Bauteilfläche, um das Gebäude vor Feuchtigkeit zu schützen und beispielsweise eine Weiterarbeit im Gebäudeinneren zu ermöglichen. Behelfsdeckungen oder Behelfsabdichtungen sind zumindest einige Zeit der Witterung ausgesetzt. Die verwendeten Werkstoffe und die Art der Ausführung müssen hierfür geeignet sein. Je nach verwendetem Material und ggf. mit zusätzlicher Wind-Sog-Sicherung kann beispielsweise eine Vordeckung<sup>↑</sup> als Behelfsdeckung dienen. Je nach Art und Ausführung können auch Dampfsperren und erste Lagen von mehrlagigen Dachabdichtungen als Behelfsabdichtung verwendet werden.“*



Abb. E3.19 Diese Unterdeckung<sup>↑</sup> muss als Behelfsdeckung ausgebildet werden. Die unterhalb liegenden Wohnungen müssen bis zur Fertigstellung der Dachdeckung zuverlässig vor Niederschlag geschützt werden.

Wie kann eine Behelfsdeckung sichergestellt werden?

- Einhausungen (z. B. Zelte), oder
- Abplanungen (siehe Abb. E3.20), oder
- Regensichernde Zusatzmaßnahmen von Unterspannungen, Unterdeckungen, Unterdächern (siehe unten).



Abb. E3.20 Auch das ist eine Möglichkeit einer Behelfsdeckung. Auf der Baustelle wird eine großformatige Abdeckplane vorgehalten.

Bei den regensichernden Zusatzmaßnahmen ist zu beachten:

- Die eingesetzten Werkstoffe müssen den Produktdatenblättern nach ZVDH-Fachregeln entsprechen. Das dafür ggf. erforderliche Zubehör muss hierfür geeignet sein.
- Anschlüsse und Durchdringungen sind regensicher auszuführen.
- Weitere Maßnahmen sind in Abhängigkeit von Dachwerkstoffen und den erhöhten Anforderungen gemäß den jeweiligen Fachregeln für Dachdeckungen (ZVDH) erforderlich.

Wie ist die Vorgehensweise bei der Planung einer regensichernden Zusatzmaßnahme als Behelfsdeckung? Sollen Unterdeckungen als Behelfsdeckungen wirksam sein, so muss:

1. das Material für diesen Einsatzzweck geeignet sein und
2. der Hersteller die entsprechende Klassifizierung nachweisen und
3. die verschiedenen Zubehörprodukte (Anschlussmittel) liefern oder zumindest konkret benennen und
4. die Freibewitterungszeiteingehalten werden. Dazu ist der Liefer- und Montagetermin für die Dachdeckung zu klären.

Hinweis: Einzelne Hersteller unterscheiden zwischen Freibewitterungsdauer im Hinblick auf die UV-Beanspruchung der Bahn auf der einen Seite und Dauer für den Einsatz als Behelfsdeckung im Sinne der ZVDH-Regeln auf der anderen Seite.

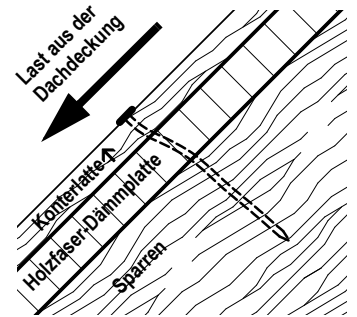
➔ Unterdeckbahnen gelten nicht per se als Behelfsdeckung. Diese Bahnen können jedoch als Behelfsdeckung eingesetzt werden, sofern entsprechende Nachweise und Systemfreigaben vorliegen und geeignetes Systemzubehör vom Hersteller angegeben wird.

- E. Konstruktion
- E3. Steildach, unterlüftete Dachdeckungen
- 5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung

## 5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung

Die Konterlatte  $\uparrow$  hat eine hohe Bedeutung bei der kraftschlüssigen Verbindung der Dachdeckung zum Tragwerk (Sparren usw.). Die Traglattung der Eindeckung wird in die Konterlatte  $\uparrow$  befestigt. Die Konterlatte  $\uparrow$  wiederum in den tragenden Sparren. Daraus wird deutlich, dass die Konterlatte  $\uparrow$  ein auf Festigkeit sortierter Querschnitt sein muss (Sortierklasse S10). Gemäß ZVDH-Fachregeln beträgt der Querschnitt mindestens 24 x 60 mm bzw. 30 x 50 mm. Bei der Ausführung mit Holzfaser-Dämmplatten gelten die Angaben der Hersteller. Im Bereich des Stoßes der Traglattung richtet sich die Breite der Konterlatte  $\uparrow$  nach den notwendigen Abständen der Verbindungsmittel, dies können durchaus 100 mm sein.

Abb. E3.21 Die Holzfaserdämmplatte ist eine weiche Zwischenlage. Die Befestigung der Konterlatte  $\uparrow$  (Bild) muss der Last aus der Dachdeckung Stand halten.



Dicke der Unterdeckung $\uparrow$	Material	Querschnitt der Konterlatte $\uparrow$	Befestigung mit Nägeln		
			Maße	Mindestanzahl der Nägel pro Meter <sup>b</sup>	Sparrenabstand <sup>a</sup>
bis 1 mm	Unterdeckbahn	Mindestquerschnitt	3,0 x 70 mm	3 Stk.	bis 80 cm
bis 16 mm	mitteldichte Holzfaserplatte ab 500 kg/m <sup>3</sup>	Mindestquerschnitt	3,4 x 80 mm	3 Stk.	bis 80 cm
bis 25 mm	Holzfaser-Dämmplatten bis 300 kg/m <sup>3</sup>	30 x 50 mm	3,8 x 100 mm	3 Stk.	bis 70 cm
bis 40 mm		40 x 60 mm	5,0 x 140 mm	3 Stk.	bis 90 cm
bis 60 mm		40 x 60 mm oder 40 x 80 mm	6,0 x 180 mm	3 Stk.	bis 110 cm

Tab. E3.22 Abschätzung einer Befestigung der Konterlatte  $\uparrow$  bei Unterdeckungen aus Holzfaser-Dämmplatten (Schneelast bis 1,0 kN/m<sup>2</sup>; Eigengewicht der Deckung bis 0,6 kN/m<sup>2</sup>) Die Herstellerempfehlungen sind in jedem Fall zu beachten. Bei veränderten Rahmenbedingungen sollte ein genauerer Nachweis erfolgen.

<sup>a</sup> Als ungefähre Anhaltspunkt. Die Hersteller machen unterschiedliche Angaben, die genauen Werte sind zu erfragen. Bei Einblasdämmstoffen im Sparrenfeld gelten andere Werte.  
<sup>b</sup> Bei erhöhten Schneelasten können geringere Abstände erforderlich sein.

Bei Unterdeckplatten oberhalb 60 mm Dicke werden zur Befestigung Schrauben eingesetzt, die für diesen Anwendungsfall zugelassen sind.

Tab. E3.23 dient lediglich als Orientierungshilfe. Ein statischer Nachweis der Befestigung ist erforderlich.

Dicke der Unterdeckung $\uparrow$	Material	Querschnitt der Konterlatte $\uparrow$	Durchmesser	Befestigung mit Schrauben	
				maximaler Abstand der Schrauben <sup>a</sup>	Sparrenabstand <sup>b</sup>
80 mm bis 160 mm	Holzfaser-Dämmplatten bis 300 kg/m <sup>3</sup>	40 x 60 mm	6 mm	65 cm	bis 85 cm
				50 cm	bis 100 cm
		40 x 80 mm	8 mm	60 cm	bis 85 cm
				50 cm	bis 100 cm

Tab. E3.23 Abschätzung einer Befestigung der Konterlatte  $\uparrow$  bei Unterdeckungen aus Holzfaser-Dämmplatten (Schneelast bis 1,0 kN/m<sup>2</sup>; Eigengewicht der Deckung bis 0,6 kN/m<sup>2</sup>) Die Herstellerempfehlungen sind in jedem Fall zu beachten. Bei veränderten Rahmenbedingungen sollte ein genauerer Nachweis erfolgen.

<sup>a</sup> Bei erhöhten Schneelasten können geringere Abstände erforderlich sein.  
<sup>b</sup> Als ungefähre Anhaltspunkt. Die Hersteller machen unterschiedliche Angaben, die genauen Werte sind zu erfragen. Bei Einblasdämmstoffen im Sparrenfeld gelten andere Werte.

## 6. Dachlattung

Dachlattungen bei Dächern sind heute immer wieder Gegenstand von Auseinandersetzungen. Obwohl es sich hier um ein „scheinbar“ untergeordnetes Bauteil handelt, gibt es Anlass an dieser Stelle Hinweise zu geben. Welches sind wiederkehrende Mängel?

- Die Tragfähigkeit ist nicht gegeben. Gründe sind z. B.:
  - zu geringe Querschnitte (siehe Tab. E3.25).
  - Latten mit fehlender oder nicht ausreichender Kennzeichnung (siehe unten).
  - Latten verminderter Qualität trotz Kennzeichnung.
  - Die Befestigung der Latten ist unzureichend.
  - Querschnitt und Befestigung der Konterlatten ist unzureichend (siehe Seite 208).
- Die Arbeitssicherheit ist nicht gewährleistet.  
Das gelattete Dach gilt als Arbeitsplatz (siehe BG BAU, DGUV Information 201-054 „Dach-, Zimmer- und Holzarbeiten“). Es sind die Kriterien nach Punkt 1 zu erfüllen. Außerdem ist eine bestimmte Kennzeichnung erforderlich.
- Ein chemischer Holzschutz wurde unnötigerweise hergestellt (siehe „Lattungen beim Dach“ auf Seite 124).
- Die Lattung weist einen Schimmelbefall auf (siehe ebenfalls „Lattungen beim Dach“ auf Seite 124).

➔ Konterlatten sind ebenfalls tragende Bauteile und unterliegen den gleichen Notwendigkeiten wie die Dachlatte, siehe „Konterlatten: Querschnitte und Befestigung“ auf Seite 208.

### Tragfähigkeit und „Arbeitsplatz Dach“

Die bei tragendem Vollholz<sup>1</sup> typischen Festigkeitsklassen (z.B. C24 nach DIN EN 338) beziehen sich auf überwiegend hochkant beanspruchte Bauteile. Dachlatten gehören nicht dazu, weshalb eine eigene Regelung notwendig ist. Die Festigkeitswerte für Latten wurden gesondert ermittelt. Als Nachweis dienen unter anderem die Prüfberichte der TU München, die von den Verbänden der Sägeindustrie beauftragt wurden. Dabei wurden zwei Ziele verfolgt:

- Dachlatten für den Arbeitsplatz Dach müssen die Anforderungen der Berufsgenossenschaft Bau erfüllen, d. h. eine ausreichende Biegefestigkeit aufweisen und der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1 entsprechen. Darüber hinaus müssen Dachlatten mit dem CE-Zeichen gemäß DIN EN 14081-1 gekennzeichnet sein.
- Auch für Latten soll eine Einstufung in die Festigkeitsklasse C24 nach EN 338 ermöglicht werden, um kleine Formate für tragende Zwecke (z. B. Aussteifungsverbände) verwenden zu können.

Laut Vereinbarung der einschlägigen Berufs- und Fachverbände<sup>1</sup> werden dazu Latten mit CE-Kennzeichnung basierend auf der Sortierklasse S 10 TS gefordert (trocken sortiert nach DIN 4074-1, maßhaltig bei 20 %

Holzfeuchte<sup>↑</sup>). Nach diesen Mindestanforderungen erfolgt die Zuordnung zu der Festigkeitsklasse C24.

Damit das Sägewerk eine CE-Kennzeichnung der Dachlatten durchführen kann, sind bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Mit dem „CE-Zeichen“ bestätigt das Sägewerk die zuvor beschriebenen Mindestanforderungen.

Abb. E3.24 Dachlatten sind an der Stirnseite rot markiert. Wichtig ist die Angabe der Sortierklasse „DIN 4074-1 S 10“ sowie die CE-Kennzeichnung (Pfeil).

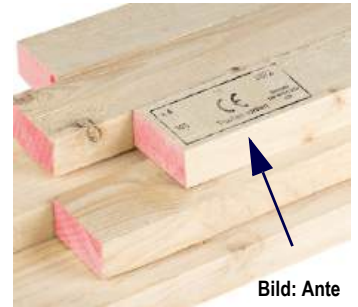


Bild: Ante

### Holzfeuchte der Lattung

Dachlatten mit CE-Kennzeichnung (CE-Dachlatten) sind ein Bauprodukt und müssen wie Bauschnitthölzer der Anwendernorm DIN 20000-5 entsprechen. Danach wird eine Holzfeuchte<sup>↑</sup> ≤ 20 % gefordert.

### Traglattung für Dacheindeckungen

Die notwendigen Querschnitte für Traglatten können der VOB im Teil C (DIN 18334) entnommen werden (Tab. E3.25), sofern kein genauere rechnerischer Nachweis erfolgt. Bei Auflagerabständen von mehr als 1,0 Metern ist stets ein rechnerischer Nachweis zu führen. Ein Standsicherheitsnachweis ist auch erforderlich bei zusätzlichen Lasteintragungen, z. B. durch Photovoltaik / Solarthermie.

Nennquerschnitt <sup>a</sup> [mm]	Auflagerabstände <sup>b</sup> [m]	Sortierklasse nach DIN 4074-1 in Verbindung mit DIN 20000-5	Festigkeitsklasse <sup>c</sup> bei maschineller Sortierung
30 / 50	≤ 0,8	S 10	C27 M
40 / 60	≤ 1,0	S 10	C24 M

Tab. E3.25 Mindestquerschnitte für Dachlatten

Quelle: VOB/C DIN ATV 18334 Abschn. 3.5 und BG Bau DGUV Information 201-054.

<sup>a</sup> Der Nennquerschnitt bezieht sich auf die Holzfeuchte<sup>↑</sup> u = 20 % (trockenes Holz). Die Abweichung des Querschnitts darf max. 1 mm betragen (DIN EN 336).

<sup>b</sup> Achsabstände der Sparren

<sup>c</sup> nach DIN EN 338

<sup>1</sup> Vereinbarung über Dachlatten mit CE-Zeichen aus Nadelholz vom 08.07.2022 (in Kraft getreten am 01.08.2022).

## E4. Deckungen auf Schalungen

Nach ATV DIN 18334 „Zimmer- und Holzbauarbeiten“ werden folgende Schalungen unterschieden:

- Dachschalungen aus Holz (tragend oder aussteifend), aus besäumten oder gespundeten Brettern, mindestens sägerau, der Sortierklasse S 10 (visuell sortiert) nach DIN 4074-1 bzw. Festigkeitsklasse C24 M (maschinell sortiert) nach DIN EN 338
- Dachschalungen aus Holzwerkstoffplatten (tragend und/oder aussteifend)
- Unterdachschalungen (nichttragend)

### Ausführung von Schalungen

Bei Vollholzschalungen ist die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  nach DIN 68800 nachzuweisen, siehe „Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen“ ab Seite 117.

Holzwerkstoffplatten, die als Unterlage für Dachdeckungen verwendet werden, müssen für die Nutzungsklasse NKL 2 (Feuchtbereich) geeignet sein. Der entsprechende Feuchtebeständigkeitsbereich nach DIN EN 13986 (technische Klasse) ist zu bestimmen.

Nach den Fachregeln des ZVDH für Metallarbeiten dürfen als Deckunterlage für Metalldeckungen nur OSB-Platten und kunstharzgebundene Spanplatten mit vollständiger PMDI-Verleimung verwendet werden. Grund ist die bessere Feuchtebeständigkeit  $\uparrow$  der Holzwerkstoffe.

### Schalungen als Deckunterlage

Eine Schalung als vollflächige Unterkonstruktion (Deckunterlage) wird bei folgenden Dachdeckungen eingesetzt:

- Schieferdeckungen
- nicht selbsttragende Metalldeckungen
- Faserzement-Dachplatten
- Bitumenschindeln

### Vordeckungen

Eine Vordeckung  $\uparrow$  ist eine Abdeckung von Deckunterlagen, i. d. R. Holzschalungen und wird vor der Ausführung der eigentlichen Dachdeckung verlegt. Vordeckungen haben die Aufgabe, die darunterliegenden Schichten vor Niederschlägen schützen, bis die Dachdeckung fertiggestellt ist. Die regensichernde Funktion der Vordeckung  $\uparrow$  endet per Definition mit dem Zeitpunkt der Dachdeckung, da die Vordeckung  $\uparrow$  hierbei durch Befestigungsmittel perforiert wird.

Wurden in der Vergangenheit oft bituminöse Vordeckbahnen (V13 besandet) verwendet, so kommen heute verstärkt diffusionsoffene Schalungsbahnen als Vordeckung  $\uparrow$  zum Einsatz.

Schalung	techn. Spezifikation	Steildach, geneigtes Dach			
		diffusionsoffene Unterdächer NKL 2	unter Metalldeckungen NKL 2 / 3	unter Deckungen mit Schiefer oder Faserzement-Dachplatten NKL 2 / 3	
OSB-Platten <sup>a</sup>	DIN EN 300 OSB/3 oder OSB/4	nein	Eignung im Feuchtbereich nach DIN EN 13986; Kantenlänge $\leq$ 2,50 m; $d \geq$ 22 mm	nein	
Spanplatten <sup>a</sup>	DIN EN 312 P5 oder P7			bei Brandschutzanforderungen	nur in Ausnahmefällen verwendbar (Eignungsnachweis erforderlich) $d \geq$ 22 mm
Sperrholzplatten	DIN EN 636-2 „Feucht“ oder DIN EN 636-3 „Außen“				
Massivholzplatten	DIN EN 13353 SWP/2				
zementgeb. Spanplatten	DIN EN 634-2				
Rauspund <sup>b</sup>	$u \leq$ 20 %	$b \leq$ 160 mm; GK 0	$d \geq$ 24 mm $100 \text{ mm} \leq b \leq$ 160 mm	$d \geq$ 24 mm $b \geq$ 120 mm	
raue Schalung	$u \leq$ 20 %	$d \geq$ 18 mm $b \leq$ 160 mm; GK 0	nein		

Tab. E4.1 Schalungen für Dächer

<sup>a</sup> OSB-Platten und kunstharzgebundene Spanplatten nur mit vollständiger PMDI-Verleimung.

<sup>b</sup> Schalung aus Vollholz  $\uparrow$  in der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1 mit Nut-Feder-Verbindung nach DIN 4072.

## Belüftete Luftschichten↑

Belüftete Luftschichten↑ bei geneigten Dächern, die in der Regel als Konterlattenebene ausgeführt sind, müssen die Anforderungen gemäß Tab. E4.2 erfüllen. In der DIN 4108-3 wird bei den belüfteten Luftschichten↑ unterschieden zwischen

- Dachdeckungen auf Traglattung (belüftete Dachdeckungen) mit Schalung, zum Beispiel Dachziegel / Dachsteine (Abb. E4.3)
- Dachdeckungen auf Schalungen (nicht belüftete Dachdeckungen), zum Beispiel Schieferdeckung auf Schalung mit Vordeckung↑ (Abb. E4.4)

Da diese Dachkonstruktionen keine Luftschicht↑ direkt über der Wärmedämmung aufweisen, zählen sie laut Begriffsdefinition nach DIN 4108-3 zu den nicht belüfteten Dächern.

Dachneigung	Höhe der Belüftungsebene	freier Querschnitt Traufe / Pult	freier Querschnitt First / Grat	Fachregel
ab 5°	≥ 24 mm <sup>a</sup>	empfohlene Spalthöhe <sup>b</sup> (Anordnung von Lüftungsgittern): • 3 cm bei Luftraumlänge bis 7,5 m • 4 cm bei Luftraumlänge bis 10 m • 6 cm bei Luftraumlänge bis 15 m	≥ 0,5 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche; mindestens jedoch ≥ 50 cm <sup>2</sup> /m	ZVDH-Regelwerk
	≥ 20 mm	≥ 2 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche; mindestens jedoch ≥ 200 cm <sup>2</sup> /m		DIN 4108-3 und DIN 68800-2

Tab. E4.2 Anforderungen an belüftete Luftschichten↑ bei geneigten Dächern nach ZVDH-Regelwerk, DIN 4108-3 [8] und DIN 68800-2 [12]

<sup>a</sup> Mindesthöhe der Konterlatte↑ bei visueller Sortierung (S 10 nach DIN 4047-1) gemäß „Hinweise Holz und Holzwerkstoffe“, ZVDH-Regelwerk

<sup>b</sup> Empfehlungen gemäß Merkblatt „Wärmeschutz bei Dach und Wand“, ZVDH-Regelwerk

## 1. diffusionsoffene Unterdächer

Nicht sichtbar bleibende Unterdachschalungen (nichttragend) werden als Unterlage für Unterdächer und Unterdeckungen eingesetzt. Besäumte Bretter sind mit einer Mindestdicke von 18 mm einzubauen. Bei einer max. Breite der Bretter von 160 mm kann von einer genügenden Anzahl von Fugen ausgegangen werden, so dass durch die Schalung keine nennenswerte Dampfbremswirkung entsteht.

Eine Unterdachschalung, die als raue Schalung oder Rauspund ausgeführt wird, kann der Gebrauchsklasse↑ GK 0 zugeordnet werden, wenn:

- die Brettbreite  $b \leq 160$  mm beträgt,
- die Brettdicke  $d \leq 24$  mm gewählt wird und
- die Brettschalung mit einer diffusionsoffenen Unterdeckbahn UDB mit einem  $s_d$ -Wert  $\leq 0,3$  m abgedeckt wird.

➔ Nach DIN 68800-2 gilt die Gebrauchsklasse↑ GK 0 nur, wenn die Dachdeckung unterlüftet ist. Die Unterlüftung wird durch die Konterlattenebene sichergestellt.



Abb. E4.3 Dachziegel mit Traglattung ① und Konterlatte ② (Unterlüftungsebene) auf einer Unterdachschalung ④ und diffusionsoffener Unterdeckbahn ③.

Bild: Klöber

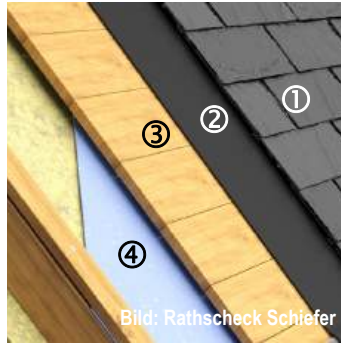
## 2. Schieferdeckungen

### Schieferdeckung, belüftet

Abb. E4.4

Schieferdeckung ① mit Vordeckung ② auf Schalung ③ und Unterdeckung ④.

Es handelt sich um eine nicht belüftete Dachdeckung auf belüfteter Schalung (Konterlattenebene).



Bei Schiefer richtet sich die Dachneigung nach der Deckungsart (Tab. E4.5) und dem Format der Schieferplatten. Steilere Dachneigungen können erforderlich werden, wenn besondere Bedingungen vorliegen:

- besondere klimatische Verhältnisse
- ungünstige Lage des Gebäudes
- große Entfernungen zwischen First und Traufe

→ Mindestdachneigung = RDN - 10°

Deckungsart	Regeldachneigung ↑
Altdeutsche Doppeldeckung	≥ 22°
Rechteckdoppeldeckung	
Altdeutsche Deckung	≥ 25°
Schuppendeckung	
Deutsche Deckung (Bogenschnittdeckung)	
Spitzwinkeldeckung	≥ 30°

Tab. E4.5 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus Schiefer.

Belüftete Konstruktionen (Konterlattenebene) mit Schieferdeckung auf Schalung können der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Schalung aus trockenem Holz oder aus für die Anwendung im Feuchtbereich geeigneten Holzwerkstoffen
- belüfteter Hohlraum mit einer Höhe von mindestens 20 mm
- Unterdeckung auf gedämmter Sparrenlage,  $s_d$ -Wert ≤ 0,3 m

Eine Schalung aus Brettern sollte mindestens 24 mm dick sein. Zur Gewährleistung der Nagelbarkeit (federnde Verformung) ist der Sparrenabstand zu begrenzen:

- Bei einer Schalung aus Brettern mit einer Nenndicke  $d \geq 24$  mm beträgt der Achsabstand der Sparren  $e \leq 700$  mm.
- Bei einer Schalung aus Holzwerkstoffen mit einer Dicke  $d \geq 22$  mm beträgt der Achsabstand der Sparren  $e \leq 600$  mm.

Bei größeren Abständen ist die Dicke der Schalung (Bretter bzw. Holzwerkstoffe) zu erhöhen.

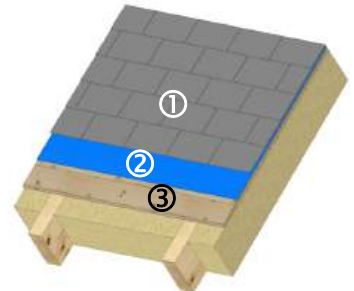
Unterhalb von Schieferdeckungen ist eine sogenannte Vordeckung (Seite 210), z. B. als diffusionsoffene Schalungsbahn, vorzusehen. Darauf wird die Schieferdeckung direkt befestigt. Die Verarbeitungshinweise der Hersteller sind zu beachten.

### Schieferdeckung, nicht belüftet

Eine voll gedämmte, nicht belüftete Dachkonstruktionen mit Schieferdeckung auf Schalung und Vordeckung (Abb. E4.6) kann nicht der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden. Es ist ein Nachweis des Tauwasserschutzes nach DIN EN 15026 (numerische Simulation) zu führen. Außerdem ist eine Freigabe für die diffusionsoffene Unterdeckbahn (Vordeckung) vom Hersteller erforderlich.

Abb. E4.6

Schieferdach ① als unbelüftete Konstruktion mit Vordeckung ② auf Schalung ③.



## 3. Metaldeckungen

### Metaldeckung, belüftet

Abb. E4.7

Nicht selbsttragende Metalldeckungen benötigen eine tragfähige, flächige Deckunterlage, z. B. eine Brettschalung. Die Regeldachneigung richtet sich nach der Deckungsart (Tab. E4.8).



Bei Unterschreitung der Regeldachneigung sind Sondermaßnahmen erforderlich, z. B. Dichtband, Falzerhöhung bzw. Unterdach.

Deckungsart	Regeldachneigung ↑
rollnahtgeschweißte Edelstahldeckung	gefällelos
Doppelstehfalzdeckung	7°
Leistenfalzdeckung Deutscher Art	7°
Winkelstehfalzdeckung	25°
Winkelstehfalzdeckung mit erhöhten Anforderungen	35°

Tab. E4.8 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus nicht selbsttragenden Metalldeckungen.

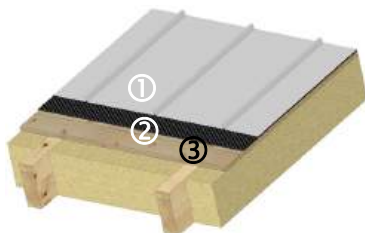
➔ Nach DIN 18339 (VOB Teil C – 2019) „Klempnerarbeiten“ sind bei Metalldeckungen aus Titanzink bei Dachneigungen  $\uparrow$  bis 15° Trennlagen mit Dränfunktion einzubauen.

Unter nicht selbsttragenden Metalldeckungen, wie z. B. Doppelstehfalzdeckungen, werden Vollholzschalungen unter anderem wegen der schnelleren Rücktrocknung bevorzugt.

#### Metalldeckung, nicht belüftet

Abb. E4.9

Doppelstehfalzdeckung ① mit strukturierter Trennlage ② auf Schalung ③.



Gemäß DIN 68800-2 „Holzschutz“ ist eine strukturierte Trennlage  $\uparrow$  mit Wasser abführender Schicht zwischen Schalung und Metalleindeckung anzuordnen. Eine nicht belüftete Dachkonstruktion mit Metalleindeckung ist nur dann zulässig, sofern der Tauwasserschutz nachgewiesen wird.

➔ Für flach geneigte oder geneigte, voll gedämmte, nicht belüftete Dachkonstruktionen mit Metalleindeckung auf Schalung ist ein Nachweis des Tauwasserschutzes nach DIN EN 15026 (numerische Simulation) zu führen.

## 4. Faserzement-Dachplatten

Die Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Faserzement-Dachplatten sind je nach Dachdeckungsart in der Tab. E4.10 aufgeführt. Steilere Dachneigungen  $\uparrow$  können erforderlich werden, wenn besondere Bedingungen vorliegen:

- besondere klimatische Verhältnisse
- exponierte Lage des Gebäudes
- konstruktive Besonderheiten
- große Entfernungen zwischen First und Traufe

Deckungsart	Regeldachneigung $\uparrow$
Doppeldeckung	$\geq 22^\circ$
Deutsche Deckung	$\geq 25^\circ$
Rhombusdeckung	$\geq 30^\circ$
Spitzschablonendeckung	
Waagerechte Deckung	

Tab. E4.10 Regeldachneigungen für Dachdeckungen mit Faserzement-Dachplatten.

➔ Eine Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Deckungen auf Schalung sind auch in Verbindung mit regensichernden Zusatzmaßnahmen nicht zulässig. Für Deckungen mit Faserzement-Dachplatten darf eine Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  nur bei einer Verlegung auf Lattungen erfolgen.

Eine Schalung aus Brettern sollte mindestens 24 mm dick sein. Zur Gewährleistung der Nagelbarkeit (federnde Verformung) ist der Sparrenabstand auf 0,70 m zu begrenzen. Die Breite der Bretter sollte mindestens 120 mm betragen.

## 5. Bitumenschindeln

Bitumenschindeln werden auf Schalungen aus Brettern oder Bau-Furniersperrholz verlegt. Eine Vordeckung  $\uparrow$ , bitumenvertragliche Unterdeckbahn (Schalungsbahn) oder Dachbahn mit Glasvlieseinlage, ist vorzusehen. Die Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Bitumenschindeln richtet sich nach der Sparrenlänge und der Schindelform (Tab. E4.11).

Die maximale Neigung beträgt 85°, um die Auflage der Bitumenschindeln auf der Deckunterlage sicherzustellen. Die Mindestdachneigung  $\uparrow$  von Bitumenschindeln beträgt 15°. Steilere Regeldachneigungen  $\uparrow$  können bei folgenden Bedingungen erforderlich werden:

- besondere klimatische Verhältnisse
- ungünstige Lage des Gebäudes
- große Entfernungen zwischen First und Traufe

➔ Mindestdachneigung  $\uparrow$  = 15° bzw. RDN - 10°

Sparrenlänge	Schindelform	Regeldachneigung $\uparrow$ bei neigungsabhängiger Höhenüberdeckung
$\leq 10$ m	Rechteck	15°
	Biber/Dreieck	20°
	Wabe	25°
$> 10$ m	Rechteck	20°
	Biber/Dreieck	25°
	Wabe	30°

Tab. E4.11 Regeldachneigung  $\uparrow$  bei Bitumenschindeln.

Wird die Regeldachneigung  $\uparrow$  unterschritten, so sind zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Regensicherheit erforderlich:

- wasserdichtes Unterdach  $\uparrow$  (Klasse 1) oder
- regensicheres Unterdach  $\uparrow$  (Klasse 2) oder
- zusätzliche Verklebung.

Genauere Angaben macht das Regelwerk hier nicht. Die Angaben der Hersteller sind zu beachten. Eine Unterschreitung der Regeldachneigung  $\uparrow$  um mehr als 10° ist nicht zulässig. Die Mindestdachneigung  $\uparrow$  von 15° darf dabei nicht unterschritten werden.

## E5. Estrichaufbau

Der Zementestrich und der Anhydritestrich sind als Estrich auf der Geschossdecke am stärksten verbreitet. Allerdings weisen diese beiden Lösungen den Nachteil auf, dass sehr viel Feuchtigkeit in das Bauwerk getragen wird. Der Anhydritestrich setzt in sehr kurzer Zeit große Men-

gen Wasser frei. Dies ist äußerst kritisch zu beurteilen. Aus diesem Grund wäre Gussasphalt und Trockenestrich zu bevorzugen, sollen die Vorteile des Holzbaus vollständig erhalten bleiben (siehe Tab. E5.1).

	Feuchte- abgabe Menge/Zeit	Abbindezeit	Kosten	Verarbeitung	Brandschutz	Untergrund für Fliesen	Schallschutz (Prüfwerte)
Zementestrich	hoch / anhaltend	lang	gering	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	erhältlich
Anhydritestrich	sehr hoch / kurz	mittel	gering	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	kaum
Gussasphalt	nein	sehr kurz	mittel	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	kaum
Gipsfaser- Trockenestrich-Elemente	nein	keine	mittel	raumweise	gegeben	möglich	erhältlich

Tab. E5.1 Kriterien für die Auswahl von Estrich-Konstruktionen

Ein Estrich auf Trittschalldämmplatten bildet ein Masse-Feder System (Abb. E5.2). Die Wirkung der Estrichaufbauten hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- der flächenbezogenen Masse der Estrichplatte  $m'$
- der Weichheit der Trittschalldämmplatte  $s'$  (dynamische Steifigkeit)

### Trittschalldämmplatten

Die Federwirkung von Trittschalldämmplatten wird durch die dynamische Steifigkeit  $s'$  [ $\text{MN}/\text{m}^2$ ] beschrieben. Je kleiner  $s'$  desto weicher ist die Feder. Im Holzbau sind Trittschalldämmplatten aus Hartschaum ungeeignet. Eingesetzt werden Mineralwolle- oder Holzfaserplatten. Bei Holzdecken ergibt sich eine Verbesserung im tieffrequenten Bereich erst bei sehr geringen dynamischen Steifigkeiten. Derzeit sind Trittschalldämmplatten aus Mineralwolle mit  $s'$  ab  $7 \text{ MN}/\text{m}^3$  verfügbar, die ausschließlich unter Zementestrichen eingesetzt werden können. Besonders weiche Trittschalldämmstoffe sind jedoch nur geeignet, wenn die Nutzlast auf dem Estrich nicht zu hoch ist. Die zulässigen Verkehrslasten liegen im Bereich von 2- 3  $\text{kN}/\text{m}^2$ . Das entspricht den Nutzungskategorien für Wohnräume und Büroflächen. Die Materialkennwerte werden durch die Hersteller angegeben. Trittschalldämmplatten aus Holzfaser weisen eine dynamische Steifigkeit  $s'$  von 20 bis 30  $\text{MN}/\text{m}^3$  auf. Sie sind sowohl für Zementestriche als auch für Trockenestriche einsetzbar.

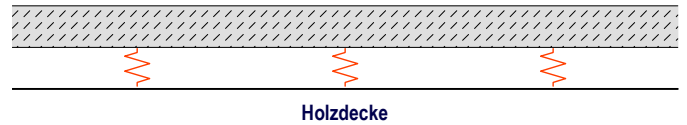


Abb. E5.2 Estrich auf Trittschalldämmung (dargestellt als Feder im Sinne des Trittschallschutzes)

➔ Günstig wirkt sich ein schwerer Estrich auf weicher Trittschalldämmung aus.

Nach DIN 18560-2 dürfen unter schwimmenden Zementestrichen bei Flächenlasten  $> 3 \text{ kN}/\text{m}^2$  bzw. Einzellasten  $> 2 \text{ kN}$  nur Dämmstoffe mit einer Zusammendrückbarkeit  $\uparrow \leq 3 \text{ mm}$  verwendet werden (Tab. E5.4).

Wird eine zusätzliche Lage Trittschalldämmplatten (z. B. als Höhenausgleich) eingebaut, so ergibt sich die Gesamtsteifigkeit  $s'_{\text{ges}}$  gemäß dem Prinzip der Reihenschaltung nach folgender Formel:

$$s'_{\text{ges}} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2}}$$

Bei der Schichtung von Trittschalldämmplatten ist zu beachten, dass die zulässige Zusammendrückbarkeit  $\uparrow c_{\text{ges}} = c_1 + c_2$  sowie die erforderliche Estrichdicke nach DIN 18560-2 eingehalten wird. Gegebenfalls ist die Estrichdicke zu erhöhen.

Dämmstoff	Produktnorm	Anwendungstyp (Kurzzeichen)	dynamische Steifigkeit $s'$ (Stufe)	Zusammen-drückbarkeit (Stufe)	Eignung für	Nutzlast
Mineralwoll-dämmplatten (MW)	DIN EN 13162	DES-sh	7 – 20 MN/m <sup>3</sup> (≤ SD25)	≤ 5 mm (CP5)	Zementestrich (CT)	≤ 2 kN/m <sup>2</sup>
		DES-sm	15 – 30 MN/m <sup>3</sup> (≤ SD40)	≤ 3 mm (CP3)	Trockenestrich (TE)	≤ 4 kN/m <sup>2</sup>
Holzfaser-dämmplatten (WF)	DIN EN 13171	DES-sg	20 – 30 MN/m <sup>3</sup> (≤ SD50)	≤ 2 mm (CP2)	Zementestrich (CT) Trockenestrich (TE)	≤ 5 kN/m <sup>2</sup>

Tab. E5.3 Typische Trittschalldämmplatten bei Holzdecken.

Bei Trockenestrichen aus schwimmend verlegten Gipsfaserelementen oder Holzwerkstoffplatten sind spezielle Trittschalldämmplatten mit einer geringen Zusammendrückbarkeit $\uparrow$  erforderlich.

### Zementestrich (Nassestrich)

Zementestriche (Kurzzeichen CT) sind nach DIN 18560 „Estriche im Bauwesen“ auszuführen. Im Bauteilkatalog nach [4] ist für Deckenkonstruktionen mit mineralisch gebundenem Estrich eine Estrichdicke von  $d \geq 50$  mm und eine flächenbezogene Masse von  $m' \geq 120$  kg/m<sup>2</sup> angegeben. Wird eine Rohdichte des Estrichs von 2000 kg/m<sup>3</sup> zugrunde gelegt, so müsste die Dicke mindestens 60 mm betragen, um die geforderte flächenbezogene Masse zu erreichen.

Ein Zementestrich  $d \geq 60$  mm ist für Wohn- und Arbeitsräume, Büroflächen sowie Arztpraxen ohne schweres Gerät geeignet. Diese Nutzungen entsprechen der Kategorie A und B1 nach DIN EN 1991-1-1/NA „Nutzlasten im Hochbau“ mit zulässigen Flächenlasten  $q_K \leq 2$  kN/m<sup>2</sup> und Einzellasten  $Q_K \leq 2$  kN. Die Estrichnorm DIN 18560 hat eine abweichende

Aufteilung der Nutzlastbereiche (Tab. 24). Diese berücksichtigen auch die Zusammendrückbarkeit $\uparrow$  der Trittschalldämmplatten.

→ Je höher die Zusammendrückbarkeit $\uparrow$  der Trittschalldämmung, desto geringer ist die dynamische Steifigkeit und damit die Schallübertragung.

Bei den unbeheizten Zementestrichen in Tab. E5.4 werden jeweils zwei Biegezugfestigkeiten unterschieden:

- F4 (4 N/mm<sup>2</sup>), z. B. für Wohnräume
- F5 (5 N/mm<sup>2</sup>), z. B. für Wohnräume mit Fußbodenheizung oder Büroräume ohne Publikumsverkehr

max. zulässige Einzellasten und Flächenlasten	Nutzungskategorien nach DIN EN 1991-1-1/NA		Biegezugfestigkeitsklasse	Estrichnenndicke [mm] bei einer Zusammendrückbarkeit $\uparrow$ der Dämmschicht $c^a$	
	Kurzzeichen	Beispiele		≤ 5 mm	≤ 3 mm
bis 2 kN ≤ 3 kN/m <sup>2</sup>	A, B1, D1	Wohn- und Aufenthaltsräume, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät	F4	≥ 60	—
			F5	≥ 50	—
bis 3 kN ~ 4 kN/m <sup>2</sup>	wie vor und B2	Behandlungsräume in Krankenhäusern ohne schweres Gerät	F4	—	≥ 65
			F5	—	≥ 55
bis 4 kN ~ 5 kN/m <sup>2</sup>	wie vor und B3, C3, C5, D2	Büro- und Arbeitsflächen mit schwerem Gerät, Versammlungsräume, Verkaufsräume	F4	—	≥ 70
			F5	—	≥ 60

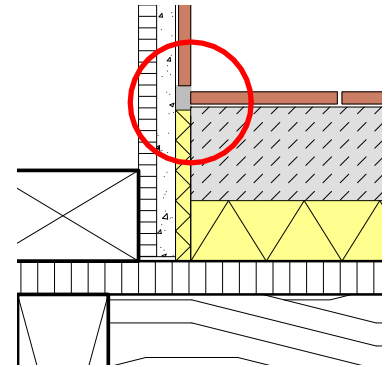
Tab. E5.4 Estrichnenndicke von unbeheizten Zementestrichen auf Dämmschichten nach DIN 18560-2, Dämmschichtdicke ≤ 40 mm.

<sup>a</sup> Größere Dämmschichtdicken und Zusammendrückbarkeiten sind möglich, wenn die Ausführung des Zementestrichs angepasst wird.

Für den Schallschutz ist die korrekte Ausführung des Estrichdämmstreifens ausschlaggebend und daher durch den Bauleiter zu kontrollieren.

- Der Estrich darf keinen Kontakt zur Wand haben.
- Beim Verlegen von Bodenfliesen muss gegen den Estrichdämmstreifen gearbeitet werden. Erst nach dem Verlegen wird der Dämmstreifen abgeschnitten.

Abb. E5.5  
Der Randdämmstreifen wurde hier zu früh abgeschnitten. Es ist Mörtel in die Fuge eingedrungen und bildet eine Schallbrücke.



### Trockenestrich

Trockenestriche sind nicht genormt und werden über Systemprüfungen geregelt. Zulässige Nutzlasten, geeignete Trittschalldämmplatten, Schüttungen und Fußboden-Heizungssysteme etc. können den Hinweisen und Prüfzeugnissen der Hersteller entnommen werden. Der Zimmerer entscheidet sich für ein definiertes System eines Herstellers, das die Anforderungen an die Nutzlasten und den Schallschutz erfüllt.

Trockenestriche mit Spanplatten oder OSB erzielen vergleichsweise geringe Trittschallminderungen. Die Masse ist gegenüber Zementestrich deutlich geringer. Um die Druckfestigkeit für Nutzlasten zu erreichen, sind bei Trockenestrichen steifere Trittschalldämmstoffe einzusetzen. Die dynamische Steifigkeit beträgt:

- $s' = 15 - 30 \text{ MN/m}^3$  bei Mineralwolle
- $s' = 20 - 30 \text{ MN/m}^3$  bei Holzfaser

➔ Um mit Trockenestrichen ein heute übliches Schallschutzniveau zu erreichen, ist eine Deckenbeschwerung erforderlich.

Eine Rohdeckenbeschwerung als Schüttung wirkt sich bei gleichem Flächengewicht schalltechnisch günstiger aus als eine Beschwerung mit Platten. Für Schüttungen werden in der Broschüre des Informationsdienstes Holz [6] technische Spezifikationen angegeben:

- trockenes Schüttgut mit einer Restfeuchte von höchstens 1,8 %
- Flächengewicht mindestens  $90 \text{ kg/m}^2$

Eine ungebundene Schüttung, wie in Abb. E5.6 gezeigt, ist schalltechnisch günstig. Wird ein Bindemittel eingesetzt, so sollte sie eine hohe Elastizität der Schüttung bewahren. Somit sind zementäre Bindemittel zu vermeiden. Besser geeignet sind organische Bindemittel mit hoher Elastizität.



Abb. E5.6 Eine Wabenschüttung mit einer Schüttdichte von ca.  $1500 \text{ kg/m}^3$  erzielt bei einer Höhe von 60 mm das erforderliche Flächengewicht von  $90 \text{ kg/m}^2$ .

## E6. Unterdecken

Holzdecken können entweder direkt bekleidet werden oder es werden abgehängte Decken (Unterdecken) montiert. Der Unterschied liegt in der Art der Verbindung zum tragenden Bauteil:

- Deckenbekleidungen werden mit Holz- oder Metallunterkonstruktionen direkt an der Rohdecke befestigt.
- Unterdecken werden durch Holz- oder Metallunterkonstruktionen von der Rohdecke abgehängt. Die Abhängung schafft Raum für Installationen.

Die Hauptbestandteile von Unterdecken sind (Abb. E6.1)

3. Decklagen, z. B. aus Gipsplatten, bilden die raumseitige Fläche der Decke. Sie werden mit geeigneten Verbindungsmitteln, z. B. Schnellbauschrauben, an der Unterkonstruktion befestigt.
4. Unterkonstruktionen umfassen Holzlatten bzw. Metallprofile und Verbindungselemente, wie z. B. Schrauben, Splinte, Profilverbinder. Diese verbinden die einzelnen Bauteile der Unterkonstruktion miteinander. Sie sind auf das jeweilige Deckensystem abgestimmt.
5. Abhänger verbinden die Unterkonstruktion mit den Verankerungselementen. Diese dienen zur Befestigung an der tragenden Rohdecke, z. B. Holzbalkenlage oder Holzmassivdecke.

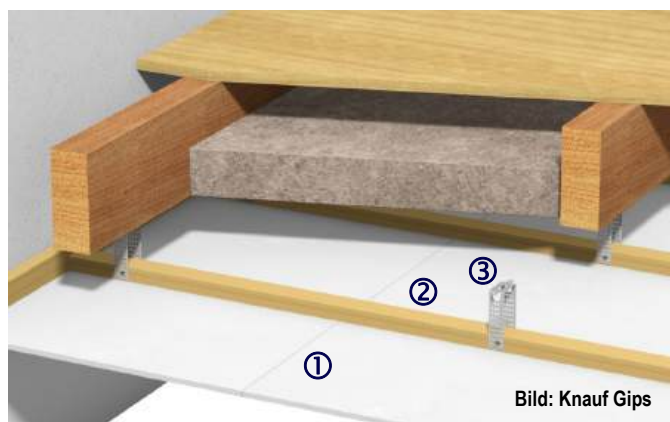


Abb. E6.1 Holzbalkendecke mit einer Unterdecke aus Gipsplatten. Die Unterkonstruktion besteht aus Holzlatten, die mit Direktabhängern an der Balkenlage verankert sind.

### Decklagen aus Gipswerkstoffen

Als Bekleidung werden Gipsplatten eingesetzt, die je nach bauphysikalischen Anforderungen in speziellen Ausführungen erhältlich sind:

- häusliche Feuchträume — imprägnierte Platten (GKBI nach DIN 18180) bzw. Gipsplatten mit reduzierter Wasseraufnahme<sup>↑</sup> (Typ H2 nach DIN EN 520).
- Brandschutz — Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF nach DIN 18180), Gipsfaserplatten oder Spezial-Feuerschutzplatten
- Raumakustik — Akustikplatten, gelocht oder geschlitzt, mit rückseitigem Akustikvlies

### Unterkonstruktionen

Die Unterkonstruktion für leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken (max. Flächengewicht 0,5 kN/m<sup>2</sup>) besteht aus Traglatten oder Tragprofilen, ohne oder mit quer dazu angeordneten Grundlatten bzw. Grundprofilen. Bei Decken in Holztafelbauart wird als Unterkonstruktion auch ein einfacher Lattenrost, d. h. Traglatten oder -profile ohne Grundlatten oder -profile, eingesetzt (siehe Abb. E6.1). Die Unterkonstruktion kann aus Holzlatten oder Metallprofilen, z. B. CD-Profilen nach DIN 18182-1 oder DIN EN 14195, bestehen.

Der Abstand der Traglatten bzw. Tragprofile richtet sich nach der Plattenart und Plattendicke. Für Decken ohne Brandschutzanforderung sind die Spannweiten von Gipsplatten nach DIN 18181 in Tab. E6.2 aufgeführt. Bei Anforderungen an den Brandschutz gelten die Abstände nach DIN 4102-4, siehe Tab. E6.3.

➔ Die zulässigen Achsabstände der Traglatten bzw. Tragprofile bei Unterdecken und Deckenbekleidungen aus Gipsfaserplatten sind den Verlegehinweisen bzw. Prüfzeugnissen der Hersteller zu entnehmen.

Plattenart	Dicke [mm]	Achsabstände [mm] der Traglatten bzw. Tragprofile bei Verlegung	
		quer	längs
Gipsplatten mit geschlossener Sichtfläche	12,5	≤ 500	≤ 420
	15	≤ 550	
	≥ 18	≤ 625	
gelochte Gipsplatten	9,5	≤ 333	—
	12,5	—	—
Gips-Putzträgerplatten	9,5	≤ 500	—

Tab. E6.2 Maximale Spannweiten für Deckenbekleidungen und Unterdecken aus Gipsplatten nach DIN 18181.

Bekleidung aus Feuerschutzplatten (GKF), d [mm]	Achsabstände [mm] der Traglatten bzw. Tragprofile	Dämmschicht <sup>a</sup> [mm]	
F 30-B	12,5	≤ 400	—
	12,5	≤ 500	60
	15	≤ 500	—
F 60-B	2 x 12,5	≤ 400	—
	2 x 12,5	≤ 500	60

Tab. E6.3 Maximale Spannweiten für Deckenbekleidungen aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) bei Brandschutzanforderung nach DIN 4102-4.

<sup>a</sup> Brandschutztechnisch notwendige Dämmschicht mit  $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ .

Die Abstände der Abhänger und Verankerungselemente richten sich nach der Gesamtlast, d. h. Eigenlast der Unterdecke einschließlich Unterkonstruktion und Zusatzlasten, z. B. aus Dämmschichten. Für Unterdecken aus Gipsplatten nach DIN 18181 sind die Abstände der Abhänger der Tab. E6.4 zu entnehmen.

Unterkonstruktion	Abstände Abhänger / Verankerungselement bei Gesamtlast [kN/m <sup>2</sup> ]		
	bis 0,15	bis 0,3	bis 0,5
Traglatte 50 x 30 mm	850	750	600
Tragprofil CD 60 x 27 x 06	1000	1000	750

Tab. E6.4 Abstände der Abhänger bei Unterkonstruktion als einfacher Lattenrost bzw. Profilrost (Decke in Holztafelbauart).

## E7. Installationen

Im Holzrahmenbau hat es sich bewährt haustechnische Installationen, wie Elektroleitungen, Wasser- und Heizungsrohrleitungen, in einer Installationsebene zu verlegen. Diese wird i. d. R. auf der Innenseite der Außenwände angeordnet und ist dann notwendig, wenn die luftdichte Ebene geschützt werden soll. Dazu wird eine zusätzliche Lattung montiert, die sowohl vertikal als auch horizontal angeordnet werden kann. Die Vor- und Nachteile sind in Tab. E7.3 aufgeführt.



Abb. E7.1 Außenwand mit vertikaler Lattung als Installationsebene. Für das horizontale Verziehen von Elektroleitungen, Leerrohren etc. können die Latten mit Bohrungen versehen werden. In diesem Fall ist ein Abstand zum Rohboden belassen worden.

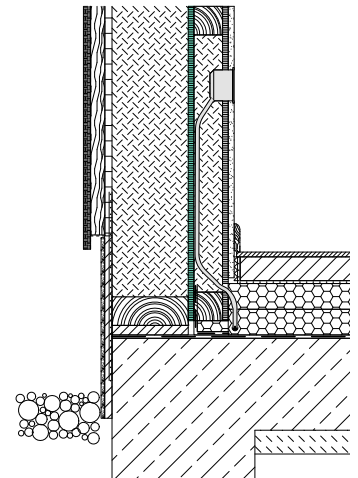
Aus der Lattungsebene ergibt sich ein Mehrfachnutzen:

- klare Trennung der luftdichten Ebene von den Installationen
- vereinfachte Montage der Installationen
- zusätzliche Dämmebene
- verbesserter Schallschutz der Nebenwege von Raum zu Raum bzw. von Geschoss zu Geschoss

➔ Neben den oben genannten Abständen der Unterkonstruktion gemäß normativen Vorgaben sind auch Angaben aus Prüfzeugnissen der Hersteller von Unterdeckensystemen verwendbar.

Hinsichtlich des Schallschutzes sind Holzbalken- und Holzmassivdecken zwei verschiedene Bauarten. Daher ist auch die Anordnung einer abgehängten Unterdecke unterschiedlich wirksam. Weitere Ausführungen siehe C7. Abschn. 3. „Trittschalldämmung, Decken“ ab Seite 156.

Abb. E7.2 Gezeigt wird eine Außenwand mit gedämmter Installationsebene. Die Hauptdämmebene bleibt frei von Installationen und die luftdichte Ebene aus OSB-Platten (farbig markiert) wird geschützt. Durch die horizontale Anordnung der Lattung wird der Wärmebrückeneffekt reduziert. Die Abstände der Latten richten sich nach den Anforderungen des Trockenbaus.



Der Querschnitt der Lattung sollte mindestens 30 x 50 mm betragen, empfohlen wird das Format 60 x 60 mm. Die Tiefe von 60 mm ist für den Einbau von Hohlwanddosen empfehlenswert.

	Anordnung der Lattung	
	horizontal	vertikal
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installationsführung unabhängig vom Fußboden</li> <li>• Querlattung vermindert Wärmebrückeneffekt</li> <li>• freies Abstandsrastrer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuführung über Fußboden erleichtert</li> <li>• übliches Raster von 62,5 cm für Platten im Großformat</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vertikale Installationsführung behindert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmebrücke durch Aufdoppelung</li> </ul>

Tab. E7.3 Vor- und Nachteile bei der Anordnung von Latten in Installationsebenen.

Die Beplankung↑ der Installationsebene wird häufig zweilagig ausgeführt, um eine hohe Stabilität zu erreichen. Dazu werden entweder zwei Lagen Gipsplatten angeordnet oder eine Kombination aus OSB- und Gipsplatten gewählt (Abb. E7.4).



Abb. E7.4  
Zweilagige Beplankung der Installationsebene mit OSB-Vollschalung und Gipsplatten.  
Bild: Ing.-Büro Meyer

Grundsätzlich verbessert eine zusätzliche, gedämmte Installationsebene den Schallschutz einer Außenwand. Bei Verkehrslärm mit stark niederfrequentem Komponenten, z. B. hoher LKW-Anteil, sollten Konstruktionen eingesetzt werden, die auch bei Frequenzen unter 100 Hz eine gute Schalldämmung aufweisen.



Abb. E7.5  
Installationen in der Hauptdämmebene sind zwar möglich, jedoch nicht in dieser Ausführung.  
Es ist quasi unmöglich eine hochwertige Luftdichtung in dieser Art auszuführen.  
Bild: Ing.-Büro Meyer

### Installationswand

Eine Installationswand im Sanitärbereich benötigt eine ausreichende Tiefe. Für ein WC-Modul ist ein 160 mm Ständerwerk in der Regel nicht ausreichend.



Abb. E7.6  
Das Rahmenwerk musste hier mittels Latten „aufgedoppelt“ werden, um die Rohrleitungen unterbringen zu können. Am rechten Bildrand ist im Anschnitt ein Installationsmodul zu erkennen.

### Installationen ohne Lattungen

Wird die Installation in die luftdichte OSB-Platte verlegt, so ist ein schlüssiges System anzuwenden. In der Vorfertigung werden die Installationen vorbereitet

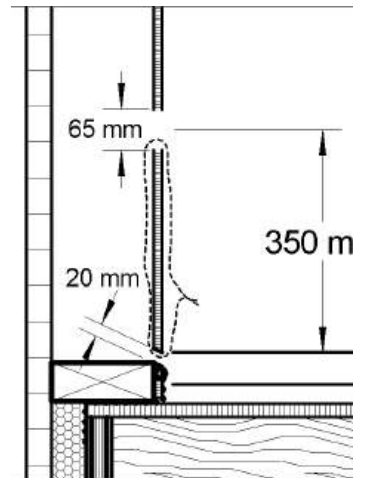


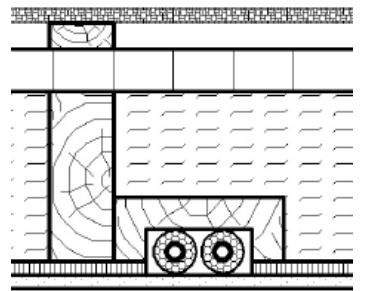
Abb. E7.7  
In der Fertigung werden exakte Bohrungen ausgeführt und ein Ziehdraht montiert.

Abb. E7.8  
Es werden luftdichte Hohlwanddosen eingesetzt. Die Dichtung zu den Kabeln wird mit Manschetten gewährleistet.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. E7.9  
Ein ausgefrästes Holz wird Teil der luftdichten OSB-Platte. In die entstandene Öffnung können Heizungsrohre, Kabelbündel oder einfache Hohlwanddosen verlegt werden.



**Installationen Decke**

Der Deckenhohlraum kann bei Konstruktionen mit Stegträgern sehr gut zur Führung von Installationen genutzt werden. Durchbrüche bis 50 mm Durchmesser bzw. maximal 40% der Trägerhöhe dürfen angeordnet werden. Ein Nachweis nach genauen Regeln ist erforderlich.



Bild: Steico SE

Abb. E7.10 Für die Größe, Anordnung und Abstände von Durchbrüchen im Steg sind die Angaben des Herstellers zu berücksichtigen.

➔ In Deckenbalken aus anderen Werkstoffen, wie Vollholz (KVH) und Balkenschichtholz, sind Durchbrüche nicht zulässig. Hier können Installationen nur parallel zu den Deckenbalken geführt werden.

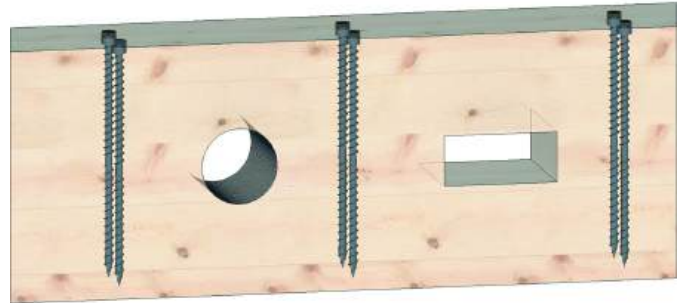


Bild: Steico SE

Abb. E7.11 Durchbrüche in Brettschichtholz-Balken sind möglich und werden durch spezielle Vollgewindeschrauben verstärkt.

**Deckendurchbrüche**

Durchbrüche in Decken können herausfordernd sein. Dies gilt natürlich nicht allein für den Holzbau. Die Dimensionierung ist wichtig und die Festlegung der Orte. Installationswände müssen dick genug sein. Metallständerwände sind flexibler als Holzwände. Ist die Menge der Versorgungsleitungen zu groß, sind Schächte zu dimensionieren.

In jedem Fall ist es wichtig, dass Deckendurchbrüche hinreichend dimensioniert werden. Auch im Holzbau ist eine nachträgliche Vergrößerung der Öffnung besser zu vermeiden. Eine TGA-Planung ist die beste Basis für eine fehlerfreie Ausführung.

Anlegen einer Aussparung	Durchführung der Steigleitung	Vergießen der Aussparung
Werkseitig wird die Aussparung nach den Vorgaben der TGA-Planung angelegt. Unterseitig wird eine mineralische Platte als Schalung für den Vergussmörtel eingebaut.	Die Bohrungen für die Steigleitungen werden nach Bedarf angelegt und die Steigleitungen montiert. Schrauben in den Flanken stellen den Verbund zum Vergussmörtel her.	Der Durchbruch wird nach vollständiger Montage der Steigleitungen mit Quellmörtel vergossen (notwendige Rohrummantelung nach Angabe des Herstellers).

Tab. E7.12 Durchbruch bei Holzmassivdecken für Installationsleitungen. Bei Wohnungstrenndecken erfolgt ein Verschließen mit Vergussmörtel.



Bild: Ing.-Büro Meyer

## F. Details

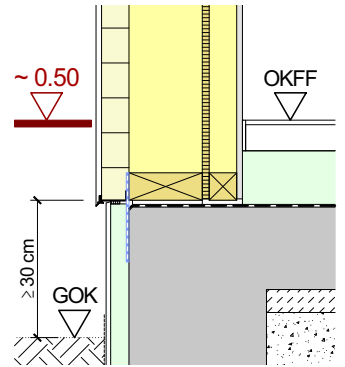
<b>F1. Sockeldetails .....</b>	<b>222</b>
1. Podesthöhen .....	222
2. Beispiele von Sockeldetails .....	226
<b>F2. Geschosstoß .....</b>	<b>229</b>
<b>F3. Fensteranschluss .....</b>	<b>231</b>
<b>F4. Dach .....</b>	<b>235</b>
1. Traufe .....	235
2. Dachränder Flachdach .....	237
<b>F5. Vordächer .....</b>	<b>239</b>
<b>F6. Terrassen und Balkone .....</b>	<b>241</b>
1. Balkonkonstruktionen .....	241
2. Staffelgeschoss mit Dachterrasse .....	243

# F1. Sockeldetails

## 1. Podesthöhen

Die Sockelkonstruktion lässt sich so weit optimieren, dass das Podest auf eine Stufe begrenzt werden kann. Die Details zeigen die gültigen Fachregeln auf. Begonnen wird in Abb. F1.1 mit einer recht hohen Podesthöhe. In den nachfolgenden Details wird diese Stück für Stück reduziert. Die Podesthöhe ist in den Zeichnungen rot markiert. Anforderungen an die Ausführung des Geländes bestehen bei Abb. F1.1 nicht. Dennoch fällt diese Lösung zumeist durch, weil die Höhe der Podeste mit ca. 50 cm über Gelände den meisten Bauherren zu viel ist.

Abb. F1.1  
 „30 cm - Sockel“ mit einer Podesthöhe von ca. 50 cm. Kostengünstig, weil auf eine besondere Ausführung zum Schutz der Holzkonstruktion verzichtet werden kann.



	ohne Aufkantung	mit Aufkantung	mit Aufkantung und Untersohlendämmung
<b>Prinzipzeichnungen ohne vertikale Abdichtung</b>			
<b>Podesthöhe</b>	ca. 35 cm (vgl. Detailbeschreibung Seite 226)	ca. 15 cm <sup>a</sup> (vgl. Detailbeschreibung Seite 227)	ca. 15 cm (vgl. Detailbeschreibung Seite 228)

Tab. F1.2 Details ohne vertikale Abdichtung in der Holzkonstruktion, Schwelle mindestens 15 cm über Gelände (Kiestraufe)

	ohne Aufkantung	ohne Aufkantung, mit Untersohlendämmung	mit Aufkantung und Untersohlendämmung
<b>Prinzipzeichnungen mit vertikaler Abdichtung</b>			
<b>Podesthöhe</b>	ca. 25 cm (vgl. Detailbeschreibung Seite 227)	ca. 15 cm	ca. 8 cm

Tab. F1.3 Details mit vertikaler Abdichtung in der Holzkonstruktion, Schwelle mindestens 5 cm über Gelände (Kiestraufe)

#### Hinweis zu Tab. F1.3, rechte Spalte:

Die horizontale Abdichtung liegt bei diesem Detail mit ca. 8 cm Podesthöhe unterhalb des Geländeneiveaus. Es ist eine Sohlplatte aus WU-Beton notwendig. Auftretendes Oberflächenwasser kann als Stauwasser und damit als „drückendes Wasser“ gewertet werden. Danach kann eine Abdichtung der Klasse W2-E notwendig werden.

Ist es möglich das Gelände ohne Höhendifferenz zur Oberkante Fertigfußboden auszuführen? Abb. F1.4 zeigt eine Lösung mit Aufkantung. Allerdings sind einige Details zu beachten.

1. Wärmebrücke: Die Aufkantung aus Beton muss innen und außen überdämmt sein. Die äußere Perimeterdämmung sollte möglichst tief in das Erdreich einbinden. Eine Berechnung zum Tauwasserschutz (Wärmebrücke) ist notwendig.
2. Die Aufkantung muss im Bereich der Türen ausgespart werden. Auch in den Leibungen muss eine Wärmebrücke vermieden werden.
3. Bei den Türen sind Vordächer erforderlich, um den Schutz vor Niederschlägen zu gewährleisten.

#### Material für die Aufkantung

Die Herstellung der Aufkantung aus Beton ist sicherlich technisch zunächst eine sinnvolle Möglichkeit. Vorteile bieten der homogene Untergrund für die Abdichtung, die hohe Tragfähigkeit und die nahezu beliebige geometrische Form - sehr schlank und unbegrenzt hoch. Nachteilig ist der hohe Wärmedurchgang. Die Betonaufkantung ist quasi eine „Kühlrippe“ an ungünstiger Stelle. Die Temperatur an der Fußleiste kann unterhalb der kritischen 12 °C-Marke liegen. Weitere Kritikpunkte könnten die höheren Kosten (weiterer Betoniervorgang) und die Wartezeit bis zum Aushärten des Betons sein. Seitens des Tragwerksplaners muss die Verankerung geplant werden (Abb. F1.6).

Als Alternative werden immer wieder Ausführungen mit Dämmsteinen vorgeschlagen (Abb. F1.7), die sich wie gewöhnliches Mauerwerk verarbeiten lassen. Die Steine müssen für diese Verwendung geeignet sein (Zulassung unter tragenden Wänden). Die horizontale Verschieblichkeit sollte im Tragwerksnachweis berücksichtigt werden. Abb. F1.7 zeigt eine Lösung über vertikal angeordnete Latten der Installationsebene, die mit der Betonsohle verbunden werden.

Mögliche Materialien für die Dämmsteine:

- verdichtetes PU (z. B. Purenit), Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  ~0,09 W/mK, feuchteunempfindlich, erhältlich in Dicken ab 20 bis 80 mm, größere Dicken auf Anfrage; Plattenware, die sich auf die gewünschte Breite zuschneiden lässt
- Leichtbeton (z. B. Iso-Kimmstein), Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  0,33 W/mK, erhältlich in Breiten ab 100 mm und Dicken ab 113 mm

Zum Vergleich: Beton hat die Wärmeleitfähigkeit  $\uparrow$  2,0 W/mK.

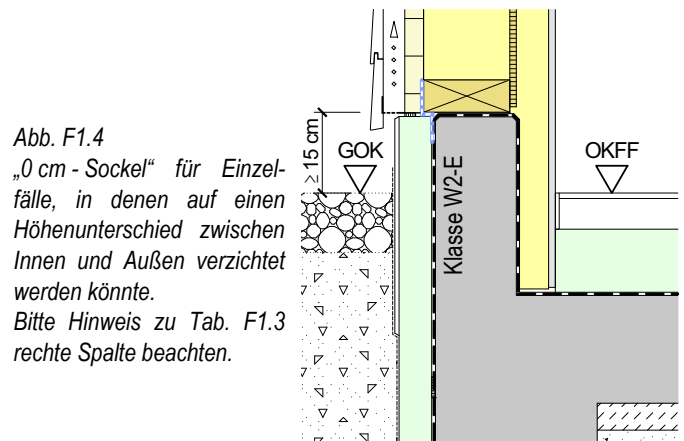


Abb. F1.4  
„0 cm - Sockel“ für Einzelfälle, in denen auf einen Höhenunterschied zwischen Innen und Außen verzichtet werden könnte.  
Bitte Hinweis zu Tab. F1.3 rechte Spalte beachten.

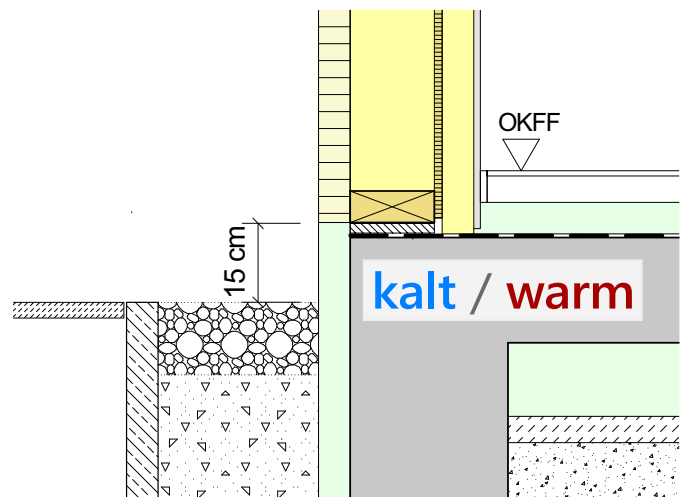


Abb. F1.5  
Dämmlagen unterhalb der Sohlplatte können nur dann ihre Wirkung entfalten, wenn es keinen kalten Umweg für den Wärmefluss gibt. Die Perimeterdämmung sollte so weit wie möglich ins Erdreich geführt werden. Ggf. ist eine Wärmebrückenberechnung anzuraten.  
Bei diesem Detail ist eine vertikale Abdichtung nicht erforderlich.

### Verankerung bei Aufkantung

Sowohl das Detail mit Betonaufkantung (Abb. F1.6) als auch das Detail mit Dämmstein (Abb. F1.7) sind wärmetechnisch in Ordnung. Der Dämmstein (Abb. F1.7) reduziert die Wärmebrücke und stellt höhere Temperaturen im Bereich der Fußleiste sicher. In beiden Beispielen ist die Perimeterdämmung weit ins Erdreich geführt. Außerdem wurde jeweils eine gedämmte Installationsebene angeordnet.

In den folgenden Erläuterungen soll es um die Verankerung gehen.

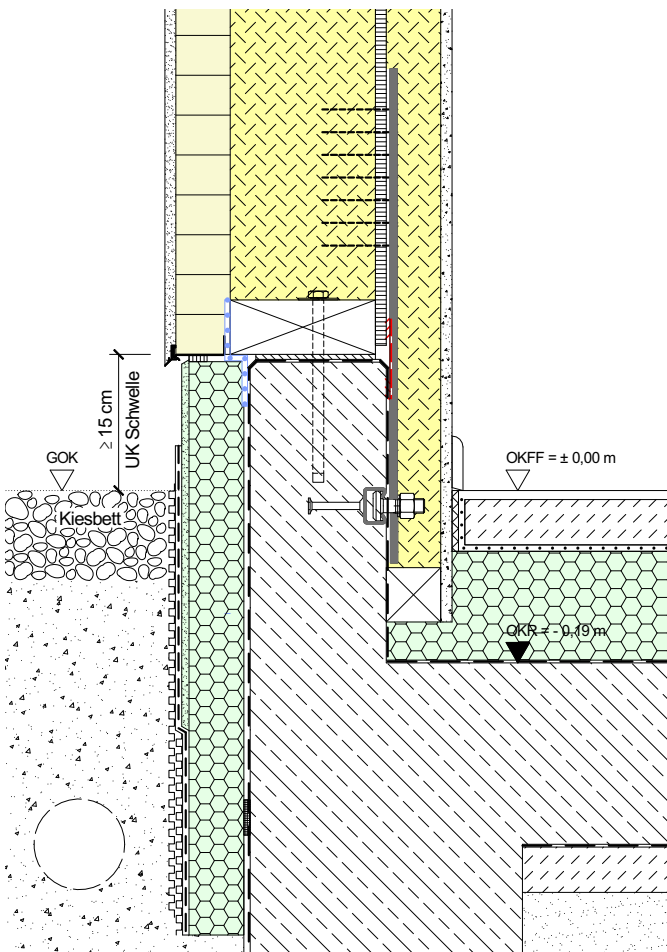


Abb. F1.6 Der Sockel mit Betonaufkantung ermöglicht eine Lösung ohne Höhenunterschied zwischen Oberkante Fertigfußboden (OKFF) und Oberkante Gelände (GOK). Die vertikale Abdichtung verbleibt unterhalb der Holzbaukonstruktion (vgl. Abb. F1.4).

Die Zugverankerung in Abb. F1.6 erfolgt mittels Flachstahl und einbetonierter Halfenschiene. Die Schwelle ist durch eine Betonschraube in der Betonaufkantung befestigt (Schubverankerung).

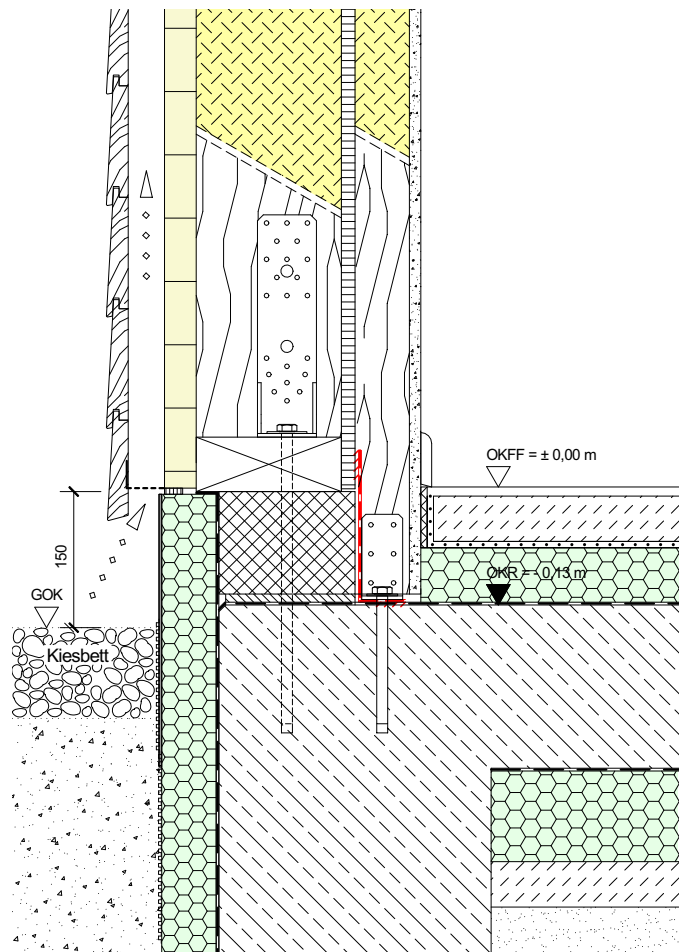


Abb. F1.7 Der Sockel mit Dämmstein ermöglicht eine geringe Podesthöhe von ca. 15 cm. Die vertikale Abdichtung verbleibt unterhalb der Holzbaukonstruktion (vgl. Tab. F1.2, rechte Spalte).

Der Zuganker in Abb. F1.7 ist im Rahmenwerk auf der Breitseite des Stiels angeordnet und wird durch den Dämmstein hindurch im Beton befestigt. Die Schubverankerung wird in diesem Beispiel mithilfe der Installationsebene und ihren vertikalen Latten durchgeführt. Dazu erfolgt die Befestigung durch Winkel an den Latten.

## Sockel bei Verblendmauerwerk

Ein Gebäude mit Verblendmauerwerk suggeriert eine hohe Robustheit vor Feuchteinwirkung. Dies könnte trügerisch sein, denn es treten nicht selten mehrere Probleme auf:

1. Verblendmauerwerke nehmen große Mengen Niederschlagswasser auf und geben dieses auch nach hinten zur Luftschicht  $\uparrow$  ab. Daraus entsteht in der Luftschicht  $\uparrow$  eine höhere Luftfeuchte. Außerdem kann Wasser rückseitig abfließen.
2. Die Luftschicht  $\uparrow$  kann durch beim Mauern abfallenden Mörtel verschlossen sein.
3. Das Gelände könnte zu hoch angefüllt werden.
4. Die Abdichtung kann kaum überdämmt werden.
5. Eine Perimeterdämmung kann nicht ausgeführt werden.
6. Eine Untersohldämmung bringt kaum Nutzen, weil die Wärmebrücke am Wandaufleger kaum zu reduzieren ist.

➔ Verblendmauerwerk muss im Holzbau mit mind. 40 mm Luftschicht  $\uparrow$  ausgeführt werden.

Bei den Details Abb. F1.9 und Abb. F1.10 ist als Geländeanschluss eine Kiestraufe angeordnet, Ausführung siehe Seite 190.

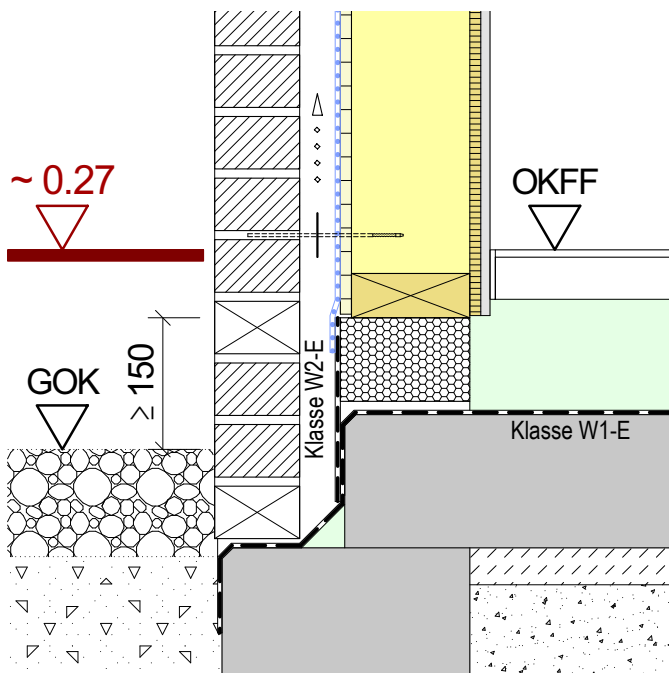


Abb. F1.9 Die Holzkonstruktion verbleibt bei diesem Detail oberhalb der vertikalen Abdichtung und damit oberhalb der kritischen Zone. Die Aufmauerung besteht aus Dämmsteinen (z. B. Leichtbeton), siehe „Material für die Aufkantung“ auf Seite 223. Die Podesthöhe beträgt 27 cm und damit 2 Stufen.



Abb. F1.8 Gebäude mit Verblender sehen robust aus. Dies gilt nicht unbedingt in Bezug auf Feuchtigkeit. Am Sockel kann sehr viel Wasser sein.

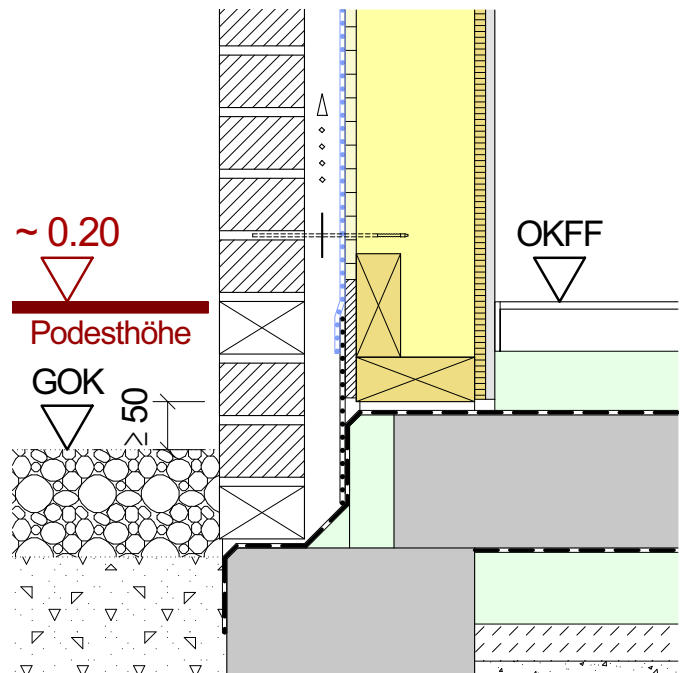


Abb. F1.10 Mit der Untersohldämmung lässt sich die Podesthöhe auf ca. 20 cm reduzieren. Die vertikale Abdichtung wird auf die Holzkonstruktion geführt (Höhe min. 15 cm über GOK und max. OKFF). Liegt die Oberkante der Abdichtung höher als Oberkante Fertigfußboden (OKFF), so ist ein bauphysikalischer Nachweis erforderlich. Als Abdichtunguntergrund wird eine mineralische Bauplatte (Leichtbetonplatte) empfohlen. Bei Anordnung einer Untersohldämmung sollte ein Wärmrückenachweis geführt werden.

## 2. Beispiele von Sockeldetails

Die Details zum Sockel sind vielfältig. In den Detailübersichten (Tab. F1.2 und Tab. F1.3) wird die Varianz deutlich. Alle dargestellten Details entsprechen den Regeln des Holzschutzes gemäß DIN 68800 Teil 2. Dort enthält der Anhang A einige konkrete Beispiele zum Erreichen der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0. Dennoch sei an dieser Stelle empfohlen, die Schwelle aus einer resistenten Holzart herzustellen, z. B. Kernholz  $\uparrow$  der Douglasie oder Lärche.

Entscheidende Kenngröße zum Erreichen einer hohen Sicherheit und Dauerhaftigkeit ist die Höhe des Geländes in Bezug auf die horizontale Abdichtung (gleich Unterkante Schwelle) und damit der Podesthöhe an den Gebäudeeingängen. Hier lassen sich einige Zentimeter einsparen. Diese werden allerdings durch eine vertikale Abdichtung und ggf. durch gemauerte oder betonierte Aufkantung „erkauft“. Ziel ist es das angestrebte Sicherheitsniveau zu halten. Bauherren wollen gerade hier kein unnötiges Risiko eingehen. Bei aller Aufmerksamkeit für den Sockel unterbleibt in der Gebäudeplanung häufig die Betrachtung der Gebäudeeingänge und der bodentiefen Fenster.



Bild: K.-H. Meyer Zimmerei

Abb. F1.11 Sockeldetail mit gemauerter Aufkantung

Informationen zu Abdichtungssystemen am Sockel siehe Abschn. E1. „Sockelausbildung“ ab Seite 188.

Der Übergang und Anschluss der horizontalen Abdichtung auf die vertikale Abdichtung ist in DIN 18533 geregelt.

Bei allen folgenden Details wird der Geländeanschluss mit Kiestraufe hergestellt, Hinweise zur Ausführung siehe Seite 190.

### 1. Sockel „15 cm“

Standarddetail nach DIN 68800,  
 ohne vertikale Abdichtung

- Oberkante-Fertig-Fußboden (OKFF) ca. 35 cm über Gelände
- Wärmedämmung der Sohlplatte geteilt, oberhalb und unterhalb angeordnet
- Betonsohlplatte mit horizontaler Abdichtung, Klasse W1-E

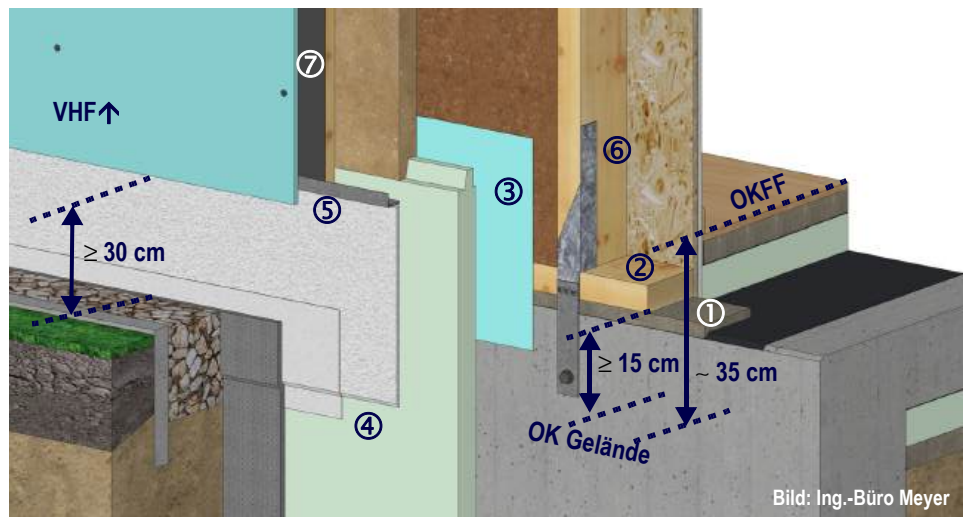


Bild: Ing.-Büro Meyer

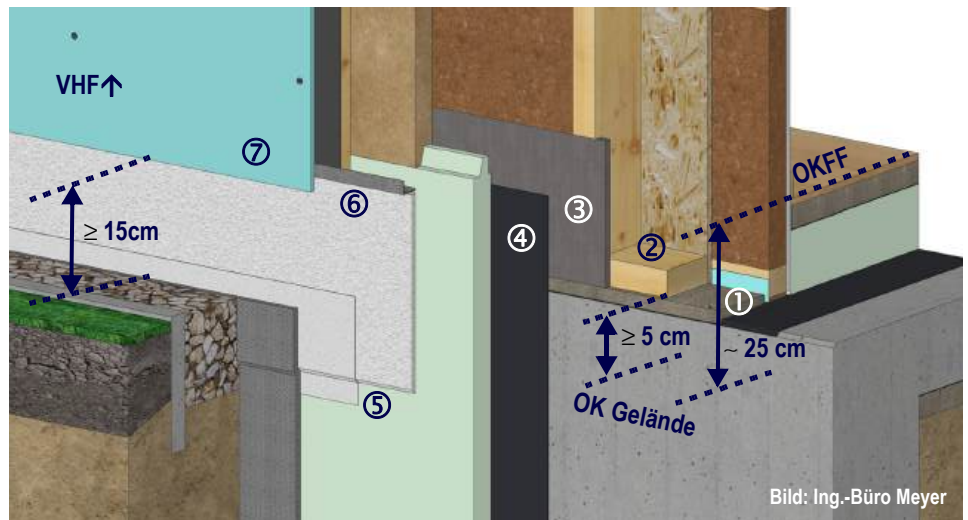
Bez.	Beschreibung
① ②	Schwellholz (GK 0 bei UK $\geq$ 15 cm über Gelände) auf Quellmörtelfuge ( $d \geq 15$ mm) zum Ausgleich von Unebenheiten
③	diffusionsoffene Schleppbahn (z. B. Fassadenbahn) zur zusätzlichen Sicherung der Fugen vor eindringendem Wasser
④	Perimeterdämmung mit Sockelputz, mit Putzabdichtung und Noppenbahn
⑤	Lüftungsprofil zur Luftschicht $\uparrow$ hinter der Fassadenbekleidung
⑥	Option: Zugverankerung von außen mit zweiteiligem Anker (z. B. Simpson HDU)
⑦	Fassade VHF $\uparrow$ auf Holzlattung und Holzfaser-Dämmplatte, angedeutet ist ein Fugenband (EPDM selbstklebend) zum Schutz der Lattung bei offenen Fassadenfugen

## 2. Sockel „5 cm“

Standarddetail nach DIN 68800,  
mit vertikaler Abdichtung

- Oberkante-Fertig-Fußboden (OKFF) ca. 25 cm über Gelände
- Wärmedämmung der Sohlplatte vollständig oberhalb angeordnet
- Betonsohlplatte mit horizontaler Abdichtung, Klasse W1-E

Der Fassadenhersteller sollte bestätigen, dass bei Kiestraufe der Abstand zum Gelände  $\geq 15$  cm betragen darf.



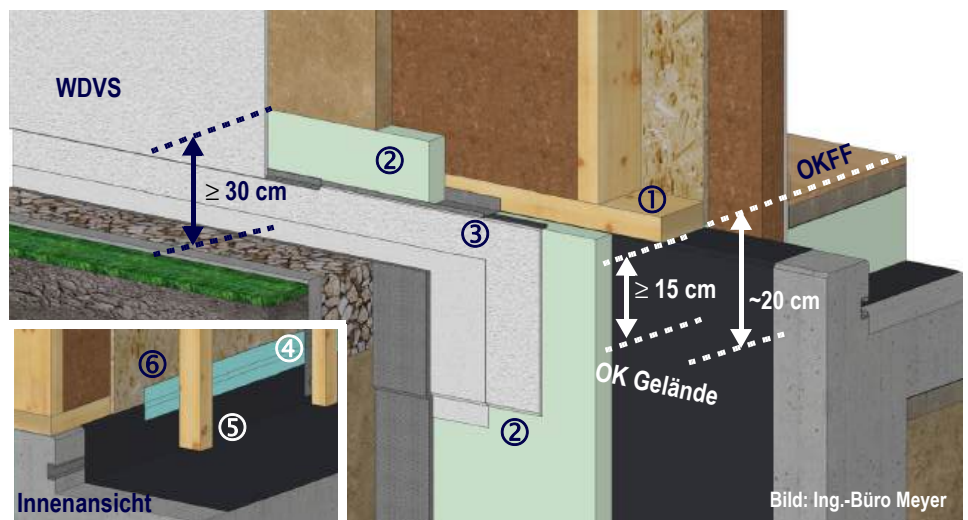
Bez.	Beschreibung
① ②	Schwellholz (GK 0 bei UK $\geq 5$ cm über Gelände), auf Quellmörtelfuge ( $d \geq 15$ mm) zum Ausgleich von Unebenheiten
③ ④	Schalung aus mineralischen Werkstoffplatten (im Rahmenwerk eingelassen) mit vertikaler Abdichtung bis max. OKFF
⑤	Perimeterdämmung mit Sockelputz, mit Putzabdichtung und Noppenbahn
⑥	Lüftungsprofil zur Luftschicht↑ hinter der Fassadenbekleidung
⑦	vorgehängte hinterlüftete Fassade (VHF↑) auf Holzlattung und Holzfaser-Dämmplatte, angedeutet ist ein Fugenband zum Schutz der Lattung bei offenen Fassadenfugen

## 3. Sockel mit Betonaufkantung

mit vertikaler Abdichtung

- Oberkante-Fertig-Fußboden (OKFF) ca. 20 cm über Gelände
- Wärmedämmung vollständig oberhalb der Sohlplatte angeordnet
- Betonsohlplatte mit horizontaler Abdichtung, Klasse W1-E
- Betonaufkantung mit Ankerschiene für den Anschluss der stat. Elemente (Verankerung der Holzrahmenbauwand)

Wärmedämm-Verbundsystem (Holzfaser-WDVS) mit Verwendbarkeitsnachweis (Holzbau)



Bez.	Beschreibung
①	Schwellholz (GK 0 bei UK $\geq 15$ cm über Gelände) ohne Quellmörtelfuge, da die Aufkantung maßgenau ausgeführt werden kann
② ③	Perimeterdämmung mit Sockelputz, mit Putzabdichtung und Noppenbahn; die Sockelschiene ist aus gestalterischen Gründen tief angeordnet, sodass ein Teil der Perimeterdämmung oberhalb liegt; Dichtung der Fuge mit vorkomprimiertem Dichtband
④ ⑤	Zuganker als Flachstahl zur Verbindung der HRB-Stiele mit der Ankerschiene in der Betonaufkantung; Latten der Installationsebene werden mit der Ankerschiene als Schubverankerung verschraubt (statischer Nachweis erforderlich)
⑥	luftdichter Anschluss

#### 4. Sockel mit gemauerter Aufkantung

mit vertikaler Abdichtung

- Oberkante-Fertig-Fußboden (OKFF) ca. 15 cm über Gelände
- Wärmedämmung der Sohlplatte geteilt, oberhalb und unterhalb angeordnet
- Betonsohlplatte mit horizontaler Abdichtung, Klasse W1-E

Fassade VHF↑ auf Holzlattung und Holzfaser-Dämmplatte



Bild: Ing.-Büro Meyer

Bez.	Beschreibung
① ②	Schwellholz (GK 0 bei UK $\geq 15$ cm über Gelände) auf einer gemauerten Aufkantung (druckfester Dämmstein, maßgenaue Höhe)
③	Perimeterdämmung mit Sockelputz, mit Putzabdichtung und Noppenbahn
④	Lüftungsprofil zur Luftschicht↑ hinter der Fassadenbekleidung
⑤	Latten der Installationsebene mit dem Betonfundament über Winkel als Schubverankerung verschraubt (stat. Nachweis erforderlich)
⑥	luftdichter Anschluss

#### 5. Sockel bei Verblendmauerwerk

mit gemauerter Aufkantung und vertikaler Abdichtung

- Oberkante-Fertig-Fußboden (OKFF) ca. 15 cm über Gelände
- Wärmedämmung der Sohlplatte geteilt, oberhalb und unterhalb angeordnet
- Betonsohlplatte mit horizontaler Abdichtung, Klasse W1-E

Verblendmauerwerk mit Luftschicht↑ (4 cm), unterhalb Gelände mit Wasserbauklinker

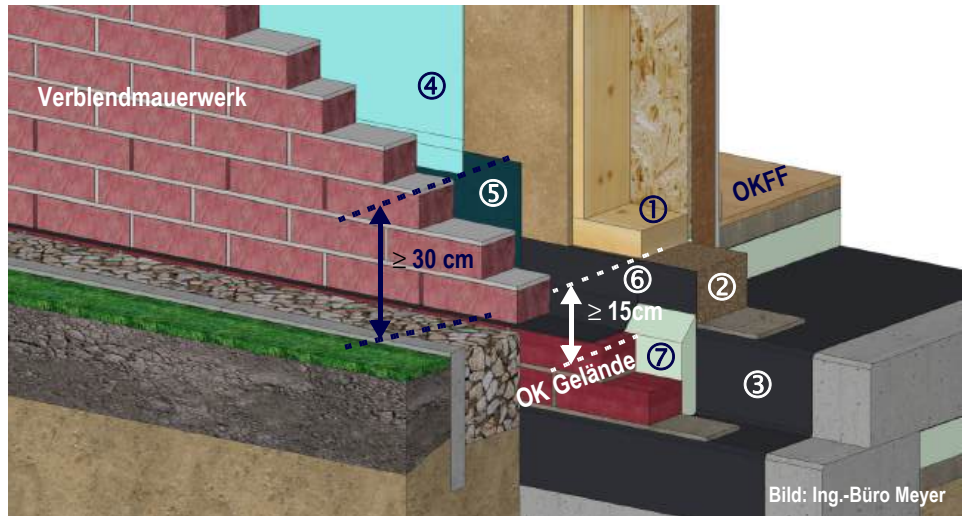


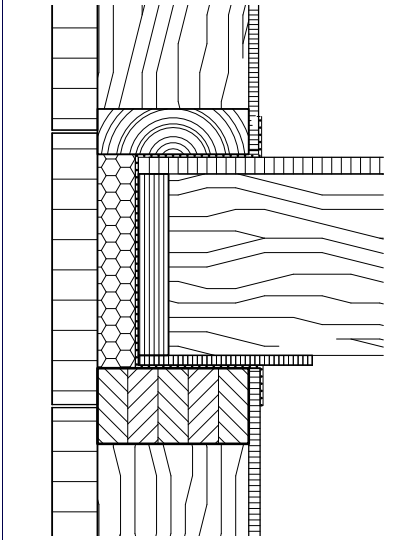
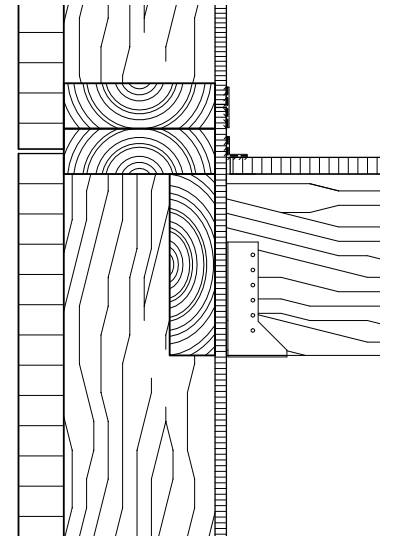
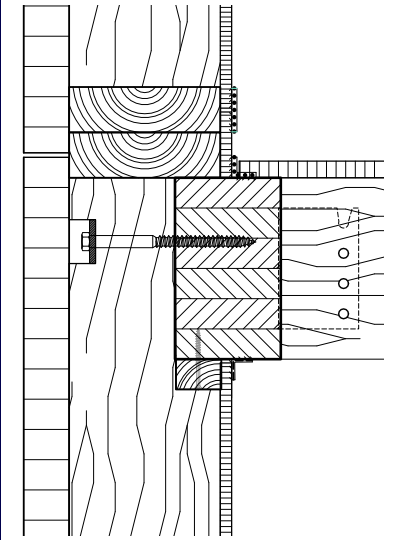
Bild: Ing.-Büro Meyer

Bez.	Beschreibung
① ②	Schwellholz (GK 0 bei UK $\geq 15$ cm über Gelände) auf einer gemauerten Aufkantung (druckfester Dämmstein, maßgenaue Höhe)
③	vertikale Abdichtung
④ ⑤	Schutz der tragenden Wand mit spez. Feuchteschutzbahn ( $s_d$ -Wert = 0,3 bis 1,0 m); Optional: Übergang zur Z-Folie mit robuster möglichst diffusionsoffener Abdichtung
⑥ ⑦	Z-Folie zur Ableitung des Wassers hinter dem Verblender nach außen; Perimeterdämmung zur Reduzierung der Wärmebrücke

## F2. Geschossstoß

Der Geschossstoß gehört zu den elementaren Details im Holzrahmenbau. Das Konzept der Ausführung hat weitreichende Auswirkungen auf die Eigenschaften und Güte der Gebäudekonstruktion. Maßgeblich werden die Luftdichtung, der Schallschutz und das Verformungsverhalten bestimmt. Dazu ist die wirtschaftliche Herstellung mit diesem Detail verknüpft.

Zunächst sollen verschiedene Varianten des Geschossstoßes verglichen werden. Welches der Konstruktionen zur Ausführung kommen soll, ist eine Abwägung der Vor- und Nachteile (siehe Tab. F2.1).

	Aufgelegte Decke (Standardkonstruktion)	Eingehängte Decke (einfache Ausführung)	Eingehängte Decke (optimierte Ausführung)
<b>Schnittzeichnung</b>			
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die geringere Höhe der Außenwand im Untergeschoss zum Transport</li> <li>• einfache Montage der Decke</li> <li>• elementierte Vorfertigung der Decke vereinfacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von preisgünstigen Werkstoffen</li> <li>• die Setzungen im Bereich des Geschossstoßes sind beseitigt</li> <li>• die Luftdichtung ist sehr einfach herzustellen, Nachbesserungen sind möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteile wie bei einfacher Ausführung</li> <li>• der Anschluss ist bei sichtbarer Holzbalkendecke sehr gut geeignet</li> </ul>
<b>planerisch ist zu beachten (Nachteile)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Luftdichtung ist sehr aufwändig herzustellen (siehe Abb. F2.3)</li> <li>• bei Leckagen in der Luftdichtung ist eine Nachbesserung kaum möglich</li> <li>• die gestapelte Höhe der Konstruktionshölzer ist beträchtlich, übergroße Setzungen müssen insbesondere bei einer WDVS-Fassade zwingend vermieden werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Setzungen der Innenwände müssen reduziert werden, da sonst die Decke durchhängen könnte</li> <li>• der Schallschutz ist über den Nebenweg der Außenwand untauglich, Verbesserung können Installationsebenen bringen</li> <li>• gleiches gilt für den Brand- / Rauchschutz</li> <li>• für den Deckenbalkenanschluss sind Verbinder mit Zulassung erforderlich (Durchnagelung der OSB-Platte)</li> <li>• die Höhe der Außenwand zum Transport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Setzungen der Innenwände müssen reduziert werden, da sonst die Decke durchhängen könnte</li> <li>• der Schallschutz ist über den Nebenweg der Außenwand zu beachten, Verbesserung können Installationsebenen bringen</li> <li>• zur Vermeidung von Fugen (Rauchschutz und Verbesserung Schallschutz) sollte die Deckenbeplankung luftdicht zur Außenwand angeschlossen werden</li> <li>• die Höhe der Außenwand zum Transport</li> </ul>

Tab. F2.1 Details einer Geschossdecke im Holzrahmenbau

**Typische Fehler bei der Ausbildung des Geschossstoßes**

Abb. F2.2 zeigt wie es nicht gemacht wird. Welches sind typische Fehler, die immer wieder gemacht werden?

1. Die Kopfdämmung fehlt!  
 Wird der Randbalken der Geschossdecke nach außen gesetzt, so ist die Innenseite des Randbalkens in der Kaltzone, Kondensat entsteht.
2. Luftdichtung fehlt!  
 Die Ausbildung einer sicheren Luftdichtung bei einer aufliegenden Decke ist kompliziert, muss aber während der Deckenmontage unbedingt vorbereitet werden (vgl. Abb. F2.3).
3. Die Setzungen sind zu groß!  
 In diesem Detail werden über 40 cm Holz aufgeschichtet. Auch technisch getrocknetes Holz schwindet erheblich. Die Holzfeuchte ↑ kann sich um bis zu 10% reduzieren. Dies ergibt ein Schwundmaß von mindestens 10 mm. Dazu kommen Krümmungen und Verdrehungen und damit klaffende Fugen zwischen den Vollhölzern. Setzungen in diesem Umfang sind für die Fassadenkonstruktion sehr riskant, insbesondere bei Wärmedämm-Verbundsystemen.
4. Die statische Verbindung fehlt!  
 Die Wandscheiben müssen jeweils mit der Deckenscheibe verbunden werden.

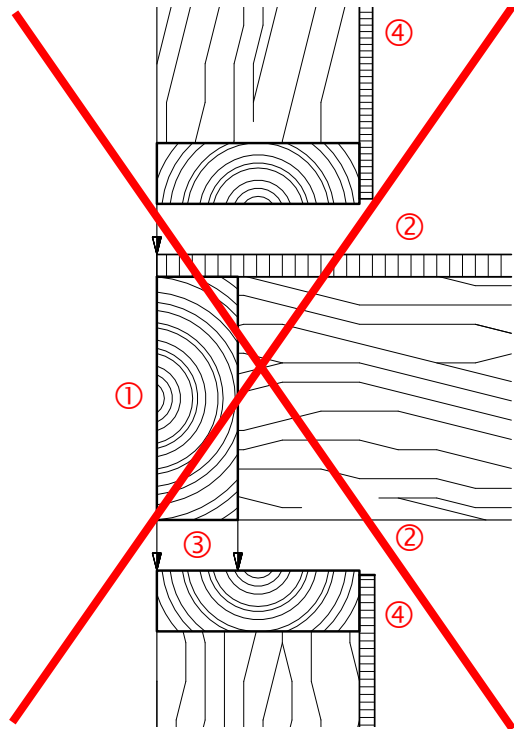


Abb. F2.2  
 Falscher Geschossstoß – welche Fehler werden häufig gemacht?

**Standardkonstruktion der aufliegende Decke**

Abb. F2.3 zeigt das standardmäßige Detail einer aufliegenden Geschossdecke. Welches sind die Gründe für den Einsatz der verschiedenen Anschlusselemente?

1. Die Kopfdämmung „schiebt“ den Randbalken in die wärmere Zone.
2. Das Rähm der Untergeschosswand wird aus BS-Holz gefertigt (trocken, formstabil und überträgt statisch die normalen Wandöffnungen).
3. Randbalken aus Furnierschichtholz (trocken, formstabil)
4. Die diffusionsoffene (!) Luftdichtungsbahn verbindet die Innenbeplankung der Unter- und Obergeschosswand.  
 Achtung: Möglichst lange Bahn verwenden, alle Überlappungen verkleben.
5. OSB-Platte (~ 15 mm, mit dem Randbalken als Element vor der Montage verbunden) mit mehreren Funktionen:  
 - Schutz der Luftdichtungsbahn vor Beschädigung bei der Deckenmontage  
 - Verbindung der Wand mit der Decke

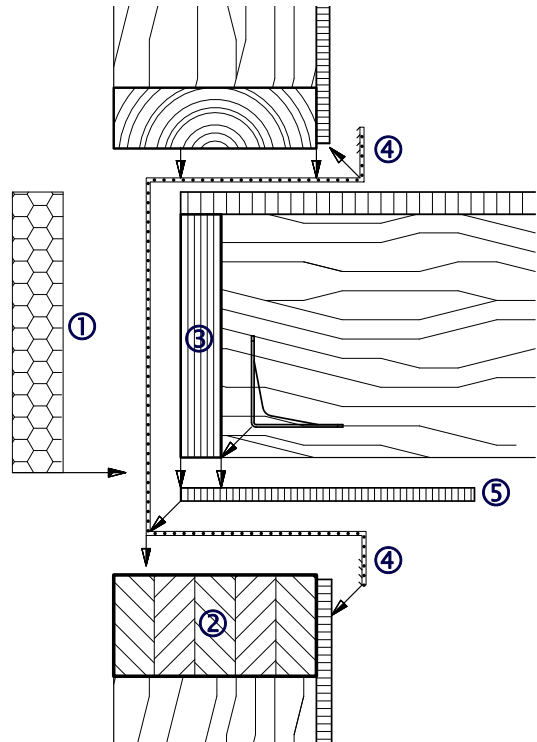
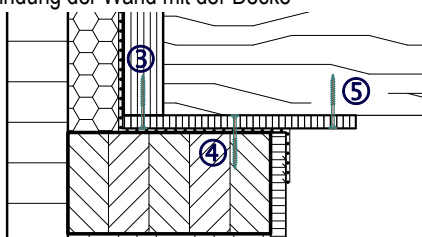


Abb. F2.3  
 Standardkonstruktion für eine aufliegende Geschossdecke.

### Optimierte Konstruktion einer eingehängten Decke

Abb. F2.4 zeigt die optimierte Konstruktion einer eingehängten Decke. Aus dem Detail ist auf den ersten Blick zu erkennen, dass der Aufwand für die Vorfertigung beträchtlich steigt. Dennoch sind viele im Holzrahmenbau erfahrene Zimmereien zu vergleichbaren Lösungen übergegangen. Die Sicherstellung der Luftdichtung an diesem sensiblen Detailpunkt und der setzungssichere Geschossübergang sind schlagende Argumente im Sinne der Qualitätssicherung (siehe Tab. F2.1).

1. Der Randbalken der Geschossdecke ist zur Raumseite verschoben, wird in die Luftdichtungsebene eingebunden.
2. Die Wandstiele werden ausgeschnitten und über Bolzen / Schlüsselschrauben mit dem Randbalken verbunden (Verhinderung des Abkippens).
3. Die Verbindungsleiste kann durchlaufend oder zwischen die Wandstiele geschnitten werden. Verbunden wird die aussteifende Wandbeplankung des Untergeschosses mit dem Randbalken und damit zu Geschossdecke.
4. Statt Balkenschuh können Integralverbinder bei einer nach unten sichtbaren Balkenlage verwendet werden.
5. Verklebungen zur Luftdichtung.
6. Einfache Vernagelung der überstehenden Beplankungen zu den Randgurten.
7. Stufenförmige Ausbildung der Obergeschosswand zur einfachen Montage von außen.

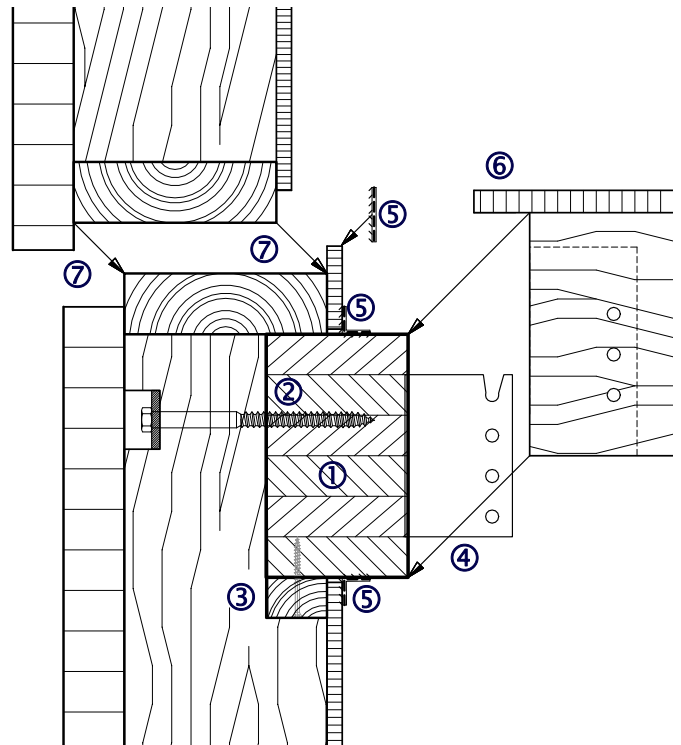


Abb. F2.4  
Optimierte Konstruktion einer eingehängten Geschossdecke

## F3. Fensteranschluss

Nicht weniger wichtig ist für den Holzrahmenbau die Ausführung des Fensteranschlusses. Anders ausgedrückt: Funktioniert der Fensteranschluss nicht, sind Mängel zu erwarten. Konkret geht es in der Mehrzahl um Aufweichungen, die einen Feuchteschaden verursachen.

Das Fenster ist ein sensibler Konstruktionsbereich, quasi die „Sollbruchstelle“ einer Außenwand. Dazu trägt erheblich der „Gewerkebruch“ bei. An dem Fenster arbeiten verschiedene Gewerke:

1. Die Zimmerei liefert die Rohbauwand. Hier sollte der korrekte Fensteranschlag vorbereitet sein.
2. Der Fensterlieferant montiert das Fenster und hat dabei die RAL-Richtlinien [27] zu beachten.
3. Die Fassade wird oft von einem weiteren Betrieb ausgeführt.
4. Als Viertes der Innenausbau aus Luftdichtung und Bekleidung↑.

Welche Fehler werden gemacht?

- Der Auftraggeber vergibt die Leistungen einer Außenwand in mehreren Einzelgewerken (siehe oben). Dadurch ist die Abstimmung erheblich erschwert.
- Die Fensteranschlüsse sind bei der Vergabe der Leistungen nicht korrekt beschrieben.

- Die Bauleitung achtet zu wenig auf den richtigen Ablauf der Leistungen und die korrekte Ausführung der Anschlüsse.

Um die Problematik besser zu veranschaulichen, soll zunächst das „System der Wand“ erläutert werden (Abb. F3.1). Der Zusammenhang ist zunächst trivial.

#### Funktionsschichten der Außenwand

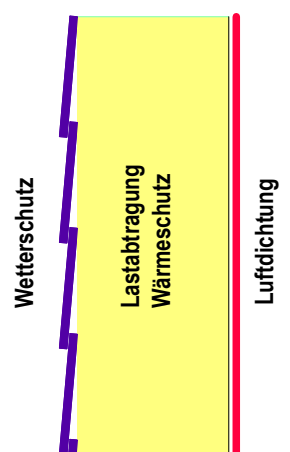


Abb. F3.1

Die Funktionen der Außenwand sind sehr vielfältig. In der Fläche sind die Bauteilschichten sehr einfach herzustellen.

Der „Teufel steckt allerdings im Detail“ und dies gilt insbesondere für den Fensteranschluss.

### Funktionsebenen im Fensterbereich

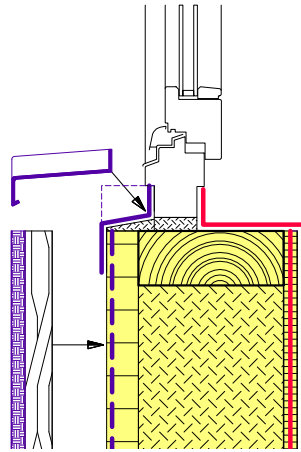


Abb. F3.2  
Um die Funktionsebenen sauber und dauerhaft zum Fenster anzuschließen, sind mehrfach Gewerkewechsel erforderlich.

➔ Eine Garantie für die korrekte Ausführung der Fensteranschlüsse ist nur zu bekommen, wenn Rohbau, Fenster, Fassade und Luftdichtung in der Hand der Zimmerei verbleibt oder eine professionelle Bauleitung durchgeführt wird.

### Witterungsschutz

Häufig erfolgt die bauseitige Montage der Fenster durch ein anderes Gewerk, nachdem der Rohbau durch den Holzbaubetrieb erstellt wurde. Um die Fensterbrüstungen bis zum Einbau der Fenster und Herstellung der Abdichtung zu schützen, sollte ein temporärer Witterungsschutz angeordnet werden. Dieser sollte bereits beim Transport der Elemente angebracht sein.

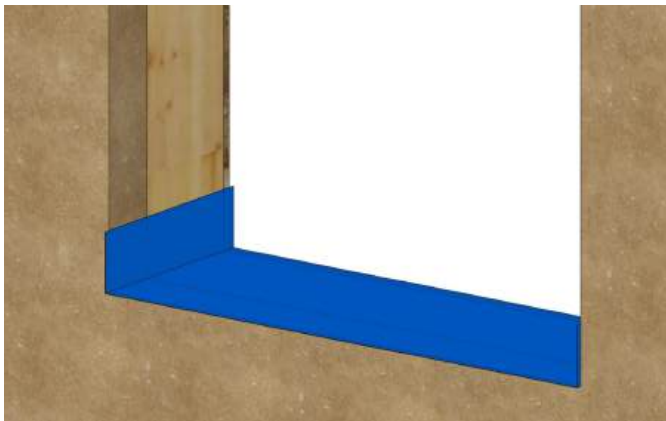


Abb. F3.3 Der temporäre Witterungsschutz sollte zu beiden Seiten mindestens 1 cm überstehen und an beiden Seiten jeweils 10 cm hochgeführt werden.

➔ Der temporäre Witterungsschutz sollte nicht als zweite wasserführende Ebene (Unterfensterbank) verwendet werden, da hier kein Gefälle vorhanden ist und sich das eingesetzte Material als Abdichtung nicht eignet.

Quelle: DHV-Merkblatt „Wasserundurchlässige Ausbildung von Fensterleibungen“

### Brüstungsriegel als definiertes Auflager

Energieeffiziente Fenster mit Dreifachverglasung haben ein hohes Gewicht und sind bei der Montage schwierig zu positionieren. Umso wichtiger ist ein Brüstungsriegel, der präzise auf Höhe gesetzt ist und eine hohe Formstabilität aufweist.



Abb. F3.4  
Modell einer Fensteröffnung mit einem Brüstungsriegel, der ca. 8 mm in den Stiel eingelassen ist.

Bild: Ing.-Büro Meyer

## Brüstungsriegel

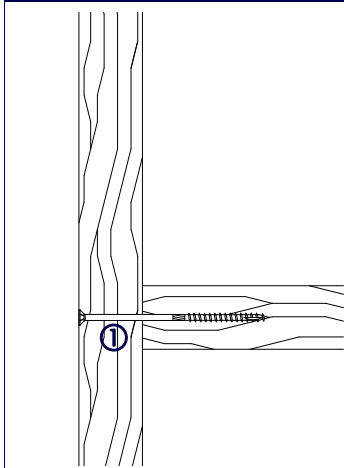


Abb. F3.5 Werden lediglich Schrauben ① zur Befestigung des Brüstungsriegels verwendet, so ist dieser Anschluss recht weich und verschieblich.

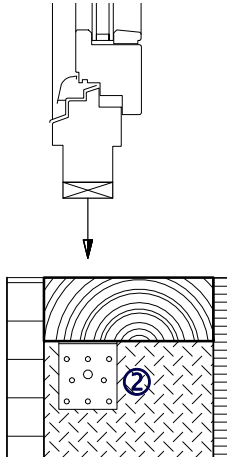


Abb. F3.6 Sodann sollte zur Stabilisierung des Fensterauflagers ein Winkelverbinder ② wegen des hohen Fenstergewichtes und seiner mechanischen Beanspruchung angebracht werden.

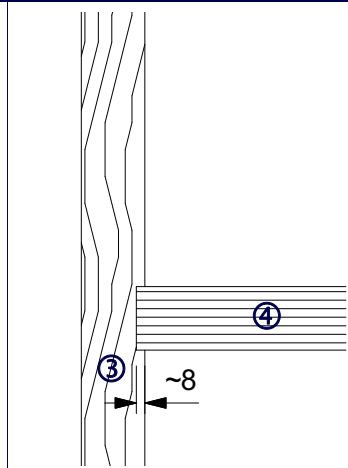


Abb. F3.7 Eine sehr rationelle und dabei sichere und passgenaue Methode ist das Einlassen des Riegels in den seitlichen Stiel ③. Verleimte Hölzer sorgen für ein maßgenaues Fensterauflager ④.

Tab. F3.8 Die Details zeigen Möglichkeiten zur Ausführung des Brüstungsriegels als definiertes und formstabiles Auflager für die Fenstermontage.

## Fensterbrüstung

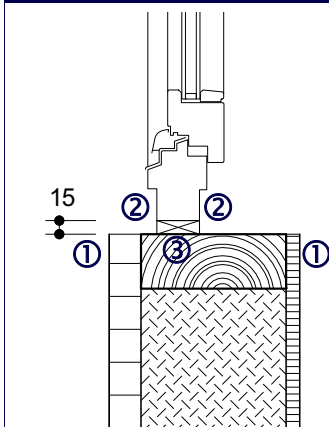


Abb. F3.9 Bei der Herstellung des Rohbaus werden die Außen- und Innenbekleidungen bündig ausgeführt ①. Das Fenster ist innen und außen mit einem Falz ② ausgestattet. Beim Einbau werden unterhalb der vertikalen Rahmenhölzer Auflagerklötze ③ positioniert, um die Eigenlasten des Fensters in die Rohbauwand sicher abzuleiten.

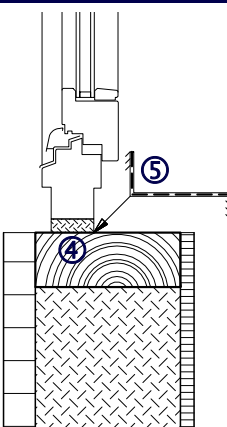


Abb. F3.10 Die Fuge zwischen Fenster und Rohbauwand beträgt auch hier 15 mm und wird mit elastischem Dämmmaterial ④ ausgefüllt (z. B. Faserdämmstoff). Die Luftdichtung / Dampfbremse ⑤ wird zum Fensterbankfalz verklebt.

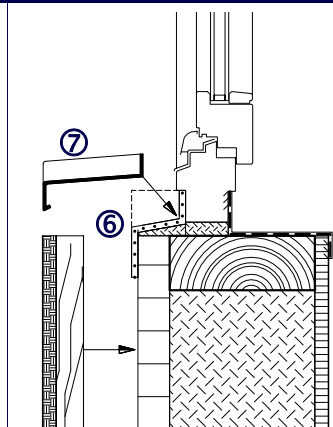
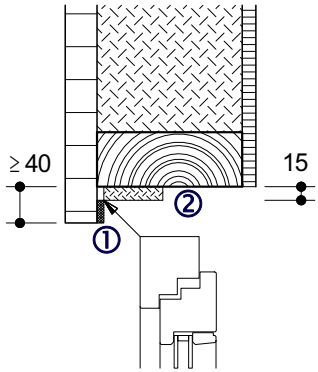
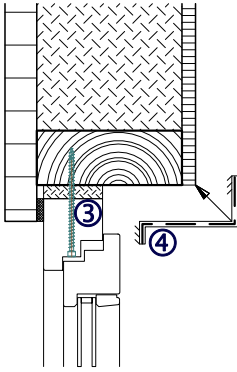
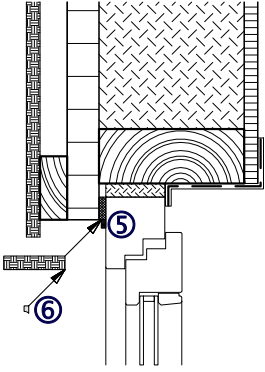
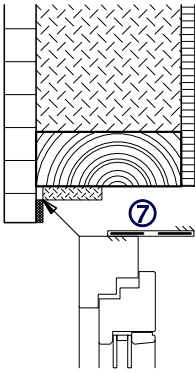
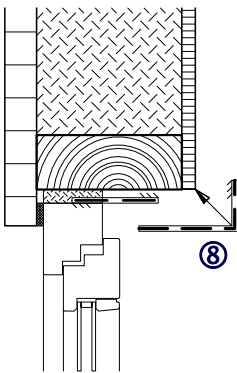
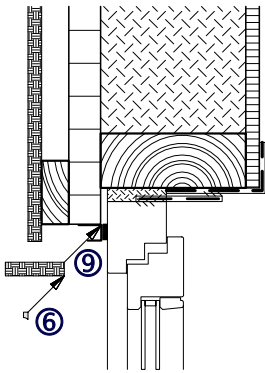


Abb. F3.11 Zur Regensicherheit des Anschlusses auf der Außenseite wird der Brüstungsbereich mit speziellen Anschlussmitteln ⑥ eingedichtet. Achtung: Die Dichtung muss seitlich an den Fensterleibungen wannenförmig hochgeführt werden. Die Fensterbank ⑦ z. B. aus einem Standard-Alu-Profil deckt den äußeren Bereich als Bekleidung ab.

Tab. F3.12 Die Details zeigen einen Vorschlag für den Ablauf der Montage.

Fensterleibung		
		
<p>Abb. F3.13 Bei der Herstellung des Rohbaus wird der Fensteranschlag vorbereitet (<math>\geq 40</math> mm). Das Fenster schließt mit einem Fugendichtband ① (Kompriband) an. Die Fuge zwischen Fenster und Rohbauwand sollte mind. 15 mm betragen. So kann die Fuge mit Dämmmaterial ② sicher ausgefüllt werden.</p>	<p>Abb. F3.14 Die Befestigung des Fensters zum Rohbau erfolgt zwängungsfrei mit Vollgewindeschrauben ③. Die Luftdichtung / Dampfbremse ④ wird zum Fenster geführt.</p>	<p>Abb. F3.15 Die Leibungsbekleidung wird wiederum mit einem Dichtband ⑤ zum Fenster angeschlossen. Damit ist die Dichtigkeit hergestellt. Eine anschließende Naht einer Kunststoffversiegelung ⑥ hat allein gestalterische Funktion.</p>
Alternativen zu den herkömmlichen Montagemethoden		
		
<p>Abb. F3.16 Vor der Fenstermontage wird sehr einfach ein wechselseitig klebendes Anschlussband ⑦ mit Dampfbremsfunktion verwendet.</p>	<p>Abb. F3.17 Die Dampfbremse ⑧ und Luftdichtung ⑧ ist nun sehr einfach an das vorbereitete Anschlussband anzuschließen.</p>	<p>Abb. F3.18 Die Leibungsbekleidung wird in ein vorbereitetes U-Profil ⑨ eingeschoben. Das Profil erfüllt die abdichtende Funktion zum Fenster. Eine anschließende Naht einer Kunststoffversiegelung ⑥ hat allein gestalterische Funktion.</p>

Tab. F3.19 Die Details zeigen Vorschläge für den Ablauf der Montage.

# F4.Dach

## 1. Traufe

### Holzschutz bei Sparrenköpfen

Dachüberstände verringern die Niederschlagsmenge an der Fassade. Das ist positiv. Aber wie ist das Konstruktionsholz  $\uparrow$  an dieser Stelle bezüglich des Holzschutzes zu beurteilen? Auch hier gilt die 60°-Regel (siehe Abbildung C5.6 auf Seite 117). Hölzer, die unter diesem Winkel von Dächern geschützt werden, sind der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 oder GK 1 zuzuordnen (siehe Tabelle C5.7 auf Seite 118).

Das Dach schützt an der Traufe zuverlässig die Sparrenköpfe. Eine stirnseitige Bekleidung  $\uparrow$  schützt den Kopf direkt vor Feuchteaufnahme. Die Dachrinne vergrößert zusätzlich die Schutzfunktion.

Das Risiko eines Befalls mit Holz zerstörenden Pilzen kann zuverlässig ausgeschlossen werden, die Gefahr einer entsprechenden Aufweichung besteht hier nicht (vgl. auch „GK 2 – Wie kann Pilzbefall „unter Dach“ vermieden werden?“ auf Seite 120).

Aber wie ist eine Gefährdung gegenüber Trockenholzinsekten zu bewerten? Die Hintergründe werden auf der Seite 120 dargestellt. Danach kann beim Neubau die Gefährdung durch Insekten sehr einfach ausgeschlossen werden. Ein Befallsrisiko ist allein schon dann nicht gegeben, wenn das heute übliche technisch getrocknete Holz verwendet wird.

Werden Altbauten saniert, sind die Fälle nach Abb. F4.1 und Abb. F4.2 zu unterscheiden. Beim geschlossenen Dachkasten besteht keine Notwendigkeit für einen vorbeugenden chemischen Insektenschutz. Fälle, wonach hier ein Befall die Tragfähigkeit unzulässig beeinträchtigt hätte, sind nicht bekannt. Beim offenen Dachsparren nach Abb. F4.2 gilt der nachfolgend zitierte Absatz aus DIN 68800 Teil 2 im Abschn. 6.1:

„Latten hinter Vorhangfassaden, Dach- und Konterlatten sowie Traufbohlen, ferner Dachschalungen werden der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 zugeordnet. Dies gilt auch für im Freien befindliche Dachbauteile, wenn diese so abgedeckt sind, dass eine unzuträgliche Veränderung des Feuchtegehaltes nicht vorkommen kann.“

→ Danach ist ein chemischer Holzschutz für die Sparrenköpfe nicht notwendig.

Die Bilder Abb. F4.1 und Abb. F4.2 zeigen die Entwässerung der Unterdeckung  $\uparrow$  hinter der Dachrinne und oberhalb des Stirnbrettes über ein Abschlussblech. Diese Lösung ist für flache Dachneigungen  $\uparrow$  sehr wirkungsvoll und dabei kostengünstig.

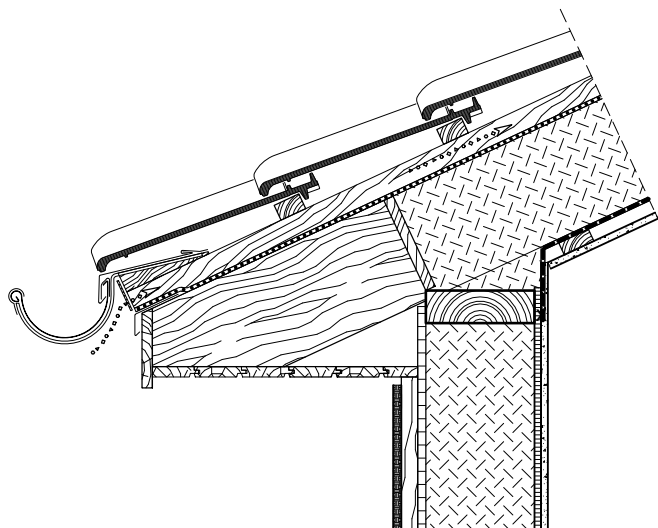


Abb. F4.1 Der geschlossene Dachkasten an der Traufe deckt das Holz ab (z. B. Nut-Feder-Bretter). Hier ist die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 gegeben.

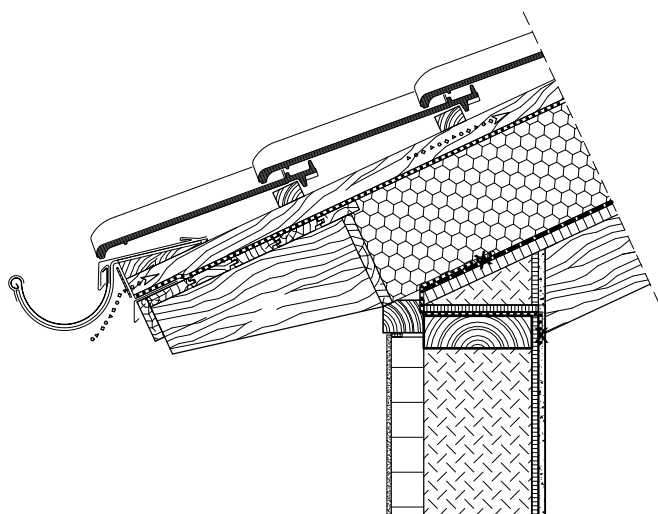


Abb. F4.2 Beim sichtbaren Sparrenkopf an der Traufe ist ein vorbeugender Insektenschutz unnötig, weil technisch getrocknetes Holz verwendet wird.

**Schimmelbildung bei Dachüberständen**

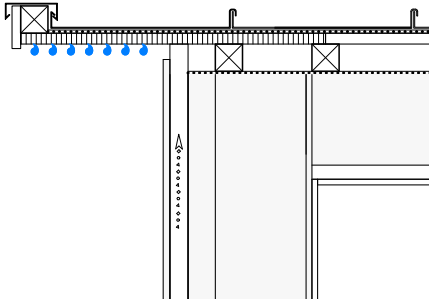
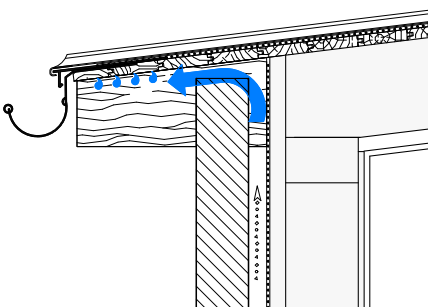
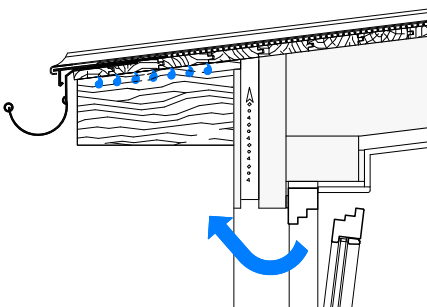
Bei Dachüberständen besteht die Gefahr von Schimmelbildung an Bekleidungen und Sparrenköpfen. Selbst Fachleute unterschätzen das Risiko von erheblicher Kondensatbildung in diesem Bereich. Die Ursachen und Lösungen werden in den Abb. F4.4 bis Abb. F4.6 aufgezeigt.

→ Verstärkt werden können diese Phänomene durch ungeeignete Holzwerkstoffplatten (Holzfaserplatten oder Sperrholz aus z. B. Birke oder Seekiefer). Dazu sind ungeeignete Farbbeschichtungen fördernd.

Was kann die Folge sein? Anhaltende Feuchte kann zu Schimmelpilz- und Algenwachstum führen.



Abb. F4.3 Verschiedene Ursachen können zu einer Schimmelbildung im Bereich von Dachüberständen führen.

Auskühlung „schlanker“ Dächer	Feuchte aus Luftschichten↑ (insbesondere Verblender)	Feuchte aus gekippten Fenstern
		
<p>Abb. F4.4 Die Dachüberstände sollen oft besonders schlank ausgeführt werden, Dämmstoff oder eine Luftschicht ↑ fehlen in dem Aufbau. Die Wärmeabstrahlung nach oben führt dazu, dass die Temperatur an der Unterseite sogar geringer als die Umgebungstemperatur sein kann.</p> <p>→ Kalte Oberflächen bilden Kondensat!  <u>Lösung:</u> Dachüberstände benötigen eine Dämmschicht.</p>	<p>Abb. F4.5 Die Feuchtigkeit aus Fassaden wird „gegen“ die Dachunterseite gelüftet. Besonders hohe Feuchtemengen führen Luftschichten ↑ bei Verblendschalen.</p> <p>→ Verblendschalen nehmen erhebliche Niederschlagsmengen auf und geben diese rückseitig an die Luftschicht ↑ ab. Die Erwärmung der Luftschicht ↑ bewirkt ein Aufsteigen. An der Schalung kann die Feuchtigkeit kondensieren.  <u>Lösung:</u> Eine andere Fassadenbekleidung wählen.</p>	<p>Abb. F4.6 Gekippte Fenster oder Wanddurchgänge von Wrasenabzügen bzw. Lüftungsanlagen können zu höherer Luftfeuchte unter den Dachüberständen führen.</p> <p>→ Warme Luft trägt sehr viel Feuchtigkeit mit sich.  <u>Lösung:</u> Stoßlüftung bei Fenstern (keine gekippten Fenster). Abluftöffnungen über Dach führen.</p>

Tab. F4.7 Bauliche Situationen bei denen Schimmel unterhalb von Dachüberständen entstehen kann. Abhilfe schaffen Dämmebenen oberhalb der Schalungen wie in Abb. F4.8 gezeigt.

## 2. Dachränder Flachdach

Bei einem Dach mit Abdichtung sind die Details sorgfältig zu planen. Gewerke greifen ineinander (z. B. Dachrand, Attika), Gebäudetechnik wird eingebunden (z. B. Dachentwässerung, Lüftung, Solar), die Nutzung wird geplant (z. B. Dachterrassen, Rettungswege).

### Holzbalken

Tragende Konstruktionen mit Holzbalkenlagen gehören zu den typischen Flachdachkonstruktionen. Die Vorzüge sind:

1. Leichte Konstruktion und sofortige Belastbarkeit
2. Kein Feuchteintrag in die Konstruktion, damit keine Trockenzeiten
3. Ausbildung von Dachüberständen ohne Wärmebrücken möglich
4. Geringer Dachaufbau bei integrierter Wärmedämmung

5. Kostengünstige Werkstoffe
6. Luftdichtung und feuchtevariable Dampfbremse↑ von der Raumseite

Das Bauteil wird auf der Seite 38 detailliert vorgestellt. Ein genauer Feuchteschutznachweis↑ ist in jedem Fall notwendig. Ein Gefälle von 3 % ist vorzusehen.

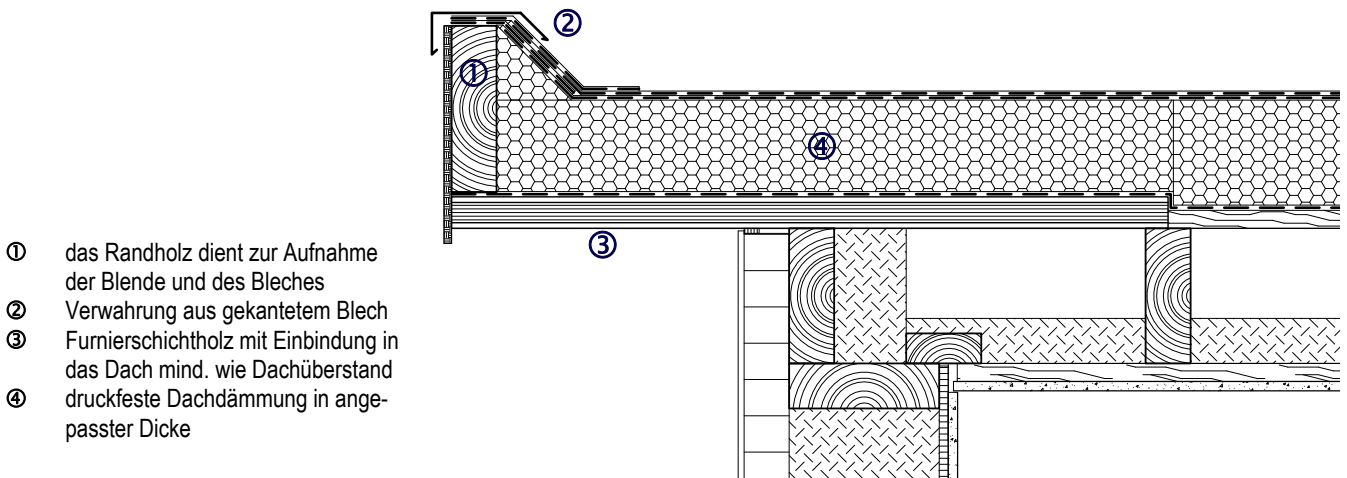


Abb. F4.8 Für ein Flachdach (Typ I, „80/20“) wird hier der Dachrand dargestellt. Soll die Dachkante sehr schlank bleiben, kann mit einer Furnierschichtholzplatte ③ der Überstand tragend hergestellt werden.

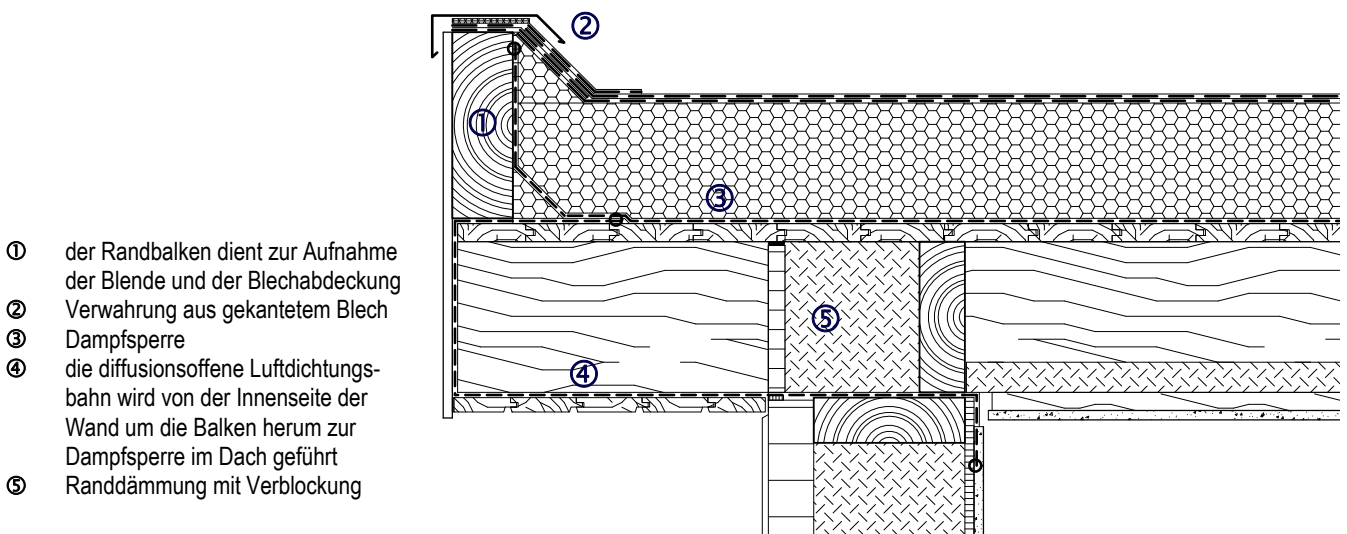


Abb. F4.9 Für ein Flachdach mit aufliegender Dämmung (Typ I) wird hier der Dachüberstand mit ausragender Balkenlage dargestellt. Die Dachkante wirkt durch die große Höhe sehr massiv.

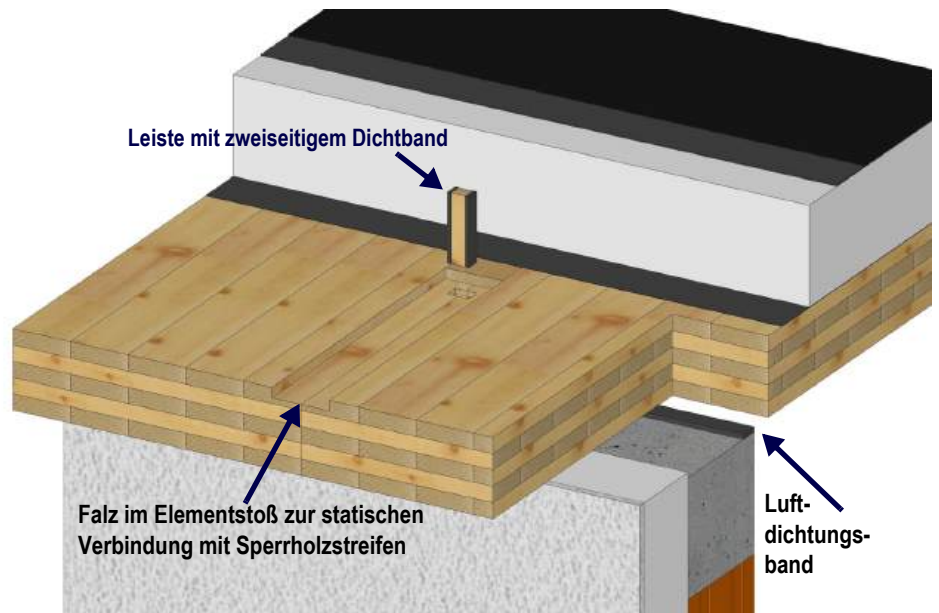
**Holzmassiv**

Decken und flache Dächer werden immer häufiger in Holzmassivbauart durchgeführt. Die Vorteile überzeugen:

1. Hohe Tragfähigkeit bei geringer Konstruktionshöhe
2. Rasche Verlegung, keine Trocknungsphasen
3. Dachabdichtung ↑ am gleichen Tag möglich

4. Keine Hohlräume
5. (Fast) höhengleiche Dachterrasse möglich (siehe Detail Abb. F6.9 auf Seite 243)
6. Einspringende und auskragende Geschosse mit einfachen Anschlussdetails

Abb. F4.10  
 Zum Herstellen der Luftdichtung wird bei Dachüberständen im Bereich des Auflagers die Methode „durch“ angewendet. Im Stoß wird eine Dichtleiste eingefügt



- ① die Holzmassivdecke kann für den Raum sichtbar oder bekleidet ausgeführt werden
- ② die Auflagerung erfolgt sehr effizient auf einer „tragenden“ Installationsebene
- ③ die (nichttragende) Holzrahmenwand wird bis Oberkante Attika gefertigt
- ④ oberer Abschluss z. B. mit zementgebundener Spanplatte
- ⑤ Geländer mit Konsolhalter, Blechverwahrung mit geeigneten Haften

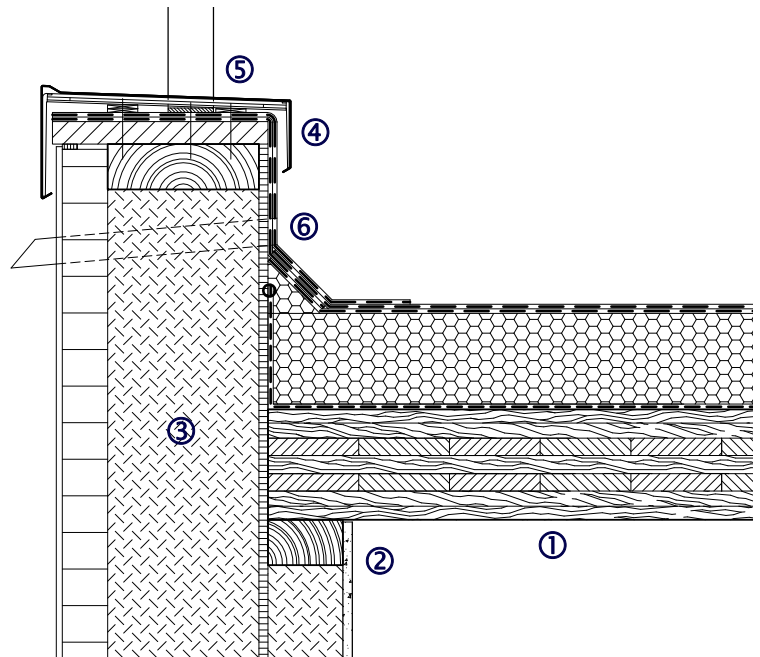
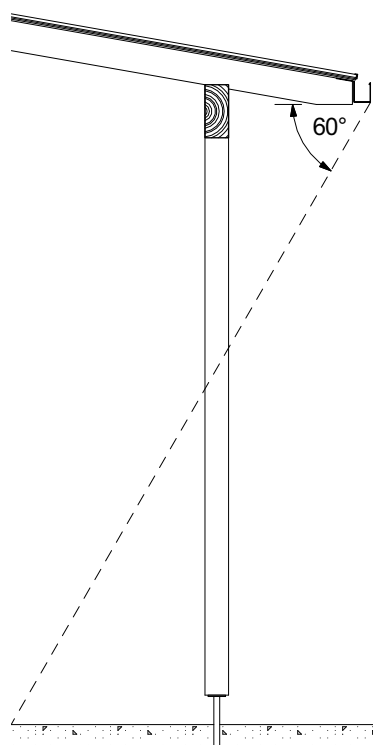


Abb. F4.11 Die Attika stellt den horizontalen Abschluss der Außenwand her, üblicherweise mit einer Blechverwahrung. Das Dach liegt tiefer hinter der Attika. Damit ist das Niederschlagswasser zunächst eingeschlossen und kann nur über innenliegende Abläufe abgeführt werden. Ggf ist ein Notablauf ⑥ zu schaffen.

## F5. Vordächer

Was wäre ein Haus ohne Vordächer. Sie bieten Schutz für Hauseingänge, Terrassen und natürlich für den Pkw. Und, das Dach schützt die Holzkonstruktion selbst. Einige Regeln sind zu beachten.

Abb. F5.1 Sparren und Rähm sollen innerhalb des Schutzbereiches, der 60°-Linie bleiben. Sodann ist die Konstruktion der Nutzungsklasse NKL 2 und der Gebrauchsklasse GK 0 bzw. GK 1 zuzuordnen. Wichtig ist, dass auch der Anschluss zwischen Stütze und Rähm deutlich im Schutzbereich liegt. Gleiches gilt für Kopfbänder. Eine Dachrinne darf in der Schutzfunktion berücksichtigt werden.



### → Hinweis:

Die Stützen werden der NKL 3 zugeordnet. Keilgezinktes Bau-schnittholz, Balkenschichtholz (Duobalken®) und Standard-BS-Holz sind hier nicht zulässig. Bitte weiterlesen in [31].

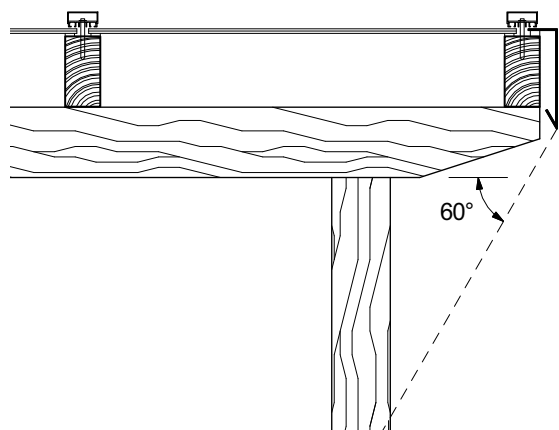


Abb. F5.2 Für die Ortgangeite gelten die gleichen Regeln wie in Abb. F5.1 beschrieben. Ist der Dachüberstand zu gering (60°-Linie), sollten der seitliche Sparren, der Rähmkopf und der Anschluss zur Stütze bekleidet werden.

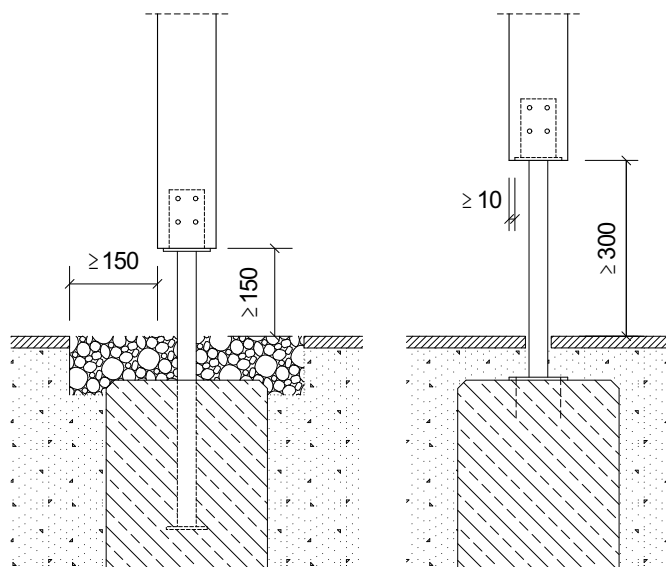


Abb. F5.3 Die Stützen von Vordächern werden als senkrecht Bauteil als Ausnahme der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 zugeordnet (DIN 68800 Teil 2 Abschn. 6.2.2). Damit ist die Holzart Fichte hier zulässig. Allerdings ist der Querschnitt zu begrenzen. Vollholz  $\uparrow$  bis 16/16 cm und BS-Holz (NKL 3 !!) bis 20/20 cm. Gefährdet ist der Fußpunkt der Stütze. In der Abbildung wird gezeigt wie der Bodenabstand geplant werden kann, um einen hinreichenden Spritzwasserschutz zu erreichen (DIN 68800 Teil 2 Abschn. 5.2.1.5). Der Abstand zum Gelände darf auf 150 mm reduziert werden, wenn eine Kiesschüttung (Korngröße 16/32) mit 150 mm Abstand zur Stütze angeordnet wird.

### Stützenfüße

Bei der Auswahl des Stützenfußes wird ganz wesentlich die Dauerhaftigkeit der Stütze bestimmt:

- Der Stützenfuß sollte einen schnellen Wasserablauf ermöglichen.
- Kapillarfugen durch außenliegende Stahlteile sind zu vermeiden.
- Das Hirnholz der Stütze sollte vor Wasseraufnahme  $\uparrow$  geschützt werden, z. B. durch eine Dichtung.
- Die Tragplatte sollte ggf. im Hirnholz versenkt werden.
- Stabdübelbohrungen sollten nur an der wetterabgewandten Seite angeordnet werden. Besser ist eine Verbindung von unten.
- Der Stützenfuß selbst ist einschließlich der Verbindungsmittel mit einem Korrosionsschutz entsprechend der Nutzungsklasse NKL 3 auszurüsten.

Stützenfüße, auch Pfostenträger genannt, müssen in statischer Hinsicht die einwirkenden Kräfte aufnehmen können. Dies sind Druckkräfte, Zugkräfte (Windsog), Einspannmomente sowie seitliche Verschiebung (Lagesicherung).

Stützenfüße, die in Holzkonstruktionen für tragende Holz-Beton-Verbindungen eingesetzt werden, müssen die Anforderung „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ nach der Bauproduktenverordnung erfüllen. Auf dieser Grundlage wird z. B. eine Europäische Technische Bewertung (ETA↑) ausgestellt. Dieses Dokument enthält Bemessungswerte.

Hinsichtlich der Verankerung zum Beton sind zwei grundsätzliche Varianten zu unterscheiden:

- zum Einbetonieren
- zum Aufdübeln

Abb. F5.4  
Dieser U-Pfostenträger ragt über die Kante der Holzstütze hinaus. Niederschlagswasser kann so in großer Menge in die Hirnholzfläche eindringen.



	H-Pfostenträger zum Einbetonieren	T-Pfostenträger zum Einbetonieren	Stützenfuß zum Aufdübeln
	<p style="text-align: center;">Bild: GAH Alberts</p>	<p style="text-align: center;">Bild: Simpson Strong-Tie</p>	<p style="text-align: center;">Bild: Eurotec</p>
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostengünstig</li> <li>• gute Stabilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch als aufdübelbare Variante erhältlich</li> <li>• verdeckte Anschlüsse, Befestigung mit Stabdübeln</li> <li>• höhenverstellbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Abbundarbeiten, Vorbohren oder Fräsen erforderlich</li> <li>• einfache Montage mit Vollgewindeschrauben</li> <li>• höhenverstellbar</li> <li>• Aufnahme zusätzl. Horizontallasten</li> </ul>
<b>planerisch ist zu beachten (Nachteile)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Kontaktfläche zum Holz ist zu begrenzen (Kapillarfuge)</li> <li>• nicht höhenverstellbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fräsarbeiten notwendig</li> <li>• Stabdübel sollten nur einseitig gebohrt und von der witterungsabgewandten Seite aus angebracht werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzquerschnitt mindestens 100 x 100 mm</li> </ul>

Tab. F5.5 Verschiedene Ausführungen von Stützenfüßen

# F6. Terrassen und Balkone

## 1. Balkonkonstruktionen

Balkone sind Tragwerke, die besonderen Bedingungen unterliegen. Sie stehen hier stellvertretend für andere Holzkonstruktionen, die der Bewitterung ausgesetzt sind. Jeder Fachmann weiß, dass konstruktive Fehler zu einem vorzeitigen Verfall des Holzes führen können.

DIN 68800 gibt in Teil 2 keine besonderen Vorgaben, wie die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 3.1 konstruktiv erreicht werden kann. Ersatzweise können Hinweise der Fachregel 02 „Terrassen und Balkone“ von Holzbau Deutschland [2] entnommen werden. Beispiele aus den Fachregeln werden in den folgenden Abbildungen gezeigt.

Abb. F6.1 Am Übergang der Stütze zur Balkenlage des Balkons sollte unbedingt die Stütze ohne Unterbrechung durchlaufen. Der Balken wird mit innenliegenden Metallformteilen angeschlossen, wobei die Schlitzung nach unten offen ist. Der Balken hat einen Abstand von min. 8 mm zur Stütze, um einen Feuchteintrag über eine Kapillarfuge im Kontaktbereich zu vermeiden.

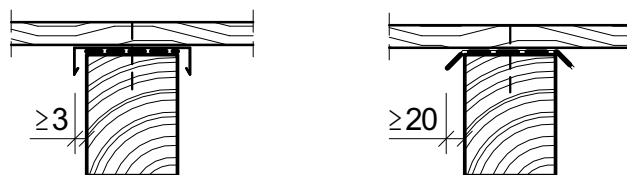
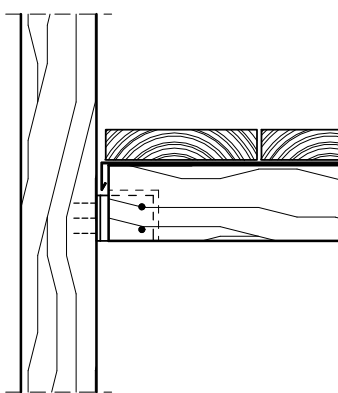


Abb. F6.2 Hölzer, die nicht vertikal stehen, sollen oberseitig abgedeckt werden. Dies kann z. B. mit einer Blechabdeckung auf strukturierter Trennlage  $\uparrow$  (links) oder einer UV-beständigen und min. 1,5 mm dicken Kunststoffbahn erfolgen (rechts).



Abb. F6.3 Stützen werden oberseitig mit Hutelementen abgedeckt. Obere Abdeckungen von Geländern dürfen als Verschleißbauteile (nach Fachregel 02 [2]) ausgeführt werden. Sind dann allerdings als nichttragende Bauteile und leicht demontierbar zu konstruieren.

➔ Für die Stütze und den Stützenfuß gelten die in Abb. F5.3 dargestellten Empfehlungen.

### Geschlossene Balkonkonstruktionen

Wird bei einem Balkon ein Unterboden mit wasserableitender Schicht angeordnet, so spricht man von einer „geschlossenen“ Konstruktion.



Bild: © Sinuswelle / adobe.stock.com

Abb. F6.4 Bei mehr als einer Wohn- und Nutzungseinheit müssen Balkone über Terrassen oder übereinanderliegende Balkone als geschlossene Konstruktion ausgeführt werden.

Für die Ausführung sind folgende Punkte zu beachten.

- Unterboden mit Gefälle 2 %
- Unterboden aus Brettschalung oder Holzwerkstoffplatten, die für eine Verwendung in der Nutzungsklasse NKL 2 zugelassen sind
- Abdichtung des Unterbodens mit wasserableitender, UV-beständiger Abdichtungsbahn, an der Traufe auf ein Traufblech geführt

➔ Werden Bodenbelag und Keilholz als Rost ausgeführt, so ist der Unterboden als tragendes Bauteil  $\uparrow$  zu bemessen.

Durch die Anordnung eines Unterbodens sind Haupt- und Nebenträger der Balkonkonstruktion durch die Abdichtung geschützt. Eine Zuordnung zur Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 ist somit möglich.

Ist das Bauteil nicht auf Insektenbefall kontrollierbar oder wurde kein technisch getrocknetes Holz verwendet, gilt die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 1.

F. Details  
 F6. Terrassen und Balkone  
 1. Balkonkonstruktionen

Um die Fassade bzw. Außenwand im Anschlussbereich des Balkons zu schützen, wird die Abdichtung 150 mm hochgeführt. An der Wand ist sie geeignet zu verwehren. Im Bereich des Türelementes ist die Abdichtung bis zur Regensiene heranzuführen.

Der Belagrost muss einen ausreichenden Abstand zur Wand einhalten, min. 40 mm und max. 60 mm. Wird ein geringerer Abstand gewünscht, so ist ein Metallgitterrost anzuordnen (Abb. F6.5).

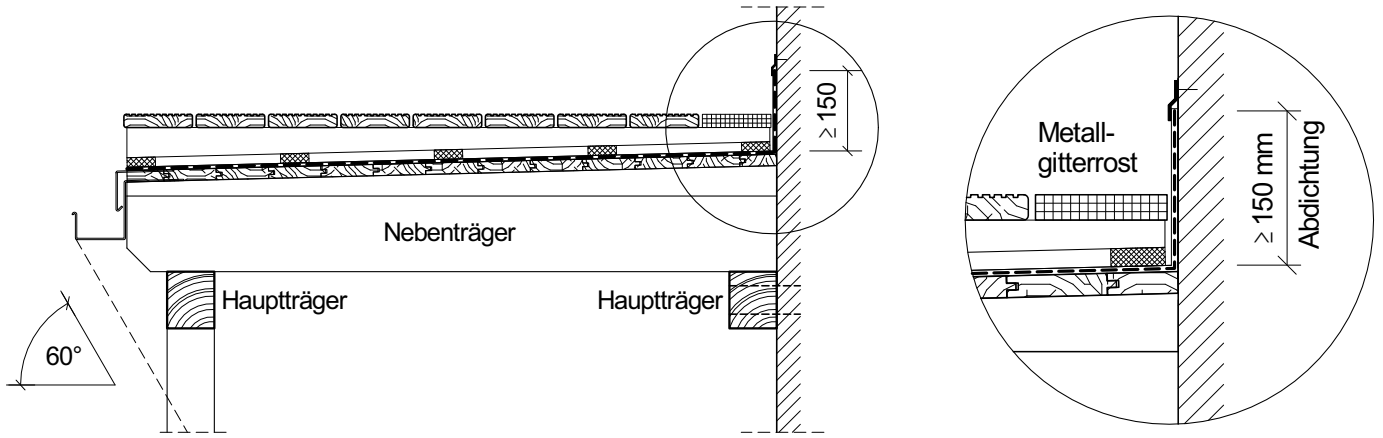


Abb. F6.5 Geschlossener Balkon als Standardkonstruktion mit Wandanschluss und Metallgitterrost. Die Regenrinne schützt den außen liegenden Hauptträger vor Niederschlägen (60°-Linie).

Auf den Wandanschluss kann verzichtet werden, wenn die geschlossene Balkonkonstruktion mit einem Wandabstand von min. 10 mm und max. 20 mm ausgeführt wird. Der Wandabstand des Belagrostes muss min. 20 mm und max. 60 mm betragen (Abb. F6.6).

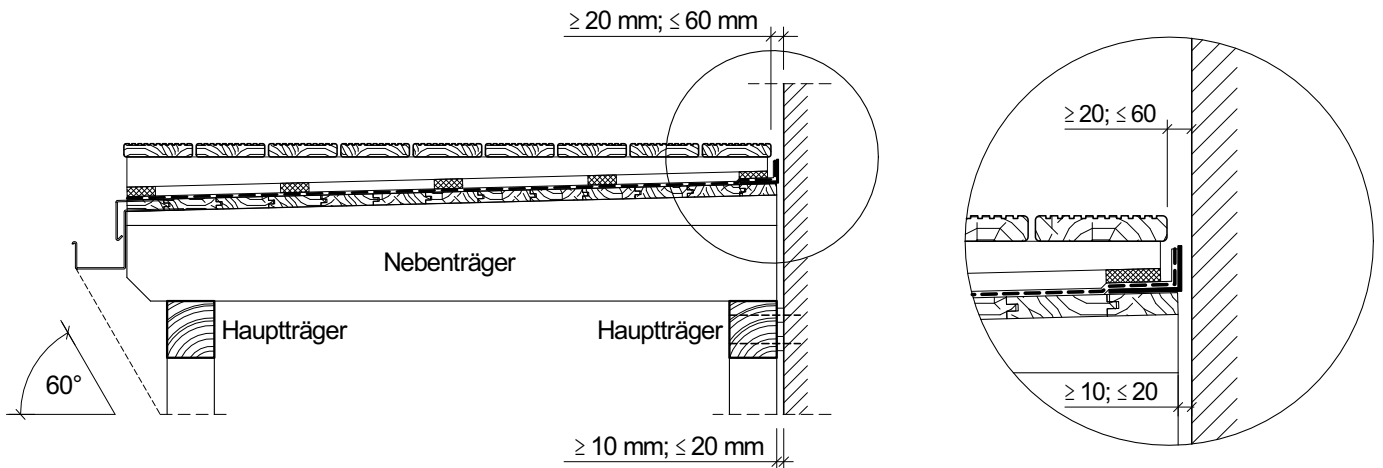


Abb. F6.6 Geschlossener Balkon ohne Wandabdichtung

→ Bei einer Einstufung von Bodenbelag und Keilholz als Verschleißbauteil↑ kann auf Gummi- bzw. Kunststofflager verzichtet werden.

## 2. Staffelgeschoss mit Dachterrasse

Dachterrassen sind modern und hochattraktiv. Gerade in Städten erfolgt die Bebauung in immer engeren Abständen, Freisitze in Dachebene gewinnen an Bedeutung. Wohnungen in den oberen Geschossen sind mit Freisitzen äußerst attraktiv.

Unten werden Details vorgestellt, die mit Vorgaben der Abdichtungsnorm DIN 18531 Teil 1 abgeglichen sind. Das in Abb. F6.7 gezeigte Detail ist als Sonderlösung anzusehen, die mit dem Bauherren vertraglich zu vereinbaren ist. Der Rücksprung der Schiebetür in einen geschützten Bereich ist sinnvoll („60°-Schutzbereich“ nach DIN 68800). Ob das einfache Zurücksetzen ausreicht, um Niederschläge und Flugschnee von der Tür fernzuhalten, ist fraglich. Eine weitere Verbesserung wäre eine Glasüberdachung statt Markise und ein Windschild auf der rechten Seite.

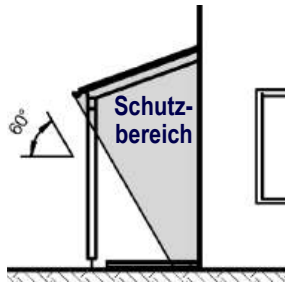


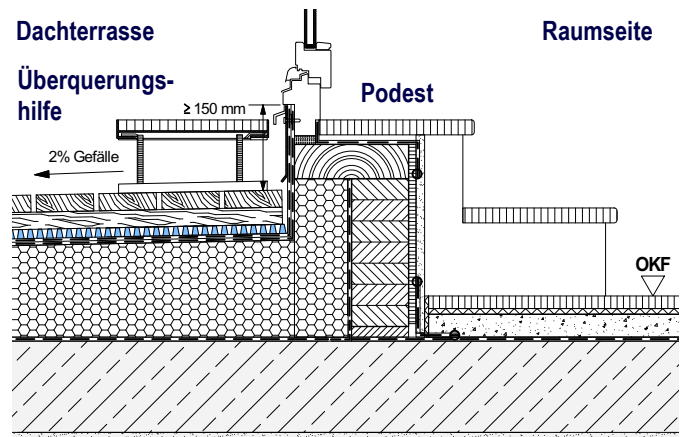
Abb. F6.7 Das Bild zeigt eine wunderschöne Dachterrasse, die den Zusammenhang der Anforderungen aufzeigt. Innenfußboden und Dachterrasse laufen höhengleich durch. Mit der Schiebetür wird ein barrierefreier Zugang zum Freisitz ermöglicht. Allerdings ist diese Lösung mit den Fachregeln nicht ohne Weiteres vereinbar.

→ Hinweis: Die Planken der Dachterrasse müssen mit einer Fläche bis max. 2,5 qm elementiert sein. Grund ist, dass die darunterliegende Dachabdichtung mit geringem Aufwand erreichbar bleiben soll.

### Dachterrasse mit durchlaufender Betondecke

Die Dachterrasse hat ein Grundproblem. Je nach Konstruktion ist mindestens eine Stufe oder sogar ein Podest mit zwei Stufen auf der Raumseite erforderlich (Detail rechts). Dies lässt sich nur vermeiden, wenn die Decke unter der Dachterrasse abgesenkt konstruiert wird. Dies ist in der Holzbauart gut möglich (Abb. F6.9).

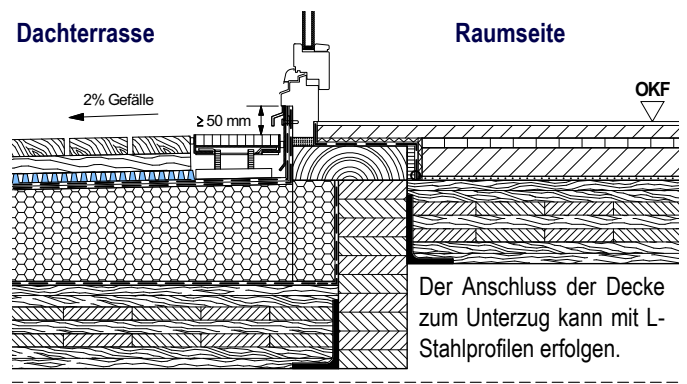
Abb. F6.8 Soll die Dachterrasse bei durchlaufender Decke fachgerecht ausgeführt werden, so ist raumseitig ein Podest mit zwei Stufen erforderlich. Mit Hochleistungsdämmung und Entwässerungsrost an der Fenstertür lässt sich das Podest auf eine Stufe absenken.



### Dachterrasse mit versetzter Decke

Um den Zugang zu einer Dachterrasse komfortabler zu gestalten, ist das Absenken der Decke unter der Dachterrasse unumgänglich. Der Aufwand bleibt überschaubar, wenn die Rohdecke aus Holzmassivelementen hergestellt wird.

Abb. F6.9 Im Bereich der Dachterrasse wird die Geschosdecke tiefergelegt. Dies ist mit einer Holzbaukonstruktion mit Holzmassivelementen sehr gut möglich. Der Unterzug aus BS-Holz nimmt die Deckenlasten auf. Soll der Deckenversatz im unteren Raum kaschiert werden, so wird eine durchlaufende Deckenbekleidung hergestellt.



### Anschluss der Abdichtung bei Terrassentüren

Bei Türen zu Dachterrassen soll sichergestellt werden, dass kein Niederschlagswasser bei Schneematschbildung, Vereisung, Schlagregen, Winddruck oder Wasserstau aufgrund verstopfter Abläufe über die Türschwelle eindringt. Dazu wird in der Fachregel für Abdichtungen des ZVDH (Flachdachrichtlinie) eine Anschlusshöhe der Abdichtung im Türbereich von mindestens 15 cm gefordert. Die Anschlusshöhe bemisst sich ab Oberfläche des Belags (Abb. F6.8), der Kiesschüttung oder der Begrünung. Bei Abdichtungen ohne Belag, Kiesschüttung oder Begrünung gilt die Anschlusshöhe von 15 cm ab Oberfläche der Abdichtung. Die Anschlusshöhe reicht bis zum oberen Ende der Abdichtung oder von Anschlussblechen unter dem Wetterschenkel / Sockelprofil.

Die Anschlusshöhe darf auf 5 cm reduziert werden (Abb. F6.9) unter folgenden Bedingungen:

- Ein einwandfreier Wasserablauf ist zu jeder Zeit sicherzustellen und
- die Spritzwasserbelastung ist zu minimieren.

Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn vor den Türen bzw. bodentiefen Fensterelementen ein rinnenförmiger Entwässerungsrost oder eine vergleichbare Konstruktion eingebaut wird. Bei Belägen ohne Stelzlager ist die Entwässerungsrinne unmittelbar an eine Entwässerung anzuschließen. Ist keine Überdachung vorhanden, so sollten Gitteroste eine Breite von mindestens 15 cm aufweisen (Abb. F6.11).

Auch in der Abdichtungsnorm DIN 18531 Teil 1 werden Anschlusshöhen der Abdichtung im Türbereich von 15 cm bzw. 5 cm bei Anordnung einer Entwässerungsrinne gefordert.

Je nach Landesbauordnung müssen bei Mehrfamilienhäusern eine gewisse Anzahl Wohnungen barrierefrei sein. Wenn diesen Wohnungen Freisitze (Terrasse, Loggia oder Balkon) zugeordnet sind, so müssen diese gemäß DIN 18040-2 barrierefrei nutzbar sein. Das bedeutet, dass Türen zu Freisitzen weder untere Türansläge noch Schwellen haben sollten. Falls technisch unabdingbar dürfen untere Türansläge bzw. Schwellen maximal 2 cm hoch sein.



Abb. F6.10 Holzdielen mit Fugen sind als Belag zu sehen, von dessen Oberkante die Abdichtungshöhe zu bemessen ist. Ein barrierefreier Zugang, wie im Bild zu sehen, stellt immer eine Sonderlösung dar.

Doch nicht nur nach Baurecht sind barrierefreie Zugänge umzusetzen, auch im gehobenen Wohnungsbau besteht häufig der Wunsch nach möglichst schwellenlosen Zugängen. Doch diesen Anforderungen bzw. Wünschen stehen die technischen Regeln zu Abdichtungshöhen entgegen.

Somit gelten barrierefreie Zugänge als Sonderlösungen, die zwischen Planer, Herstellern, Ausführenden und Bauherrn abzustimmen und zu vereinbaren sind. Zusätzlich zur Abdichtung an den Türanschlüssen sind nach Fachregel ZVDH [28] weitere Maßnahmen erforderlich, die je nach Situation auch zu kombinieren sind, z. B.:

- Entwässerungsrost mit unmittelbarem Anschluss an die Entwässerung, ggf. beheizbar
- Türen mit spezieller Abdichtungsfunktion, z. B. Magnetdichtungen und integrierte Wasserkammern mit Ableitung nach außen
- Überdachung als Schlagregen- und Spritzwasserschutz
- zusätzliche Abdichtung im Innenraum mit gesonderter Entwässerung

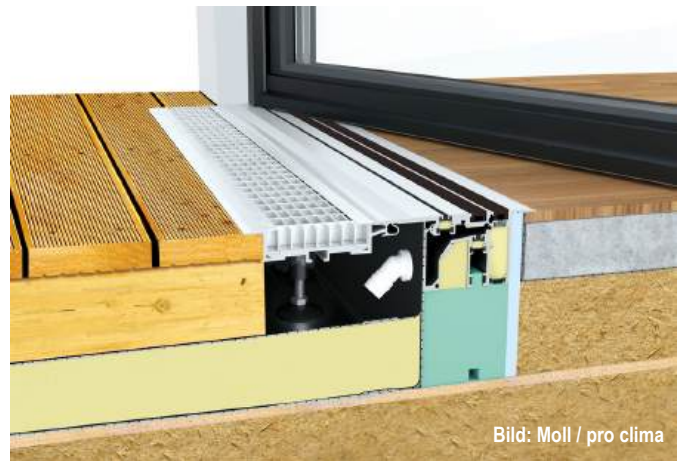


Abb. F6.11 Sonderlösung: Barrierefreier Zugang zu einer Dachterrasse in Holzbauweise durch Einsatz einer Schwelle mit Magnetdichtung und integrierter Entwässerung.

#### Hinweis:

Wird zur Reduzierung der Aufbauhöhe eine Aufdachdämmung mit einer Dämmung der Holzbalkenlage kombiniert, so ist eine feuchtetechnische Bemessung erforderlich. Siehe „unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II)“ auf Seite 38.



Bild: Ing.-Büro Meyer

# G. Fertigung / Arbeitsabläufe

<b>G1. Ausführungsplanung / Werkstattplanung .....</b>	<b>246</b>
<b>G2. Betonsohlplatte .....</b>	<b>249</b>
1. Auflagerung auf Beton .....	249
2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten .....	251
<b>G3. Holzrahmenbau .....</b>	<b>254</b>
1. Güteüberwachung .....	254
2. Vorfertigung Werkhalle .....	256
3. Fertigung Baustelle .....	259
<b>G4. Dachgeschoss .....</b>	<b>261</b>
1. Übergang der Gewerke Mauerwerk / Holzbau .....	261
2. Der Bauablauf .....	263
3. Staffelgeschoss mit vorgesetztem Dach .....	264
4. Auskragendes Dachgeschoss .....	264
5. Bündiges Dachgeschoss .....	265
<b>G5. Aufstockung .....</b>	<b>266</b>
1. Übersicht .....	266
2. Binderdach .....	267
3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig .....	268
4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig .....	269
<b>G6. Anbau .....</b>	<b>270</b>

# G1. Ausführungsplanung / Werkstattplanung

Für den Holzbau spielt die professionelle Werkstattplanung eine entscheidende Rolle. Die effiziente Erstellung eines Gebäudes hängt maßgeblich von der zeichnerischen Vorbereitung des Konstrukteurs ab. Der Zuschnitt des Rahmentragwerkes erfolgt im Vorwege und nicht durch „messen-zeichnen-schneiden“ auf der Baustelle. Der Holzbau funktioniert nicht so wie der klassische Mauerwerksbau. Dort genügt die Ausführungsplanung eines Architekten für die reale Umsetzung.

Im Holzbau ist das anders, weil es um die Vorfertigung geht. Dann werden Elemente in der Werkhalle produziert und an die Baustelle gefahren. Eine Ausführung auf Zuruf, wie es im Mauerwerksbau verbreitet ist, funktioniert im Holzbau nicht. In Tab. G1.1 wird der Unterschied zwischen einer Ausführungsplanung eines Architekten und einer Werkstattplanung durch die Zimmerei deutlich. Die Werkstattplanung der Zimmerei sattelt auf der Ausführungsplanung des Architekten auf. Oft kommt es vor, dass eine Ausführungsplanung „wegrationalisiert“ wird, da vermeintlich die Zimmerei ohnehin eine Werkstattplanung machen müsse. Damit werden jedoch Planungsleistungen und die damit verbundene Haftung delegiert, für die eine ausführende Zimmerei nicht zuständig ist. Eine zusätzliche Vergütung wäre notwendig sowie Haftungsfragen zu klären.

Ausführungsinformation	Ausführungsplanung (Architekt)	Werkstattplanung (Zimmerei)
Maßstab	mind. 1:50, Detailplanung 1:10 / 1:5	
Grund- und Höhenmaße	enthalten	nicht enthalten
Öffnungsmaße		
Tragwerkselemente aus der Statik		
Installationsschächte aus der Haustechnikplanung		
Ausführung Fenster und Verschattung	nicht enthalten	enthalten
Anschlussdetails		
Zuschnitt für das Rahmenwerk		
Elementierung und Montagereihenfolge	nicht enthalten	enthalten
detaillierte Verbindungsmittel		

Tab. G1.1 Die Ausführungsinformationen teilen sich im Holzbau zwischen Ausführungsplanung nach HOAI Leistungsphase 5 und der Werkstattplanung auf.

→ Die Werkstattplanung ist eine umfassende Leistung und muss mit dem Angebot der ausführenden Zimmerei kalkuliert werden.

→ Das Fehlen einer frühzeitigen und kompetenten Ausführungs- und Detailplanung ist immer wieder Ursache für Ausführungsfehler.

→ Der Begriff „Werkstattplanung“ wird in DIN 1052 Teil 11 definiert.

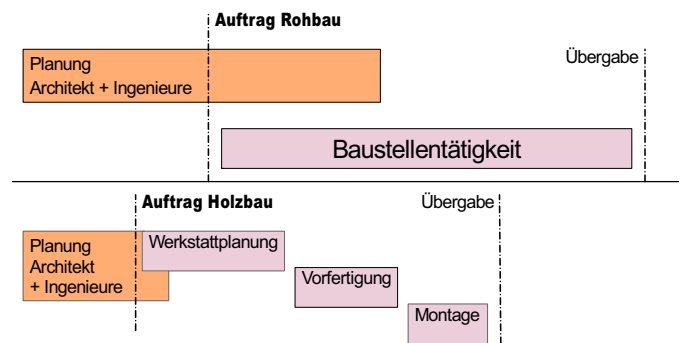


Abb. G1.2 Der aus dem Mauerwerksbau übliche Bauablauf der „baubegleitenden Planung“ ist im Holzbau ungeeignet. Vielmehr sollte der versierte Holzbau-Werkstattplaner in den kompakten Ausführungsplanungsprozess integriert werden. Dazu ist eine frühe Beauftragung des Holzbaubetriebes sinnvoll.

Für eine effiziente Planungsphase ist es ratsam, den ausführenden Betrieb frühzeitig, schon während der Ausführungsplanung, einzubinden. Dies ist für manche Bauherren und Architekten gewöhnungsbedürftig, hat aber entscheidende Vorteile. Mit einer kompetenten Werkstattplanung wird der Architekt und der Tragwerksplaner in seiner Ausführungsplanung beraten. Hierbei sorgt der Holzbaubetrieb im Sinne der Investoren für größere Kostensicherheit. Werden die Planungsleistungen getrennt und nacheinander ausgeführt, kann das eine zeit- und kostenintensive Überarbeitung der Ausführungsplanung notwendig machen.

### Arbeiten nach Checklisten

Die Anforderungen an Gebäude sind heute so hoch, dass es teilweise schwer ist den Überblick zu behalten. Um so wichtiger ist es, den Planungsstand fortlaufend zu dokumentieren, um einen zeitlichen Verzug möglichst frühzeitig zu erkennen. Trotz des verständlichen Wunsches nach schnellem Fertigungsbeginn ist Sorgfalt in der Planung für das hochwertige Endergebnis von größter Bedeutung und letztlich auch zeit-effizient. In die Werkstattplanung fließen große Mengen an Information ein.

Ein Beispiel sei die Planung der Gebäudetechnik:

- Sturzhöhen von Innentüren - der Fußbodenaufbau bemisst sich u. a. nach dem Leitungsmaß, Schellen, Muffen.
- Steigleitungen benötigen ausreichend dimensionierte Installations- und Innenwände.
- Lüftungsleitungen sind innerhalb oder unterhalb der Geschossdecken zu verziehen.
- Wandhalterungen für Sanitärobjekte benötigen Befestigungshölzer an den richtigen Stellen.

→ Zur Durchführung der Werkstattplanung sollte die abschließende Fachplanung der Gebäudetechnik vorliegen.

Wer macht was? Hat die Bauherrschaft alle Aufträge zur Fach- und Detailplanung erteilt? Mithilfe der Checkliste in Tab. G1.3 kann der Planungsstand überprüft werden. Beizeiten kann auf terminliche Notwendigkeiten hingewiesen werden. Die Checkliste kann der Bauherrschaft bei Auftragsannahme mit dem Hinweis auf die notwendigen Informationen übergeben werden.

Informationen zur Werkstattplanung		Status <sup>a</sup>	Bemerkung <sup>b</sup>
Auftragsunterlagen und Ausführungsplanung	Entwurfszeichnungen		
	Baubeschreibung		
	Aufmaß		
	örtliche Begebenheiten		
	Statik		
	Feuchte- / Holzschutz		
	Luftdichtheitskonzept		
	Wärmeschutz / GEG / KfW		
	Fachplanung Hzg./Lüft.		
	Fachplanung Elektro		
	Brandschutz		
	Schallschutz		
	Ausführung Fenster, Verschattung		
Ausführung Fassade			
Fertigung	Sondermaterial, Bestellung		Lieferzeit
	Materiallisten, Bestellung <sup>c</sup>		
	Ladelisten		
	Fertigungsabfolge		
	Elementcheckliste		

Tab. G1.3 Checkliste zur sicheren Werkstattplanung. Die notwendigen Informationen sollen rechtzeitig und verbindlich vorliegen. Im Zuge der Werkstattplanung wird der Informationsfluss anhand dieser Checkliste regelmäßig überprüft. Ziel ist es, die Störfaktoren für den Bauablauf möglichst frühzeitig zu erkennen.

<sup>a</sup> Hier wird eingetragen, welcher Stand des Informationsflusses aktuell besteht. Zum Beispiel: nicht notwendig / angefragt / vorhanden / fertiggestellt / Vorlage beim Kunden / Freigabe erteilt

<sup>b</sup> Hier kann u. a. eingetragen werden, wer sich bis wann um die Fertigstellung kümmert.

<sup>c</sup> Lieferzeiten und Lieferort auf der Bestellliste angeben.

Die Werkstattplanung dient der Arbeitsvorbereitung von Zuschnitt der Konstruktion und in der Vorfertigung der Holzbau-Elemente. Dementsprechend weisen die Pläne eine hohe Detailtiefe auf. Die Erfordernisse der anderen Gewerke wie Aussparungen, Durchdringungen oder andere Unregelmäßigkeiten sollten berücksichtigt sein, um spätere Arbeiten auf der Baustelle zu minimieren. Bei vorgefertigten Elementen ist ein Nacharbeiten nur mit größerem Aufwand möglich. Überstände und Versätze der einzelnen Bauteilschichten betragen häufig nur wenige Zentimeter. Um bei dieser Detailtiefe den Überblick zu behalten, können die Konturen der einzelnen Bauteilschichten und ihre Vermaßungen in den Konstruktionsprogrammen farbig belegt werden (Abb. G1.4).

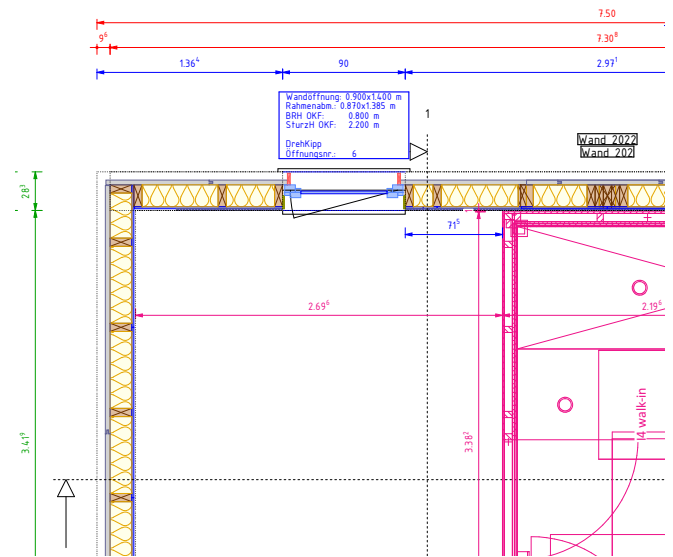


Abb. G1.4 Grundriss eines Erdgeschosses als Ausschnitt aus einer Planung zum Holzrahmenbau, Bild: Holzbau Gehrmann GmbH

➔ Sonderbauteile aus den Tragwerksnachweisen müssen in die Werkstattplanung integriert werden.

In dem folgenden Beispiel geht es um die Geschosshöhen. Hier bestehen immer wieder Abweichungen, die am Ende zulasten der lichten Raumhöhe gehen können. Bauherren reklamieren dies zu Recht.

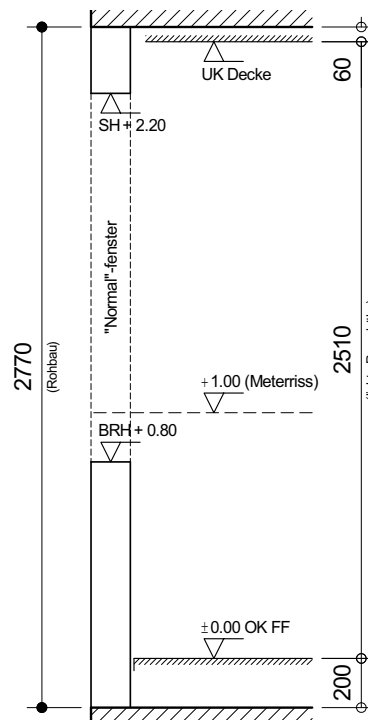


Abb. G1.5 Abfrage der Geschosshöhen als Schnittzeichnung zur Vorlage der Höhen im Holzrahmenbau bei der Bauherrschaft (Beispiel bau incl. Meterriss als Erdgeschoss)

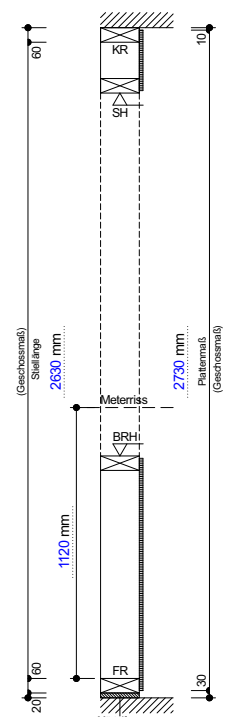


Abb. G1.6 Umsetzung der Höhen im Holzrahmenbau bei der Bauherrschaft (Beispiel bau incl. Meterriss als Erdgeschoss)

### Vorplanung und Arbeitsvorbereitung (Werkstattplanung)

Die vorgefertigte Bauweise mit großformatigen Elementen ist erstrebenswert. Es hat sich bewährt die Wände in der Werkhalle geschützt zu fertigen, um diese in einem hohen Tempo an der Baustelle montieren zu können.

Eine große Anzahl von Betrieben des Zimmererhandwerks hat sich seit den 1990er Jahren auf die Vorelementierung von Wänden eingestellt. Dies hat Anforderungen an die personelle und betriebliche Ausstattung:

- computergestützte Simulation der Gebäudegeometrie (Abundprogramm, CAD)
- Klärung aller Details
- statisch einwandfreie Konstruktion
- Verwendung standardisierter Werkstoffe
- millimetergenauer Zuschnitt der Rahmenwerke (CAM-Abbund)
- großflächige Wandelementfertigung
- Lagerung der Elemente und Transport
- Baustellenabläufe zur rationellen Kranmontage

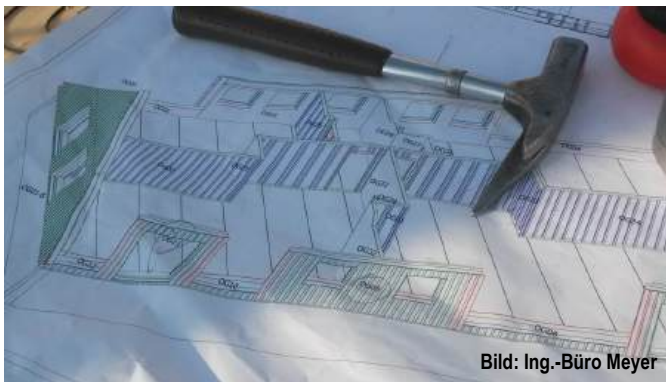


Abb. G1.7 Das Zimmererhandwerk arbeitet heute in weiten Teilen mit moderner CAD-Technik. Die geometrische und konstruktive Simulation erfasst alle Details des Rohbaus. Im Bild ein Montageplan mit Nummerierung der Elemente.

Das Vordenken aller Details erfordert eine konzentrierte Arbeitsvorbereitung. Es benötigt Vorlaufzeit, um alle notwendigen Klärungen mit der Bauherrschaft, den Architekten, Statikern und ggf. Fachingenieuren herbeizuführen. Zum Gelingen ist „Interpretation“ der Planungsvorgaben notwendig. Man kann nicht davon ausgehen, dass eine holzbaukonforme Planung geliefert wird. Dabei ist oft fraglich, ob sich die Bauherrschaft überhaupt frühzeitig für einen Holzrahmenbau entschieden hat und dies überhaupt zur Grundlage der Architektenplanung stand.

➔ Viele Planer kennen sich mit den Konstruktionen des Holzbaus wenig aus. Der Zimmerer ist gefordert, die Detailklärungen herbeizuführen.

Die Vorfertigung kann in 4 Stufen gegliedert werden:

1. Rahmenwerk mit aussteifender Beplankung↑ (oft die innere OSB)
2. gegenüberliegende zweite Bekleidungsseite (oft die äußeren Holzfaser-Dämmplatten)
3. Einbau der Fenster
4. Ausführung der Fassade so weit möglich

### Der Vorfertigungsgrad

Die Vorfertigung wird in weiten Teilen des Zimmererhandwerks als Notwendigkeit angesehen. Dies sagt allerdings noch nichts über deren Wirtschaftlichkeit für den Betrieb aus. Dabei sind verschiedene Aspekte zu betrachten und für den eigenen Betrieb individuell zu bewerten.

- Rahmenwerk und OSB-Beplankung↑ lassen sich bereits bei geringer Werkhallenausstattung realisieren „Vorfertigungs-Stufe 1“.
- Die Grundkosten aus Rahmenstabilisierung, Lkw-Transport und Kranmontage lassen sich allerdings besser umrechnen, wenn ein höherer Vorfertigungsgrad angestrebt wird.
- Bei größerer Entfernung des Betriebes zur Baustelle gewinnt ein höherer Vorfertigungsgrad an Wirtschaftlichkeit.
- Je schwieriger die Zugänglichkeit der Baustelle (z. B. rückwärtige Bebauungen, Aufstockungen in Stadtzentren) desto höher die Grundkosten.
- Ein höherer Vorfertigungsgrad in den „Stufen 2 bis 4“ erfordert einen größeren zeitlichen Aufwand in der Werkstattplanung und eine bessere Werkhallenausstattung.
- Wird der Grad der Vorfertigung erhöht, so sind die Abläufe in der Fertigung idealerweise zu takten und zu optimieren.
- Bei höherer Investition in die Ausstattung ist eine höhere Auslastung der Fertigung anzustreben. Vertriebliche Aktivitäten nehmen sodann an Bedeutung zu.

➔ Die betrieblichen Voraussetzungen für die vorgefertigte Wandproduktion sind deutlich größer als für die typischen Dacharbeiten.

Aus den genannten Aspekten sucht jeder Betrieb den sinnvollsten Weg beim Fertigungsgrad (Stufe 1 bis 4). Dies kann von Baustelle zu Baustelle durchaus variieren, weil die baulichen Gegebenheiten eine große Rolle spielen können. Ein grundsätzlich „Richtig“ oder „Falsch“ kann es bei der Beurteilung des passenden Vorfertigungsgrades nicht geben.



Abb. G1.8 Das Fertigen des Rahmenwerks mit OSB-Beplankung ist relativ einfach. Allerdings ist die im Element „gespeicherte Arbeitszeit“ dabei recht gering. Die Grundkosten der Elementierung sowie dem Handling, der Logistik und der Kranmontage fallen unabhängig vom Vorfertigungsgrad an, lassen sich bei der „Stufe 1“ weniger gut umrechnen.

# G2. Betonsohlplatte

## 1. Auflagerung auf Beton

### Maßtoleranzen

Von großer Bedeutung ist im Holzbau der korrekte Anschluss im Bereich des Sockels. Darum sollen hier mit einer Detailserie besonders genaue Vorschläge zur Konstruktion gemacht werden.

Wird bei der Vergabe von Bauleistungen die Bodenplatte/Keller vom Holzbau getrennt, so treffen zwei „Welten“ der Maßtoleranzen aufeinander. Im Mauerwerksbau liegen die Toleranzen im Zentimeterbereich, während es bei der Montage von vorgefertigten Holzkonstruktionen auf eine Millimetergenauigkeit ankommt. Wird für die Betonarbeiten bezüglich der Maßtoleranzen nichts weiter vereinbart, gelten die Grenzwerte nach DIN 18202 „Maßtoleranzen im Hochbau“ (siehe Tab. G2.1).

Bei einem gewöhnlichen Einfamilienhaus dürften die Höhen von Ecke zu Ecke um 3 Zentimeter abweichen, dazwischen Krümmungen von 2 Zentimeter sein (Tab. G2.1, 1. Zeile), die Längen um  $\pm 2$  Zentimeter variieren (Tab. G2.2) und das Ganze noch fast 2 Zentimeter aus dem Winkel sein.

➔ Die Maßtoleranzen nach DIN 18202 sind für das Maurerhandwerk gemacht, nicht aber für das Zimmererhandwerk mit vorgefertigten Elementen!

### Ungenau Bodenplatte

Ist vertraglich an der geschilderten Situation nichts zu ändern, wird eine entsprechende Toleranzfuge ausgeführt. Vor Montagebeginn wird der höchste Punkt der Bodenplatte ermittelt. Die Unterkante der Schwelle wird dann mindestens 15 mm höher angeordnet.

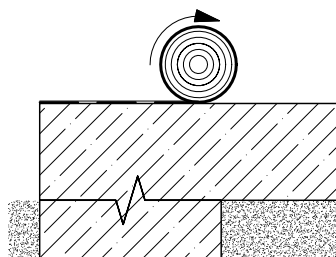


Abb. G2.3  
Auf der Bodenplatte wird auf ganzer Fläche eine Abdichtung nach DIN 18533-2 verlegt, als Sperre gegen aufsteigende Feuchte. Ausführung: z. B. Bitumen-Schweißbahn G 200 S4.

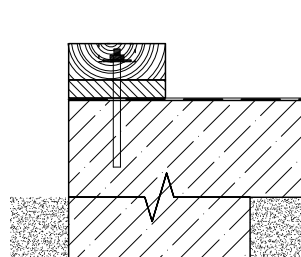


Abb. G2.4  
Eine Montageschwelle (KVH® DGL-Kernholz ↑) wird auf ausgehöhten Auflagerklötzen verlegt und in gesenkten Bohrlöchern verdübelt. Der Dübel sichert die Wand gegen Verschieben (Randabstände beachten).

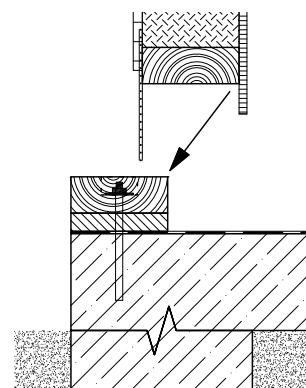


Abb. G2.5  
Die innere OSB-Platte des vorgefertigten Wandelementes steht min. 3 cm über, dient als Anschlag und wird an der Montageschwelle kraftschlüssig befestigt.

Messpunkte Abstand (m)	bis 0,1	bis 1,0	bis 4,0	bis 10	bis 15
Nichtflächenfertige Oberseiten	10	15	20	25	30
Nichtflächenfertige Oberseiten mit erhöhten Anforderungen	5	8	12	15	20
Flächenfertige Böden	2	4	10	12	15
Flächenfertige Böden mit erhöhten Anforderungen	1	3	9	12	15

Tab. G2.1 Angegeben sind die zulässigen Stichmaße für Ebenheitsabweichungen als Grenzwerte (mm) nach DIN 18202.

Messpunkte Abstand (m)	≤ 1	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 15
Maße im Grundriss	± 10	± 12	± 16	± 20

Tab. G2.2 Angegeben sind die zulässigen Maßabweichungen im Grundriss als Grenzwerte (mm) nach DIN 18202.



Bild: James Hardie Europe GmbH / Fermacell

Abb. G2.6 Nach der Wandmontage wird die Fuge zur Bodenplatte vollflächig mit Quellmörtel (!) verfüllt.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.7 Die Fuge unter der Schwelle nach dem Verfugen mit Quellmörtel

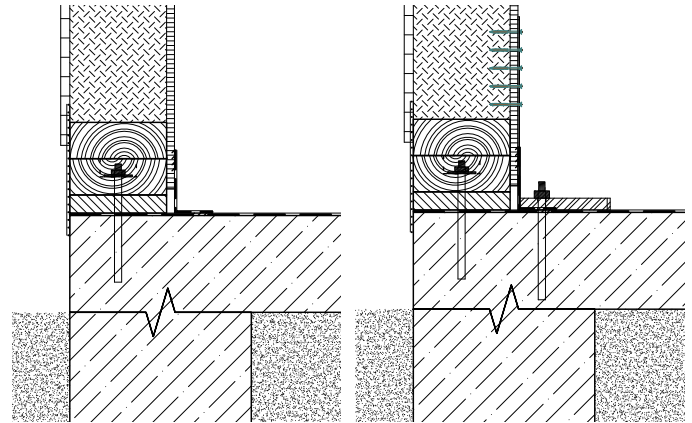


Abb. G2.8

Auf der Innenseite erfolgt eine Luftdichtung mit geeignetem Kartuschenkleber und einem hoch belastbarer Zuganker. Streifen einer Dampfbremsbahn. In der Außenansicht ist der Übergang der Wandstiel (Größe, Anzahl und Unterdeckplatte mit einer robusten Position nach Statik) und diffusionsoffenen Fassadebahn (Schleppschürze) vorbereitet.

Abb. G2.9

Der Holzrahmenbau ist eine leichte Bauart. So muss auf der Innenseite montiert werden, befestigt im Außen ist der Übergang der Wandstiel (Größe, Anzahl und Unterdeckplatte mit einer robusten Position nach Statik).

→ Die geschilderte Art der Schwellenmontage ist nur eine denkbare Lösung. Der Material- und Zeitaufwand ist hierbei allerdings enorm. Deutlich wirtschaftlicher ist das Herstellen einer maßgenauen Bodenplatte.

### Innenwände auf der Betonplatte

Meistens werden die Betonbodenplatten zur Mitte überhöht. So empfiehlt es sich bei vorgefertigten Innenwänden die Höhe um ca. 3 cm zu reduzieren. Das lässt sich auch bei der maßgenauen Bodenplatte nicht vermeiden, denn die erhöhte Genauigkeit bezieht sich allein auf die Auflagerung der Außenwände.

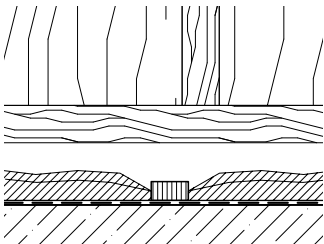


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.10 Die Innenwand wird auf ausgehöhte Auflagerklötze gestellt. Die Fuge ist vollflächig zu unterfüttern. Entweder nachträglich ausfüllen, oder mit Mörtelbatzen vor dem Aufsetzen der Innenwand erledigen.

Abb. G2.11 Deutlich zu erkennen ist die Qualität einer mit Quellmörtel vollflächig unterfütterten Schwelle. Die lasttragende Doppelstütze hat ein perfektes Auflager. Ebenfalls ist der Rauch- und Schallschutz von Raum zu Raum gewährleistet.

### Ausgleich der Ungenauigkeiten in der Betonplatte

Die Doppelschwelle (Abb. G2.12) bietet keinen wesentlichen Vorteil. Anschlagwinkel und Auflagerböcke ergeben mindestens die gleiche Genauigkeit (Abb. G2.13). Wird mit Frischmörtelbatzen wie in Abb. G2.10 angedeutet gearbeitet, entfällt das mühsame nachträgliche Unterfüllen.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.12 Bei dieser Montageschwelle bestehen unterseitig Fugen im Bereich von 5 bis 10 mm. Es ist nicht möglich diese mit Mörtel nachträglich auf ganzer Breite zu unterfüttern. Fehlt die vollflächige Auflage, ergeben sich Setzungen des Gebäudes.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.13 Dieser Aufbau kommt ohne Doppelschwelle aus. Das Wandelement wird auf die vorbereiteten Winkelanschlüsse sowie den vorab ausgehöhten Auflagern gesetzt. Bei der Montage wird in Frischmörtel aufgesetzt.

## 2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten

In Tab. G2.14 wird anhand der Bildfolge dargestellt, dass übliche Verfahren des Betonbaus kaum zu den Genauigkeitsanforderungen des Holzbau passen. Der Betonunterbau passt i. d. R. nicht zum elementierten Bauen. Schließlich soll der Holzrahmenbau zum Erreichen eines schnellen Baufortschritts schon vor Fertigstellung des Betonunterbaus bereits vorgefertigt werden. Außerdem erfolgt die Werkstattplanung für die Elementierung auf Grundlage des Entwurfes und nicht etwa nach einem Aufmaß nach dem Betonieren. Selbst in dem Fall führen die Höhenungenauigkeiten zu notwendigen Ausgleichsfugen.

Das mittlere Bild in Tab. G2.14 macht deutlich, dass das oftmals zum Einschalen verwendete Material für eine angemessene Genauigkeit untauglich ist. Somit soll dieser Abschnitt so verstanden werden, dass die Randschalung besser von dem Zimmerer zu erstellen ist, der ebenfalls für den Holzrahmenbau verantwortlich ist.

➔ Das Herstellen der Randschalung vor dem Betonieren ist kein höherer Aufwand als das Ausgleichen der typischen Ungenauigkeiten mit einer Montageschwelle wie in Tab. G2.14 rechtes Bild gezeigt (vgl. auch Tab. G2.1 und Tab. G2.2 auf Seite 249).

Streifenfundamente	Sohlplatte	Montageschwelle
		
<p>Vierorts ist es üblich im verdichteten Boden Ausschachtungen für die Streifenfundamente herzustellen. Man spricht dann von einer „Erdschalung“. Diese Vorgehensweise ist im hohen Maße ungenau und verhindert eine Perimeterdämmung, die weit in das Erdreich einbinden kann. Die Ausführung einer Untersohlendämmung würde deutlich weniger wirkungsvoll sein.</p>	<p>Im zweiten Arbeitsschritt wird die Sohlplatte eingeschalt. Bei dem hier verwendeten Material ist es nicht möglich eine für den Holzbau hinreichende Genauigkeit zu erzielen. Die eingesetzten Bohlen sind krumm und verdreht. Die seitlichen Abstützungen können dem Druck beim Betonieren kaum standhalten. Im Ergebnis sind Ungenauigkeiten von mehreren Zentimetern sowohl in der Ebenheit wie auch in den äußeren Abmessungen hinzunehmen.</p>	<p>Die Schwellen des Holzrahmenbaus werden sehr häufig bereits vor der Montage der Wände montiert. Die Ebenheit, Winkligkeit und die Außenmaße dieser Schwellen sollten im Bereich von maximal <math>\pm 5</math> mm verbleiben, um die vorgefertigten Wandelemente passend aufzusetzen. Erkennbar ist, dass die Schwelle einen unterschiedlichen Überstand zum Beton aufweist und unterseitig zu untermörteln ist (kleines Bild). Die Ungenauigkeiten erschweren die fachgerechte Ausbildung des Sockels erheblich (vgl. Abb. G2.6 bis Abb. G2.11 auf Seite 250).</p>

Tab. G2.14 Sollten die Gebäude im Betonfundament wirklich so ungenau begonnen werden? Dass es besser geht, beweisen Zimmerer, die sich mit der Betonschalung befassen. Es gibt eine Menge Potenzial für eine Effizienzsteigerung. (Bilder: Ing.-Büro Meyer)

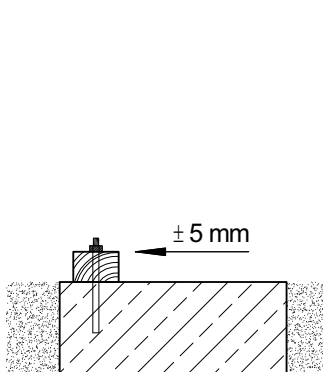
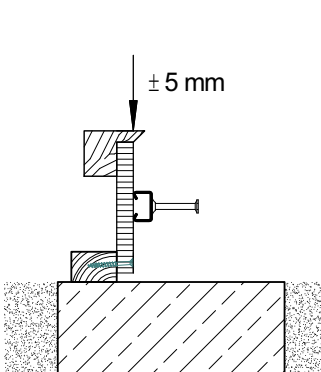
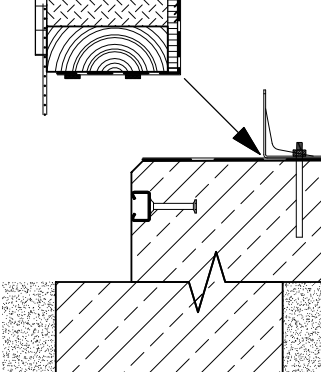
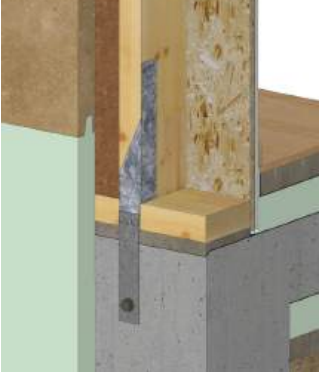
### Genauere Bodenplatten lohnen sich

Es hat sich bewährt, die Erstellung der Bodenplatte nur dann dem Maurerhandwerk zu überlassen, wenn eine Maßtoleranz von  $\pm 5$  mm gewährleistet wird. Allerdings ist dies vertraglich oft nicht sicherzustellen und würde möglicherweise hohe Kosten zur Folge haben. Tab. G2.1 zeigt in den Zeilen 2 bis 4, dass die erforderliche Genauigkeit mit der DIN 18202 nicht zu vereinbaren ist.

Insofern lohnt es sich nach Alternativen zu suchen. Diese könnten in der Anfertigung der Randschalung durch den Zimmerer liegen, der den Holz-

rahmenbau verantwortet. Der hat den Nutzen durch Effizienzsteigerung. Das Herstellen einer genauen Bodenplatte ist vielmehr eine Frage der Methode. Es hat sich bewährt, dass der Zimmerer selbst vor dem Betonieren der Bodenplatte oder Geschossdecke die seitliche Betonschalung setzt (siehe Tab. G2.15).

➔ Der Zimmerer sollte sich nicht scheuen, in das Gewerk „Betonfundamente“ einzugreifen. Bessere Qualität und Kostenreduzierung sind das Ergebnis.

Fluchtlatte	Randschalung	Element aufsetzen	Zugverankerung von außen
			
<p>Das Streifenfundament wird mit ca. 10 cm Übermaß hergestellt. Nach dem Aushärten kann die Fluchtlatte mit Genauigkeit von <math>\pm 5</math> mm gesetzt werden.</p>	<p>An der Fluchtlatte wird das vorgefertigte Randschalungselement passgenau in der Höhe befestigt (<math>\pm 5</math> mm). Die profilierte Latte an der Oberseite bildet die spätere Betonoberkante und dient zur Stabilisierung der Randschalung. Die Ankerschiene dient der Aufnahme einer äußeren Zugverankerung (Bild rechts).</p>	<p>Die Montageschwelle entfällt. Das Element wird mit einem Dichtungsprofil (z. B. Trelleborg) direkt auf den Beton gesetzt und an den Winkel angeschlagen (horizontale Verankerung). Nacharbeiten sind nicht erforderlich.</p>	<p>Das Bild zeigt beispielhaft einen außenliegenden Anschluss (z. B. Simpson HDU). Der Anker wird in der Vorfertigung bereits montiert und kann von der äußeren Holzfaserverplatte überdeckt sein.</p>

Tab. G2.15 Setzen der Randschalung bei ungenauen Streifenfundamenten. Baut der Zimmerer die Betonschalung selbst, kann er die Maßtoleranzen bestimmen.

➔ Das Herstellen von Betonschalungen ist dem Zimmerer nicht fremd, es gehört zum Berufsbild des Zimmerers.



Abb. G2.16 Vor dem Betonieren sollte die richtige Position der Anschlussleitungen überprüft werden. Fehlerhaft positionierte Grundleitungen verursachen einen hohen Aufwand und Qualitätsverlust.



Abb. G2.17 Hier liegt die Schwelle vollflächig auf, der Kraftschluss ist gewährleistet. Dies setzt eine Betonplatte mit einer Höhentoleranz von  $\pm 5$  mm voraus.

## Betonschalung und Schwelle verbinden

Wenn es gelingt die vertikale Betonschalung mit der Schwelle zu verbinden, muss sich der Beton dem Holzbau anpassen und nicht umgekehrt. Die Idee erscheint einfach, ist allerdings bisher recht ungewohnt. Die Zimmererarbeiten setzen mit der Methode von vorgefertigten Elementen bereits vor dem Betoniervorgang an. In Tab. G2.18 werden die Details beschrieben.

Schalungselement mit vormontierter Schwelle ...	... und den Verankerungselementen		
			
<p>Diese Methode ist zunächst ähnlich zu der von Tab. G2.15 und beginnt mit dem Setzen der Fluchtlatte. Daran wird das Schalungselement höhengenaу befestigt. Die Schwelle ist von unten gegen aufsteigende Feuchte geschützt.</p>	<p>Die notwendigen Verbindungsmittel sind bereits an der Schwelle im Zuge der Vorfertigung befestigt. Dazu gehören die Bolzen und die Zuganker in einer sehr preisgünstigen Ausführung. Schwerlastübelungen sind nicht notwendig.</p>		

Tab. G2.18 Schwellenmontage vor dem Betonieren – an der Randschalung, als vorgefertigtes Element (Bilder: Ing.-Büro Meyer). Die vormontierte Schwelle sorgt für eine besonders hohe Formstabilität der Randschalung.

## Hinweise zum Verfahren

- Mithilfe eines Flaschenrüttlers wird der Beton unter die Schwelle getrieben und verdichtet, die Luft wird dabei verdrängt.
- Zwischen der Holzschwelle und dem Betonunterbau wird eine Trennbahn angeordnet (siehe „Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk“ auf Seite 108).
- Das Bild zeigt ein verzinktes Standardblechformteil (kleines Bild, hier Simpson Betonanker BETA), dieses ist mind. 100 mm in den Beton einzubinden und an der Längsbewehrung anzuschließen.



- Der Druck auf die Schalung beim Betonieren ist nicht zu unterschätzen. Ein Winkel sichert gegen das Verkanten (kleines Bild, hier Simpson KNAG).
- Darf der Zimmerer Betonarbeiten ausführen? Laut Handwerksordnung dürfen benachbarte Gewerke ausgeführt werden, wenn die Fachkenntnisse darin vorhanden sind. Einschalarbeiten gehören zum Berufsbild des Zimmerers.



- Wer gewährleistet für die Ausführung der Betonarbeiten? Die ausführende Firma. Zur Sicherheit kann der Statiker zur Abnahme gebeten werden.

## G3. Holzrahmenbau

### 1. Güteüberwachung

Der Holzrahmenbau erreicht schon durch die Vorfertigung immer größere Marktanteile. Viele Zimmereibetriebe sind technisch heute so ausgestattet, dass große Bauaufgaben bewältigt werden können. Immer mehr Planer ziehen heute das elementierte Bauen dem konventionellen Mauerwerksbau vor.

Selbst kleinere Holzbaubetriebe setzen auf die Vorfertigung der Innen- und Außenwände. Nicht selten werden auch Decken- und Dachelemente hergestellt. Dieses sinnvolle wie bewährte Verfahren hebt sich entscheidend von den Praktiken im Mauerwerksbau ab.

Jedoch werden dadurch erhöhte Anforderungen an die ausführenden Betriebe gestellt. Neben der planerischen und handwerklichen Sorgfalt für die Passgenauigkeit der Elemente wird die Überwachung und Dokumentation für die Herstellung der Elemente im Unternehmen vorgeschrieben. Vorgefertigte tragende Bauelemente sind wie die verwendeten Baustoffe selbst, Bauprodukte im Sinne des Baurechts. Die Übereinstimmung mit den technischen Regeln dokumentiert der vorfertigende Betrieb mit dem Übereinstimmungszeichen („Ü-Zeichen“) auf dem Element. Die normative und verbindliche Grundlage bildet die DIN 1052-11 mit der derzeitigen Ausgabe 2022.

Ansprechpartner für die Betriebe ist z. B. der GHAD e. V.<sup>1</sup> Auf der Seite [www.ghad.de](http://www.ghad.de) werden Informationen zum Thema als Grundsätze der Gütesicherung gegeben. Daran können sich die Zimmereibetriebe, aber auch die Investoren und Planer orientieren, die einen qualifizierten Baupartner suchen.

Das Überwachungssystem beinhaltet eine Erstprüfung als erstem Betriebs-Check als Voraussetzung für die Verleihung des Gütezeichens. Die laufende Eigenüberwachung mit Dokumentation im Werk und an der Baustelle. Hinzu kommt die regelmäßige Fremdüberwachung durch fachlich anerkannte Prüfer. Der Betrieb schließt mit dem Institut einen Vertrag zur Fremdüberwachung. Jedes Unternehmen kann die Güteüberwachung selbst organisieren oder sich für die Mitgliedschaft in einem Verband entscheiden.

#### Baurechtliche Anforderungen

Die Vorfertigung von Bauelementen bedarf der Überwachung nach dem Baurecht. Bauwerke müssen die Anforderungen der Standsicherheit, Dauerhaftigkeit, des baulichen Brandschutzes, des Schall- und Wärmeschutzes sowie des Schutzes vor Gesundheits- und Unfallgefahren genügen. Dieses wird in den einschlägigen technischen Regeln beschrieben.

Die Bundesländer schreiben in ihren Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) ein Verfahren für den Übereinstimmungsnachweis von Bauprodukten vor. Gefordert wird die

baurechtliche / bauaufsichtliche Übereinstimmung mit den technischen Regeln.

➔ Einseitig beplankte Bauelemente müssen als tragende Holzbauteile mit dem Ü-Zeichen nach dem Verfahren ÜH gekennzeichnet werden. Dies bedeutet für den Betrieb eine dokumentierte Eigenüberwachung nach DIN 1052-11 [6]. Für mehrlagige Beplankungen gilt allerdings das Verfahren ÜZ (vgl. Tab. G3.2).

➔ Beidseitig beplankte Bauelemente müssen als tragende Holzbauteile mit dem Ü-Zeichen nach dem Verfahren ÜZ gekennzeichnet werden. Dies bedeutet für den Betrieb zusätzlich zur Eigenüberwachung eine Fremdüberwachung.

➔ Als Vorlage zu den VV TBs der Bundesländer dient die MVV TB (Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen, vorher Bauregelliste A), die von der Bauministerkonferenz verabschiedet wird.

#### RAL-Gütezeichen „Holzhausbau“

Auf Grundlage der Güte- und Prüfbestimmungen zum RAL-GZ 422 „Holzhausbau“ wird sowohl die Herstellung als auch die Montage der Holzbauteile geprüft. Im Rahmen der halbjährlichen Fremdüberwachung werden die betriebseigenen Mechanismen zur Eigenüberwachung der Produktionsprozesse abgefragt.

➔ Das RAL-Gütezeichen ist eine freiwillige Qualitätskontrolle und ergänzt die baurechtlich notwendigen Anforderungen an die ausführenden Betriebe.

Das RAL-Gütezeichen 421 „Holzrohelementherstellung“ sichert dagegen einzig die Qualität der vorgefertigten Holzbauteile. Eine Qualitätssicherung zur Montage der Bauteile ist nicht Gegenstand dieses Gütesicherungsverfahrens. Auch hier wird die Einhaltung der Anforderungen an den Güte- und Prüfbestimmungen durch eine ständige Eigenüberwachung und eine halbjährliche Fremdüberwachung sichergestellt.



Abb. G3.1  
Auf dem Element wird die Konformität mit den Bauregeln mit dem Ü-Zeichen dokumentiert.

Bild: Ing.-Büro Meyer

<sup>1</sup> Gütegemeinschaft Holzbau - Ausbau - Dachbau e.V.

Dieser Betrieb kann zusätzlich das RAL-Gütezeichen nachweisen.  
Für alle vorgefertigten Wand-, Decken- und Dachelemente gilt DIN 1052, Teil 11 [6] quasi als „Produktnorm“. Diese Norm ist im Mai 2025 in die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB<sup>↑</sup>) aufgenommen worden und wird nach und nach in die Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der einzelnen Länder übernommen. Derzeit haben z. B. Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen dynamische Verweise auf die aktuelle vom DIBt<sup>↑</sup> veröffentlichte MVV TB<sup>↑</sup>.

Bei den vorgefertigten Elementen mit mechanisch befestigter Beplankung<sup>↑</sup> bzw. Bekleidung<sup>↑</sup> wird zwischen „einseitig geschlossen“ und „beidseitig geschlossen“ unterschieden und vier Elementtypen definiert, siehe Tab. G3.2.

Für jedes Bauvorhaben und jeden Elementaufbau sind die Anforderungen, die sich aus den bautechnischen Nachweisen ergeben, in einem Elementdatenblatt oder in einem vergleichbaren Dokument zu erfassen. Dies dient zur Abstimmung zwischen Planung und Ausführung.

Die Festlegung des Nachweisverfahrens erfolgt in der VV TB der Länder. Dabei bedeutet:

- Verfahren ÜH – WPK (werkseigene Produktionskontrolle) genügt
- Verfahren ÜZ – WPK und zusätzlich die Fremdüberwachung

Die Elemente sind entsprechend VV TB, Teil C der Länder mit dem Ü-Zeichen<sup>↑</sup> zu kennzeichnen (siehe Abb. G3.1).

Elementtyp	Beschreibung	Abmessungen [m] <sup>a</sup>			Verfahren	
		Wandelement	Deckenelement	Dachelement		
M1A	einseitig geschlossen	einlagig beplankt / bekleidet	unbegrenzt			ÜH <sup>b</sup>
M1B		gering belastet, mehrlagig beplankt / bekleidet	L ≤ 12,0 B ≤ 3,2 f <sub>v,0,d</sub> ≤ 3,5 N/mm	L ≤ 12,0 B ≤ 2,6 T <sub>tr</sub> ≤ 0,3	L ≤ 12,0 B ≤ 2,6 T <sub>tr</sub> ≤ 0,3	
M1C		mehrlagig beplankt / bekleidet	unbegrenzt			
M2	beidseitig geschlossen	einlagig oder mehrlagig beplankt / bekleidet	unbegrenzt			ÜZ <sup>c</sup>

Tab. G3.2 Typen vorgefertigter Wand-, Decken- und Dachelemente nach DIN 1052-11:2022-12

<sup>a</sup> Bei den Abmessungen bedeuten: Fertigungslänge (L), Fertigungsbreite (B), Dicke der tragenden Komponenten (T<sub>tr</sub>)

<sup>b</sup> Übereinstimmungserklärung des Herstellers

<sup>c</sup> Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle

## 2. Vorfertigung Werkhalle

Bei der Elementierung sind die arbeitsintensiven Tätigkeiten interessant

Witterungsgeschützt in der Werkhalle mit den verschiedenen Arbeitshilfen tätig zu sein, hat große Vorteile. Demgegenüber steht die Baustelle mit den vielen Einschränkungen: Entfernung zum Betrieb, fehlende Park- und Lagerplätze, fehlende Geländebefestigung, Aufwand in der Materiallogistik, Witterungsrisiko.

Um dieses Potenzial tatsächlich auszunutzen, sollten möglichst viele arbeitsintensive Tätigkeiten in dem Element enthalten sein. Es könnten folgende Arbeitsstufen gewählt werden:

„Stufe 1“ – Grundelement aus Rahmenwerk plus OSB-Belplankung ↑ (siehe Abb. G3.3), ggf. Vorbereitung der Installation (siehe Seite 261)

„Stufe 2“ – Unterdeckung ↑ außen ggf. mit Dämmarbeiten (siehe Abb. G3.4 bei einer Einblasdämmung können die Dämmarbeiten auf der Baustelle durchgeführt werden

„Stufe 3 und 4“ – Fenstermontage mit Anschlüssen in den Leibungen (siehe Abb. G3.5), ggf. Vorbereitung der Fassade

Bis zur Stufe 2 sind die typischen handwerklichen Methoden ausreichend. Zeitintensive Fassadenarbeiten sind anspruchsvoller, jedoch unter Umständen gerade deswegen umso mehr lohnend. Die Detailarbeit muss allerdings passen. Die Fassade ist für den Transport und die Montage sicher zu schützen.

→ Zum Erreichen einer hohen Effizienz in der Vorfertigung sollte der Holzrahmenbau mit Fenster und Fassade eine Auftrageinheit sein.

Die „hohe Kunst“ der Vorfertigung ist die Fenstermontage und nicht weniger lohnend als die Fassade. Die Elemente werden in der Werkhalle dazu in der exakten Vertikalen fixiert.

- Die Rahmen müssen formstabil und verwindungssteif sein.
- Der Brüstungsriegel ist formstabil montiert (siehe Tabelle F3.8 auf Seite 233).
- Ggf. Einsetzen des Rolladenkastens
- Die Fensterrahmen werden im Rahmenwerk verklotzt und verschraubt, die Fuge zum Rahmen wird gedämmt.
- Die Luftdichtung innen wird hergestellt.
- Fensterbank innen und Herstellen der Leibungsbekleidung
- Die heute schweren Dreifach-Verglasungen können in die Rahmen eingesetzt werden (kein mühsames Versetzen auf der Baustelle).
- Einbau der Abdichtung unter der Fensterbank
- Einbau der Außenfensterbank
- Herstellen der äußeren Fensterleibungen mit den Führungsschienen der Verschattung

→ Es kann sinnvoll sein die Fenstermontage auch ohne die Vorfertigung der Fassade zu realisieren.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G3.3 (Stufe 1) Das Rahmenwerk wurde mit der aussteifenden OSB-Belplankung belegt. Das Element ist formstabil.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G3.4 (Stufe 2) Nach dem Wenden wird der Dämmstoff eingebaut und die Unterdeckung ↑ aus Holzfaserplatten hergestellt.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G3.5 (Stufe 3 und 4) Im Vordergrund wird eine Fassade aus hinterlüfteten Putzträgerplatten montiert. Im Hintergrund ist die Fenstermontage im stehenden Element bereits erfolgt.

### Werkhalle für die Fertigung – Beispiel für die Stufen 1 bis 4

Die gesamte Hallenfläche wird für die Produktion benötigt (Abb. G3.7), wenn die Fertigungsstufen 1 bis 3 untergebracht werden sollen. Das Rohmaterial wird außerhalb der Halle gelagert bzw. kommissionsweise „just in time“ angeliefert und in der Halle an den vorgesehenen Plätzen bereitgestellt (kurze Wege). Die fertigen Elemente werden außerhalb der Halle verladen. Bei einem Deckenkran kann die Verladung auch innerhalb der Halle stattfinden.

Zu dieser Art der Produktion passt sehr gut ein Vierwegestapler. Für die Materialzuführung ist die Funktion „Frontstapler“ ideal, im Elementabtransport die Funktion „Seitenstapler“. Dauerhafte Einrichtungen sind in dem Plan dunkelgrau markiert: Elementtisch mit Winkelanschlag der Stufe 1, Kappsäge für den Zuschnitt von Sonderhölzern sowie die vertikale Plattensäge z. B. für die Gipsfaserplatten. Die übrige Hallenfläche bleibt frei von festen Installationen und ermöglicht damit eine flexible Nutzung für andere Produktionen.

Eine Produktionshalle sollte grundsätzlich frei von Materiallagern bleiben. Denn ein „oftmals wildes“ Material- und Restelager schränkt die Arbeitsprozesse unnötig ein.



Bild: Gutex / Florian Funck

Abb. G3.6 Je mehr Arbeitsleistung in den vorgefertigten Elementen steckt, desto besser rechnet sich der logistische Aufwand. Außerdem: Arbeitsleistungen in der Werkhalle haben deutlich geringere Rüstkosten.

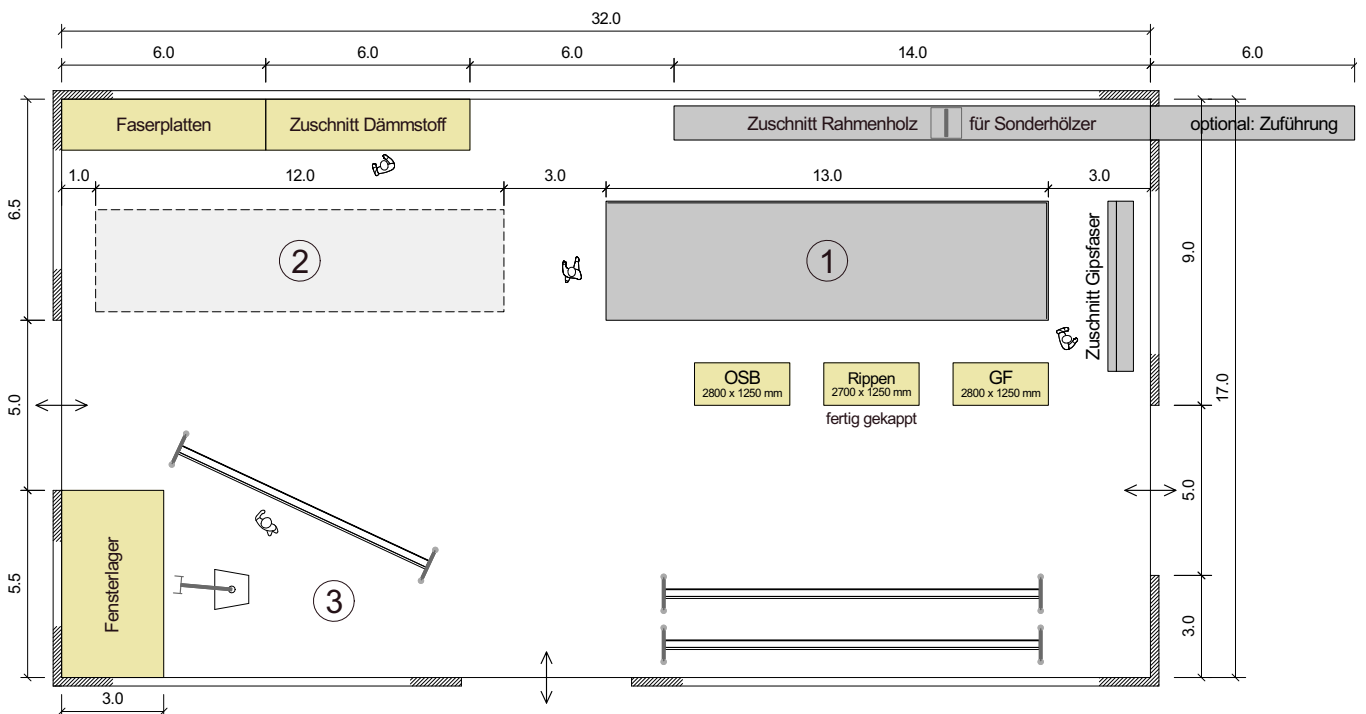


Abb. G3.7 Produktionshalle für die Fertigungsstufen 1 bis 3. Dieses Beispiel zeigt eine Materialzuführung mit kurzen Wegen. Nur der Bereich (1) ist fest installiert (Fertigungstisch und Zuschnitt). Alle anderen Flächen bleiben frei und können variabel genutzt werden.

→ Eine Produktionshalle bleibt frei von Materiallagern und Resten.

→ Die Produktionshalle kann kürzer ausfallen, wenn die Elementlänge begrenzt wird. Bei Längen von z. B. max. 8 Meter können sich viele Vorteile ergeben.

### Wie ist die Situation bei einer vorhandenen Halle zu bewerten?

Oftmals ist in der Zimmerei eine Halle vorhanden, die in ihrer Aufteilung an die neuen Produktionsprozesse angepasst werden soll. Diese weicht oft von den Idealmaßen ab. Aber auch dann finden sich gute Lösungen.

#### ■ Nutzung einer Halle ohne Kranbahn?

Installation einer Aufricht- und Wendevorrichtung sowie einer angetriebenen Rollenbahn im Bereich der Fertigungsstufe 1 / 2.

Vorteil: Die Arbeitsprozesse können unabhängig agieren. Außerdem können die Werkzeuge und Betriebsmittel „deckenhängend“ bereitgestellt werden.

- Nutzung einer schmalen Halle ab circa 12 m Breite?  
 Die Fertigungsstufen 1 und 2 lassen sich örtlich ohne wesentliche Nachteile dauerhaft von der Stufe 3 trennen. Grund ist, dass nach der Stufe 2 die Elemente nur noch vertikal transportiert werden (Seitenstapler). Somit ist eine Weiterverarbeitung in einer anderen Halle kaum störend.
- Nutzung einer kürzeren Halle als die gezeigte (Abb. G3.7)?  
 Dies ist eine Frage der maximalen Elementlänge und dem Prinzip der Fertigungsstufe 1 und 2 in Reihe aufzubauen. Die Logistik kann bei kürzeren Elementen sogar einfacher werden. Häufigere Wandstöße kosten mehr, bringen aber in der Fertigung und Logistik Vorteile.
- Als Höhe einer Halle mit Kranbahn gilt ca. 6,0 m unter dem Kranhaken als ideal – höher ist besser.
- Die lichte Höhe einer Halle ohne Kranbahn sollte mit 5,0 m schon ausreichen (eine Wendeeinrichtung ist sinnvoll).
- Wie sollte die Beschaffenheit des Hallenbodens sein?  
 Die Beschaffenheit des Bodens ist bei älteren Hallen oft sehr uneben und damit quasi untauglich. Es kann sinnvoll sein, den Boden komplett zu ersetzen oder zumindest partiell in den Fertigungsbereichen. Bei einem Hallenneubau sollte in eine besondere Güte und Ebenheit investiert werden. Je genauer und formstabiler der Boden, um so exakter und schneller kann eine Wandproduktion erfolgen.



Bild: Gutex / Dietrich Skrock

Abb. G3.8 *Wie werden die Arbeitsabläufe in der Werkhalle organisiert? Hier liegt ein großes Potenzial für eine verbesserte Arbeitsleistung. Kurze Wege und eine Reduzierung des Elementehandlings sind Schlüsselfragen. Die Hallenausstattung muss nicht teuer sein, die Abläufe sind zunächst wichtiger.*

#### Welche Produktionseinrichtungen sind sinnvoll?

- Schmetterlingswender:
  - Sinnvoll, wenn die Taktung zwischen Stufe 1 und 2 abgestimmt ist. Dies ist jedoch im handwerklichen Fertigbau oft nicht der Fall.
  - Weniger sinnvoll, wenn Elementgrößen und -ausstattung variieren. Dann ergeben sich Wartezeiten, denn zum Wenden müssen beide Tischhälften frei sein. Außerdem ist die Materialzuführung zum Tisch deutlich beengter.

- Nagel- und Zuschnittbrücke:  
 Das Einsparpotenzial ergibt sich insbesondere bei großen Stückzahlen gleicher Bauart. Dies ist im handwerklichen Fertigbau eher selten der Fall.



Bild: Gutex / Florian Funck

Abb. G3.9 *Der Elementetransport auf Anhängern setzt sich in vielen Zimmereien durch. Eine sehr flexible Lösung.*

#### Welche Optionen bestehen bei Wandlogistik zur Baustelle?

Das direkte Ablagern der Fertigelemente von der Produktion auf das Transportmittel ist sicherlich der Idealzustand. Das Zwischenlagern bedeutet weitere zeitintensive Arbeitsgänge. Es kann sich lohnen Reserven bei den Transportmitteln vorzuhalten, um eine Pufferung zu ermöglichen.

Welche Transportmittel sind üblich?

- Anhänger  
 Sehr interessant, weil relativ kostengünstig und sehr flexibel. Weitere Anhänger ermöglichen eine Pufferung nach erfolgter Fertigung. Ggf. besteht das Problem der Gewichtsbegrenzung und Längenbegrenzung.
- Auflieger  
 Wie Anhänger jedoch quasi ohne Begrenzungen. Hier besteht oft das Problem der Pufferung. Kann kostspielig werden, weil Standtage bezahlt werden müssen oder die Elemente aus dem Zwischenlager beladen werden.
- Stahlgestell  
 Kostengünstiger als Anhänger. Ggf. besteht das Problem Längenbegrenzung; es ist ein Schwerlaststapler zur Verladung der kompletten Stahlgestelle erforderlich.
- Wechsellpritsche  
 Kostengünstiger als Anhänger in der Anschaffung; der Transport kann kostengünstig auf Standardfahrzeugen erfolgen. Auch hier kann es eine Längenbegrenzung und Höhenbegrenzung geben.

Für einen Zimmereibetrieb ist es sinnvoll, frühzeitig Festlegungen für die Logistik zu treffen. Denn Produktionseinrichtungen und -abläufe werden durch diese Entscheidung maßgeblich beeinflusst.

### 3. Fertigung Baustelle

Nicht immer ist eine Vorfertigung möglich oder lohnend:

- Nicht alle Zimmereibetriebe verfügen über eine professionelle Ausstattung, um großformatige Wände in der Werkhalle effizient zu produzieren.
- Wirtschaftlich zu betrachten ist, ob sich die Vorfertigung von Rahmenwerk plus OSB-Beplankung↑ in diesem geringen Vorfertigungsgrad lohnt, denn es ergeben sich Kosten:
  - Arbeitsvorbereitung zur Elementierung
  - kraftschlüssige Verbindungen im Rahmenelement
  - ggf. Doppelschwelle (zugleich bauphysikalischer Nachteil)
  - Kran- und Transportschlaufen
  - Lkw-Verladung und -transport
  - Kranmontage
- Es gibt Baustellen, die nur erschwert mit großformatigen Elementen erreicht werden können (Lkw, Kran);
- oder Baustellen, bei denen die Wände an die vorhandene Bausubstanz formschlüssig angepasst werden müssen;
- oder Baustellen, bei denen das bestehende Dach nur in Teilen geöffnet werden soll, um das Witterungsrisiko einzugrenzen (z. B. Aufstockung).

#### 1. Vorbereitung

- Die Schwellen werden höhen- und maßgenau montiert.
- Anzeichnen aller Öffnungen und der Sonderstiele für Abstützungen auf den Schwellen.
- Vorrichtung „Beplankung“ einrichten: Holzbreite, Plattenüberstand (Zeitbedarf ca. 10 Min.)
- Material sinnvoll platzieren.



- Empfehlungen:  
Brett- oder Balkenschichtholz als Schwellen verwenden.  
Rippen sollten maßgenau vorgekappt sein.

Baumaßnahmen in der Stadt bei der Nachverdichtung gehören sehr häufig zu den logistisch schwierig erreichbaren Baustellen. Mit einer Segmentfertigung auf der Baustelle kann die Logistik stark vereinfacht und damit die Kosten reduziert werden.

#### Segmentfertigung mit speziellen Vorrichtungen

Die Lösung der Segmentfertigung besteht darin, die Produktionsabläufe an der Baustelle in definierten Arbeitsschritten zu gliedern. Dabei werden mithilfe von Vorrichtungen Wandsegmente in hoher Genauigkeit und Schnelligkeit produziert. Aus kleinen handtierbaren Segmenten werden komplexe Wände zusammengesetzt.

Die Wände werden mit dieser Methode aus zwei Segmenttypen beliebig kombiniert und unmittelbar zusammengesetzt – „*Öffnungssegmente*“ und „*Beplankungssegmente*“. In den Vorrichtungen können unterschiedliche Maße realisiert und verschiedene Holzquerschnitte verarbeitet werden. Wandöffnungen werden sehr rationell gefertigt.

→ Das Konstruktionskonzept der Vorrichtungen ist patentrechtlich geschützt. Patentinhaber ist der Autor dieser Schrift.

→ Die Methode der Segmentfertigung erfolgt in 5 Arbeitsschritten.

#### 2. Gebäudeecken

- Ecksegmente fertigen (Distanzlager eingeklappt für eine zur Plattenkante bündige Eckrippe).
- Bei Kollision mit einer Öffnung wird eine Kurzrippe mit Schrauben eingesetzt (siehe rechte Bildseite sowie unten).
- Platte auf Rippen befestigen, dabei Maßschlitten verwenden (siehe Seite 3, Bild unten rechts).
- Gebäudeecken montieren.



- Empfehlung:  
Eckrippen sollten möglichst gerade sein.

### 3. Öffnungssegmente herstellen

- Wandrähme auflegen, ggf. Unterstützung mit Drehsteife.
- Vorrichtung „Öffnung“ montieren und einrichten: Meterriss, Sturz- und Brüstungshöhe, Öffnungsbreite (Zeitbedarf ca. 20 Min.).
- Rippen und Riegel einlegen. Schraubzwinde ansetzen, Hölzer exakt ausrichten, Verbindungsschrauben setzen.
- Öffnungssegmente in den Wänden setzen und fixieren.



→ Empfehlung:  
 Wellennägel reduzieren den Aufwand der Verbindung.

### 4. Wände ergänzen

- Beplankungssegmente fertigen (Distanzlager ausgeklappt für eine mittig platzierte Rippe).
- Fehlende Wandsegmente montieren.
- Alle Befestigungen zwischen Beplankung↑ und Rahmenwerk nach Statik ausführen.
- Zuganker setzen, dabei auf die Luftdichtung im Bereich der Schwelle achten.



→ Empfehlung:  
 Freie Plattenseite der Beplankungssegmente in die Öffnungen einragen lassen.

### 5. Restarbeiten an den Öffnungen



- Einragende Platten bündig aus den Öffnungen schneiden.
- Kurze Rippen im Bereich der Öffnungen ergänzen.
- Fehlende Platten der Beplankung↑ ergänzen.

→ Empfehlung:  
 Zu diesem Vorgang eine Oberfräse mit Anlaufring verwenden.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G3.10 Aus den Segmenten „Beplankung“ und „Öffnung“ werden die Wände beliebig kombiniert. Vorteil ist das einfache Handling und die Vermeidung der logistischen Aufwendungen.

# G4. Dachgeschoss

Dächer werden zumeist aus einer Holzkonstruktion gebaut, Wände oft aus Mauerwerk. Der Übergang dieser beiden Bauarten kann an unterschiedlicher Position erfolgen.

In diesem Abschnitt soll an typischen Detailbildern aufgezeigt werden, dass die Dachkante für die Trennung der Gewerke Mauerwerk und Holzbau eher ungeeignet ist. Auch bei großer Sorgfalt gelingen die Anschlüsse bezogen auf heutige Anforderungen nicht unbedingt. Komplexe Geometrien eines Daches sind aus Mauerwerk nur eingeschränkt sinnvoll. Steine sind für rechteckige Geometrien effektiver einsetzbar.

Heutige Bauformen sind komplex (Bild). Konstruktionen in der Holzrahmenbauart sind enorm flexibel und entfalten gerade hier ihre technischen Vorteile.



Bild: Röben

## 1. Übergang der Gewerke Mauerwerk / Holzbau

Zwar ist es gewohnt die Wände des Dachgeschosses aus Mauerwerk zu erstellen. Wenn die unteren Geschosse bereits gemauert sind läuft dieses bis zur Dachkante durch.

Die technisch bessere Alternative ist es allerdings den Gewerkeübergang bereits an der Geschossdecke zu vollziehen. Die Bilder der folgenden Tabelle zeigen die Schwachstellen bei Dachgeschossmauerwerk gegenüber der homogenen Holzbaukonstruktion auf.

	Mauerwerk	homogene Holzbaukonstruktion
<p><b>Giebelwand</b> Das Mauerwerk wird durch einbindende Ringanker, tragende Stahl- oder Stahlbetonenferstürze und schräg verlaufende Ortgänge „gestört“. Dagegen ist es recht simpel das Tragwerk aus Holz in beliebiger Geometrie zu errichten. Die Trennung der Gewerke an der Geschossdecke gliedert die Gewerke eindeutig.</p>	<p>Bild: Ing.-Büro</p>	<p>Bild: Ing.-Büro</p>
<p><b>Vorfertigung</b> Es ist der Normalfall, dass Wände in der Holzrahmenbauart vorgefertigt auf die Baustelle transportiert werden. Dies beschleunigt den Bauablauf erheblich.</p>	<p>Bild: Ing.-Büro</p>	<p>Bild: URSA</p>
<p><b>Tragende Pfetten</b> Bei bestimmten Hausgeometrien (steile Dachneigung) liegen tragende Pfetten oftmals über den Fenstern. Dies löst im Mauerwerk einigen Aufwand aus. Beim Holzbau wird lediglich ein dickeres Rähm eingelegt.</p>	<p>Bild: Ing.-Büro</p>	<p>Bild: Ing.-Büro</p>

	Mauerwerk	homogene Holzbaukonstruktion
<p><b>Luftdichtung</b>            Wer trägt die Gewährleistung für die Luftdichtung bei der Mauerwerk-Mischbauweise? Dazu ist der Aufwand für fachgerechte Anschlüsse enorm.            In der homogenen Holzbaukonstruktion ist die Ausführung nicht nur denkbar einfach, sondern auch zuverlässig aus einer Hand zu erstellen.</p>	 <p>Bild: Moll / pro clima</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>
<p><b>Wärmebrücken</b>            Der Ortgang ist ein weiteres Beispiel für eine Wärmebrücke. Eine notdürftig aufgelegte Hartschaumdämmplatte kann in der gezeigten Art kaum den Wärmedurchgang am Giebel verhindern.            Das tragende Vollholz als Giebelrahm ist bereits Wärmedämmung genug.</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>
<p><b>Ringanker aus Beton</b>            Zwar ist ein Ringanker bei Mauerwerk statisch notwendig. Allerdings ist er vom Querschnitt her meist überdimensioniert. Der große Querschnitt ist wegen der handwerklichen Herstellung erforderlich. Dieser bildet dann wiederum eine Wärmebrücke. Der Ringanker aus Beton ist recht teuer und kostet Zeit wegen der Aushärtungsphase.</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>
<p><b>sichtbare Holzbalkendecke</b>            Sichtbare Deckenbalken sind beliebt. Wenig bewährt hat sich allerdings das Einmauern von Deckenbalken. Dagegen sprechen die heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz und die notwendige Luftdichtung der Gebäude. Auch führen Feuchtwanderung vom Mauerwerk zum Holz sowie Kondensat zum Versagen des Balkenkopfes.</p>	 <p>Bild: Ing.-Büro</p>	 <p>Bild: Rettenmeier</p>

→ Wo liegt die Schnittstelle an der Geschossdecke?  
 Die Decke kann wie bisher aus Beton hergestellt werden oder auch immer häufiger aus Brettsperrholzelementen. Das geht wirklich schnell und die Decke ist unmittelbar vollständig tragfähig.

**Eindeutige Gewährleistung**  
 Das wichtigste Argument für die Schnittstelle an der Geschossdecke ist die Gewährleistung. Überhaupt sind die Ursachen der allermeisten Mängel an Baustellen auf mangelnde Abstimmung zwischen den Gewerken zu suchen. Wie viele Gewerkewechsel sind in der Ausführung des Dachgeschosses aus Mauerwerk notwendig? Alles was kompliziert ist, birgt Risiken.

**Komplexe Formen**  
 In der Architektur wird den Gebäuden mit besonderen Dachformen oder auch Versprüngen von Geschossen ein besonderer Charakter verliehen.

Die Varianz ist schier endlos. Ob einfaches Dach oder komplex, es handelt sich oft um schräge Anschnitte. Holzkonstruktionen werden heute mithilfe von CAD-Programmen exakt vorgeplant. Der Zuschnitt erfolgt millimetergenau, Wandelemente werden maßgenau vorgefertigt. Holzbau-Fachbetriebe können das heute.

**Flächengewinn**  
 Werden die Kosten zwischen den Bauarten verglichen, ergibt sich ein besonderer Vorteil. Die Holzbaukonstruktion kommt mit deutlich weniger Fläche aus! Dies bedeutet für das Dachgeschoss einen Flächengewinn von 5 bis 10 %.  
 Besonders effektiv ist die Konstruktion auf Seite 265.

## Geschossdecke – drei verschiedene Möglichkeiten

Beton	Holzmassivelemente	Balkenlage
 <p data-bbox="329 620 509 646">Bild: Ing.-Büro Meyer</p>	 <p data-bbox="806 620 971 646">Bild: Pfeifer Timber</p>	 <p data-bbox="1068 620 1433 646">Bild: © alexandre zveiger / adobe.stock.com</p>
<p data-bbox="89 663 520 810">Abb. G4.1 Decken aus Beton stören den Bauablauf über mehrere Wochen. Das Bild zeigt die Abstützungen im unteren Geschoss. Dazu wird mit dem Beton viel Wasser in das Bauwerk gebracht.</p>	<p data-bbox="551 663 982 934">Abb. G4.2 Eine Decke aus Holzmassivelementen (z. B. Brettsperrholz) ist trocken, schnell verlegt und unmittelbar vollständig belastbar. Die Anschlussdetails sind bei den verschiedenen Arten von Unterbauten recht einfach ausführbar (hier Unterzug aus Holz). Auf ein Mauerwerk (Ringanker) würden Dichtbänder gelegt werden, um die Luftdichtung herzustellen.</p>	<p data-bbox="1013 663 1444 963">Abb. G4.3 Bei kleinen Wohngebäuden (Einfamilienhaus) sind sichtbare Holzbalkenlagen beliebt. Aus Schallschutzgründen ist dann eine Wohnungstrenndecke jedoch nicht möglich. Bei einer offenen Wohnform ist der Schallschutz zumeist von ungeordneter Bedeutung. Die Qualität einer Wohnungstrenndecke kann bei Holzbalkendecken mit einer unterseitigen Bekleidung↑ auf Federschienen erreicht werden.</p>

## 2. Der Bauablauf

Der Bauablauf lässt sich stark verkürzen. Bisher nimmt der Zimmerer Maß an dem fertigen Mauerwerk. „Die Maße sind am Bau zu prüfen.“ Dies steht in jedem Vertrag und auf den Zeichnungen. Erst dann kann der Zimmerer mit Dachausmittlung und Zuschnitt in der Werkstatt beginnen. Wertvolle Zeit vergeht. Dass es auch anders geht, zeigen die folgenden Bilder.

➔ Der Zimmermann kann im Dachgeschoss durcharbeiten. Das Erdgeschoss „gehört“ dem Maurer. Die Schnittstelle zwischen den beiden Bauhauptgewerken ist eindeutig definiert.

 <p data-bbox="175 1415 381 1502">hier wird Maß genommen</p> <p data-bbox="329 1559 509 1585">Bild: Ing.-Büro Meyer</p>	 <p data-bbox="782 1559 962 1585">Bild: Swiss Krono Tex</p>	 <p data-bbox="1244 1559 1424 1585">Bild: Swiss Krono Tex</p>
<p data-bbox="89 1596 520 1808">Abb. G4.4 Wird das Dachgeschoss in Holzbauart erstellt, nimmt der Zimmerer die Grundmaße, wenn der Maurer das untere Geschoss angelegt hat (Bild). Dann können die Arbeiten des Maurers auf der Baustelle und die Vorfertigung des Dachgeschosses in der Werkstatt durch den Zimmerer parallel erfolgen.</p>	<p data-bbox="551 1596 982 1749">Abb. G4.5 Die vorgefertigten Wandelemente für das Dachgeschoss passen auf einen Anhänger. An der Giebelwand ist zu erkennen, dass die Bauteile bereits passgenau in der Werkstatt hergestellt wurden.</p>	<p data-bbox="1013 1596 1444 1688">Abb. G4.6 In wenigen Tagen ist das Gebäude unter Dach. Die Unterdeckung↑ schützt das Bauwerk vor Niederschlägen.</p>

### 3. Staffelgeschoss mit vorgesetztem Dach

Je nach bauordnungsrechtlicher Vorgabe kann es sinnvoll sein, das obere Geschoss als Staffelgeschoss zu erstellen. Die Bauordnungen / Bausatzungen lassen z. B. die ein-, zwei- oder dreigeschossige Bauweise plus Dachgeschoss zu. In diesen Fällen ist das Dachgeschoss in der Grundfläche geringer als das untere Geschoss zu planen. Die Außenwände werden eingerückt (Bild).



Abb. G4.7 Die unteren Geschosse wurden als Mauerwerk mit Betondecken erstellt, das Staffelgeschoss in Holzbauart.

Das Staffelgeschoss in Holzbauart erfüllt zwei wesentliche Anforderungen:

1. Die DG-Außenwände stehen nicht über denen des unteren Geschosses, sondern auf der Decke.  
 → Somit ist eine leichte Bauart zu bevorzugen.
2. Aufgrund der eingerückten Außenwände ergeben sich Wärmebrücken.  
 → Somit ist eine wärmedämmende Bauart zu bevorzugen.

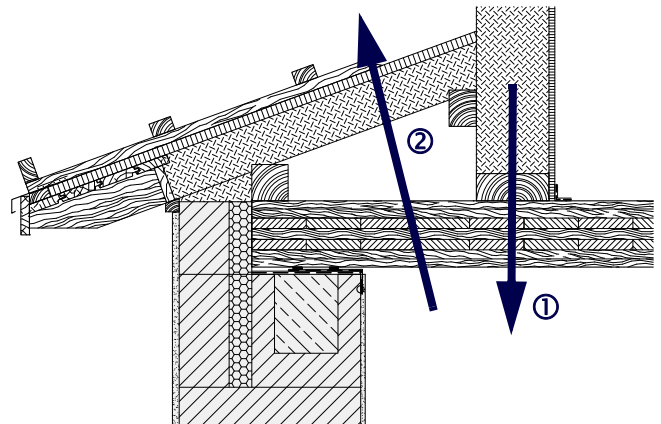


Abb. G4.8 Die Holzmassivdecke und die Holzrahmenwand des Staffelgeschosses vermeiden Wärmebrücken.

### 4. Auskragendes Dachgeschoss

Es ist einerlei, für welches Deckenmaterial man sich entscheidet. Wenn bei der auskragenden Decke alle technischen Anforderungen erfüllt werden sollen, ist etwas Aufwand bei der Detailausbildung notwendig. Holzmassivelemente und Betondecken benötigen unterseitig eine dicke Dämmung, die schwer zu montieren ist. Bei dem Detail in Abb. G4.9 handelt es sich um eine Holzbalkendecke. Hier besteht die Wärmebrückenproblematik nicht. Der Zwischenraum wird vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt. Allerdings ist hier auf die Luftdichtung besonders achtzugeben.

Vorschlag für den Ablauf zum Herstellen der Luftdichtung bei einem auskragenden Dachgeschoss mit Holzbalkendecke:

1. Diffusionsoffene Luftdichtungsbahn auf der Mauerkrone auslegen.
2. Schutzplatte z. B. aus OSB auflegen.
3. Luftdichtungsbahn verbreitern und auf der Deckenbeplankung fixieren.
4. Wände im Dachgeschoss montieren.
5. Luftdichtungsbahn zur OSB der DG-Außenwände verkleben.
6. Die Luftdichtungsbahn auf der Raumseite im EG mit einem Anschlussband einputzen.
7. Angedeutet ist in diesem Konstruktionsbeispiel eine Deckenbekleidung als Doppellage auf Federschielen. Diese Maßnahme verbessert den Schallschutz erheblich (z. B. bei Anforderung einer Wohnungstrenndecke).

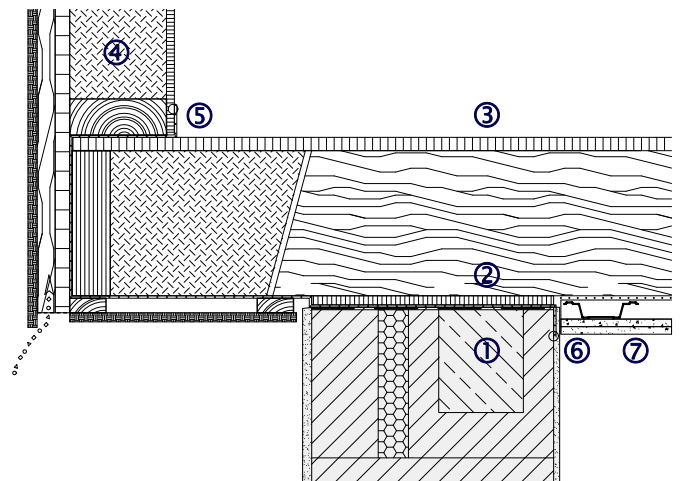


Abb. G4.9 Die Holzbalkendecke weist einen sehr guten Wärmeschutz zur Kaltseite auf. Bereits vor der Deckenmontage muss die Luftdichtung der Konstruktion vorbereitet werden (siehe unten).

## 5. Bündiges Dachgeschoss

### Einheitliche Putzfassade

Üblich ist, dass die Außenwände zum Dachgeschoss durchlaufen, „bündig“ sind. Bei den Beispielen in Abb. G4.10 und Abb. G4.11 soll im EG und DG eine Putzfassade entstehen. Es ist unerheblich, welche Konstruktion gewählt wird. Ob das Mauerwerk über die Geschosse durchläuft oder wie in dieser Broschüre empfohlen die Schnittstelle Mauerwerk zum Holzbau im Bereich der Geschossdecke besteht. Sinnvoll ist es ein Dehnungsprofil in die Putzebene einzufügen.

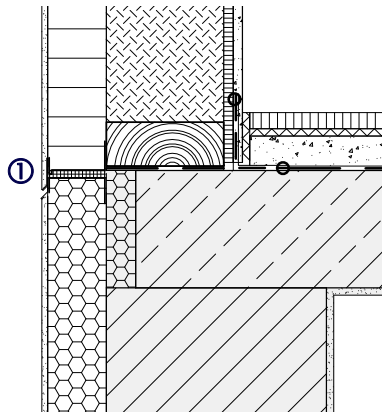


Abb. G4.10 Gebäude mit Betondecke und durchgängigem Wärmedämm-Verbundsystem



Abb. G4.12 Im Bereich des Geschossstoßes wird ein Dehnungsprofil angeordnet.

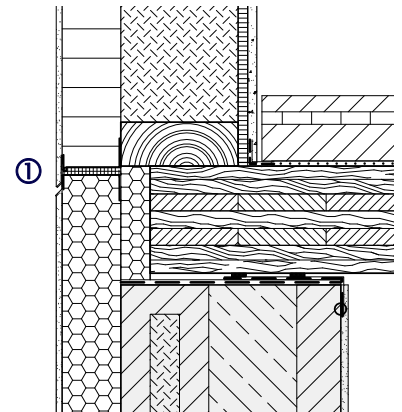


Abb. G4.11 Wie Abb. G4.10, jedoch mit einer Fertigteil-Deckenkonstruktion aus Holzmassiv-elementen

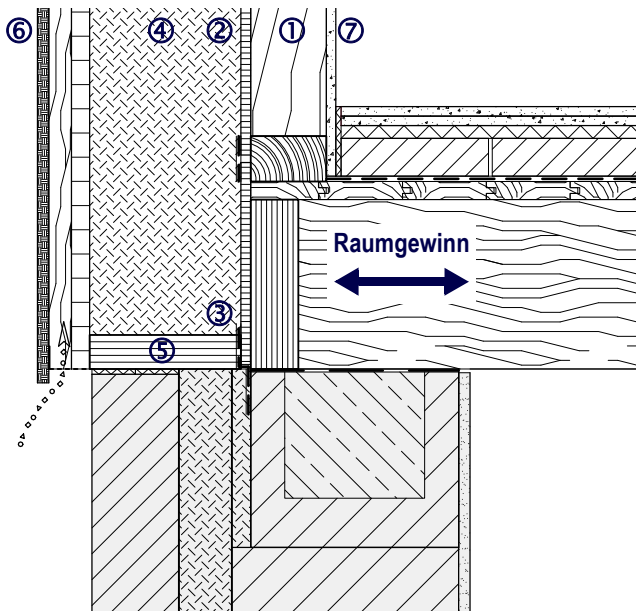
1. Dehnungsprofil zur Aufnahme von Verformungen. Die Kante gibt dem Gebäude eine gestalterische Gliederung.

### Die tragende Installationsebene (bei großen Wanddicken)

Ein Verblendmauerwerk hat die Besonderheit, dass der Fassadenaufbau recht dick ist. Ähnlich ist es, wenn das Erdgeschoss z. B. mit Kalksandstein gemauert wird. Dann wird z. B. ein dickes Wärmedämm-Verbundsystem außen aufgesetzt.



Die Fassade im Dachgeschoss soll über die EG-Fassade fassen und dies bedarf eines dicken Fassadenaufbaus im Dachgeschoss.



→ Die Holzrahmenwand als tragende Installationsebene ist hochwärmedämmend und schafft einen großen Raumgewinn im Dachgeschoss.

Eine gute Lösung bietet die tragende Installationsebene mit folgendem Aufbau:

1. Die Installationsebene im DG wird verstärkt und aus KVH im Querschnitt 60 x 100 mm als tragende Wand ausgebildet.
2. Aus der tragenden Installationsebene werden Wandelemente gefertigt und außenseitig mit OSB beplankt. Die OSB-Platte wirkt für die Wände aussteifend und bildet für den gesamten Aufbau die Dampfbremse ↑ und Luftdichtung.
3. Die Fertigstellung der Luftdichtung erfolgt bei dieser Lösung ausnahmsweise von außen. Gezeigt wird die Verklebung der OSB-Stöße und die Verklebung zum Betonringanker.
4. Auf der Baustelle wird die Hauptdämmebene idealerweise aus Stegträgern hergestellt. Diese sind leicht und können einfach aufgeschraubt werden. Die Dämmung wird einfach und effizient im Einblasverfahren von innen oder außen durchgeführt.
5. Der untere Abschluss erfolgt mit einem Furnierschichtholz.
6. Der Fassadenaufbau ist dann wie im Holzbau üblich. Hier wird die sehr feuchterobuste vorgehängte hinterlüftete Fassade gezeigt.
7. Von der Innenseite wird die Installationsebene gedämmt und z. B. mit Gipsfaserplatten bekleidet.

# G5. Aufstockung

## 1. Übersicht

Eine Aufstockung wird idealerweise als Holzrahmenbau erstellt. Das Eigengewicht ist gering und die zusätzlichen Lasten für das Bestandsgebäude lassen sich somit reduzieren. Für die neue Geschossdecke (vorher Flachdach oder oberste Geschossdecke) ist ein statischer Nachweis nach den aktuellen Konstruktions- und Bemessungsregeln erforderlich. Für Holzbalkendecken ist ein Schwingungsnachweis nach Eurocode 5 zu führen. Die Folge ist, dass Deckenbalken heute mit größeren Querschnitten ausgeführt werden.



Abb. G5.1 Bei diesem Bestandsgebäude wurde das Dach abgetragen und um eine Aufstockung erweitert. Die Vorteile liegen in der nahezu uneingeschränkten geometrischen Form mit einer entsprechend verbesserten Wohnnutzung.

vorhandene Decke	als Holzbalkenlage	als Betondecke	Was ist mit dem Schallschutz?
<b>bereits tragfähig</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kaltluftströmung vermeiden</li> <li>■ Luftdichtung herstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kopfdämmung einbauen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Möglichkeiten zur Verbesserung des Schallschutzes begrenzen sich auf den Fußbodenaufbau</li> </ul>
<b>noch nicht tragfähig</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ wie oben und zusätzlich beachten:</li> <li>■ Einbau zusätzlicher Balken, Vergrößerung des Querschnitts durch Ergänzungen aus Holz oder Stahl</li> <li>■ Alternativ: Holz-Beton-Verbunddecke herstellen</li> </ul> <p>➔ Detailzeichnung Seite 269</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ wie oben und zusätzlich beachten:</li> <li>■ Tragende Holzbalkendecke einbauen</li> <li>■ Den Hohlraum zur Außenseite schließen und dämmen</li> </ul> <p>➔ Detailzeichnung Seite 268</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch den Einbau einer doppelten Decke werden vermutlich die Mindestwerte bezüglich einer Wohnungstrenndecke erreicht</li> <li>■ Auf eine Entkoppelung ist zu achten</li> </ul>

Tab. G5.2 Welche Konstruktion besteht? Worauf ist im Bereich der Geschossdecke zu achten?

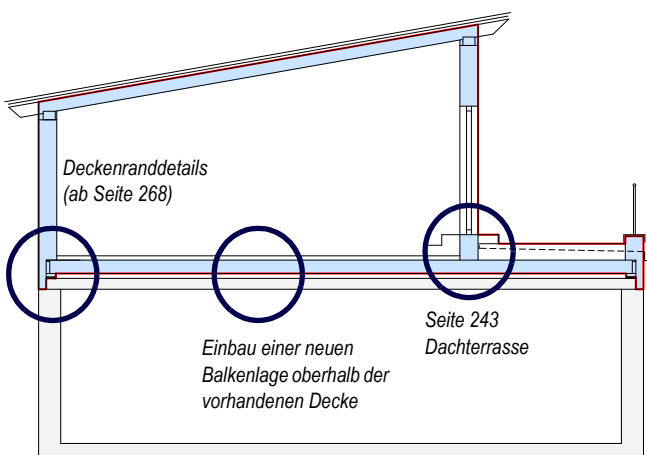
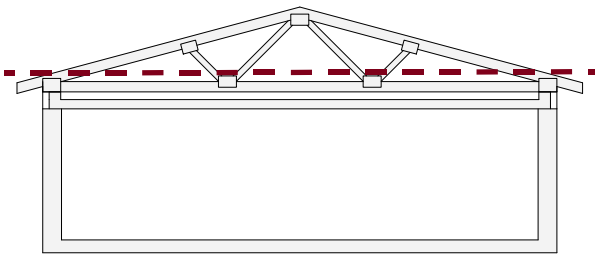


Abb. G5.3 Übersicht der Details

## 2. Binderdach

### Sonderfall: Brettbinder / Nagelplattenbinder

Handwerklich hergestellte Brett- oder Nagelplattenbinder finden sich oft bei Bungalows mit flach geneigten Dächern. Das Erdgeschoss wird frei überspannt. Diese fachwerkartigen Konstruktionen ermöglichen stützenfreie Grundrisse bei Tragweiten bis 15 m.



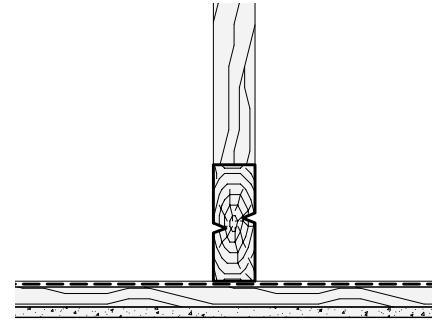
→ Innenwände können bei dieser Bauart nicht tragend ausgeführt sein!

Um bei der Aufstockung Konstruktionshöhe zu sparen und die Unterdecke im Erdgeschoss zu erhalten, müsste eine neue Balkenlage neben den vorhandenen Binderuntergurten eingebaut werden (Abb. G5.4 und Abb. G5.5). In statischer Hinsicht kann dies problematisch werden, wenn tatsächlich keine tragenden Innenwände zur Lastabtragung vorhanden sind.

Die Möglichkeiten zur Lastabtragung sind statisch zu prüfen:

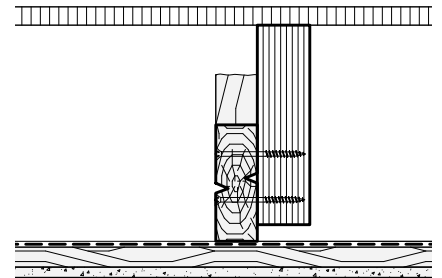
- Tragende Innenwände im Erdgeschoss. Die Balken müssen dann einzeln kraftschlüssig unterfüttert werden.
- Nachträglicher Einbau von Einzelstützen, um oberhalb der Balkenlage Überzüge anzuordnen. Die einzelnen Deckenbalken werden dann vom Überzug abgehängt.
- Ausbildung einer Holz-Beton-Verbunddecke. Dabei ist die erforderliche Spannweite mit dem resultierenden höheren Eigengewicht abzuwägen.

Abb. G5.4  
Bestandskonstruktion,  
Untergurt des  
vorhandenen  
Nagelplattenbinders



An dem Nagelplattenbinder ist die Deckenbekleidung befestigt. Bei der Aufstockung soll die Unterdecke möglichst erhalten bleiben, um eine Bewohnbarkeit während der gesamten Bauphase zu ermöglichen.

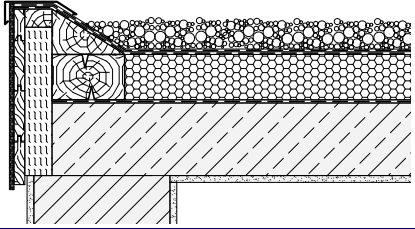
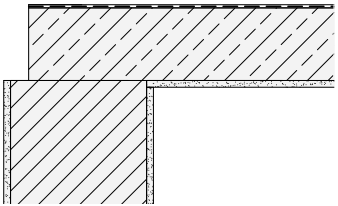
Abb. G5.5 Der  
Untergurt wird an den  
neuen Deckenbalken  
kraftschlüssig  
verschraubt.


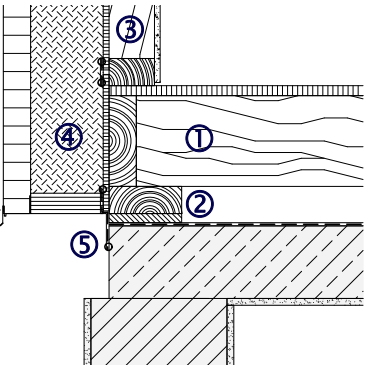
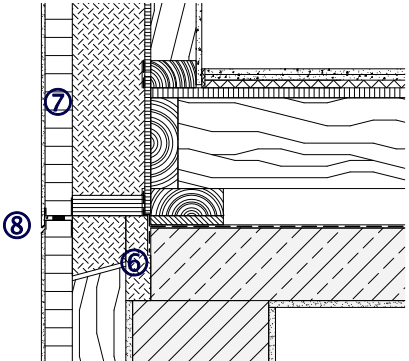


Nach der Demontage der Dacheindeckung↑ werden neue Deckenbalken neben die vorhandenen Nagelplattenbinder verlegt. Die Untergurte der Binder werden mit den Deckenbalken kraftschlüssig verschraubt (Furnierschichtholz). Erst danach werden die Binder bis auf die Untergurte abgeschnitten.

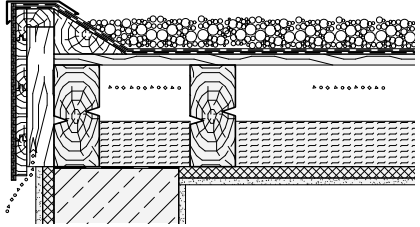
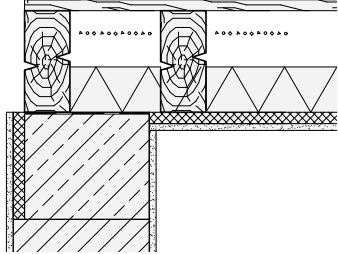

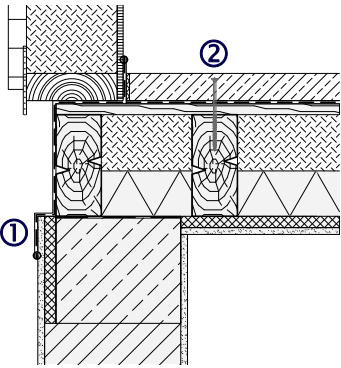
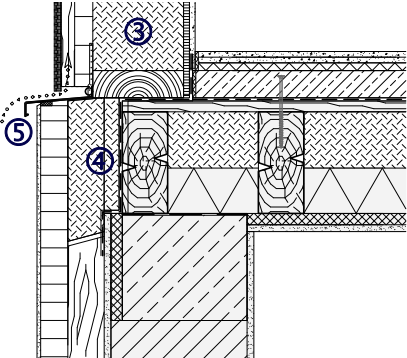
- G. Fertigung / Arbeitsabläufe
- G5. Aufstockung
  - 3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

### 3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

<p><i>Abb. G5.6 Phase Rückbau</i></p> <p>Als Bestandskonstruktion ist ein Betonflachdach vorhanden. Die Aufkantung aus Holz könnte auch aus Beton hergestellt sein. Der Dachrand einschl. Blende und die Dämmung werden vollständig entfernt.</p>	
<p>Kann die vorhandene Dachabdichtung↑ verbleiben? Dies ist im Einzelfall zu klären. Schadstoff-Emissionen durch die verwendeten Produkte sind nicht auszuschließen.</p> <p>Die Tragfähigkeit der Betondecke ist zu prüfen. In diesem Beispiel wird von einer nicht ausreichend tragfähigen Geschossdecke ausgegangen. Nach der Demontage des Dachrandes wird der Randabschluss der vorh. Betondecke sichtbar. Um die Wärmebrücke zu minimieren, sollte eine Kopfdämmung angeordnet werden.</p>	

<p><i>Abb. G5.7 Phase Neuaufbau – Montage</i></p> <p>Der Einbau einer neuen Balkenlage oberhalb der vorhandenen Decke ist eine weit verbreitete Möglichkeit, um die Tragfähigkeit der Geschossdecke herzustellen. Außerdem lässt dies eine gewisse Freiheit in der Grundrissgestaltung zu.</p> <p>→ Durch eine neue Balkenlage lassen sich Geschossauskragungen herstellen.</p>	
<p>Montage einer tragenden Balkenlage ① (KVH C24, NKL 2, GK 0) auf Schwellen nach Statik. Höhenausgleich durch Anordnung einer Fuge ②, <math>d \geq 20</math> mm, unter den Auflagerschwellen. Diese Fuge wird nach der Montage mit Quellschlamm gefüllt.</p> <p>Montage des Rahmenwerks ③ als tragende Installationsebene. Die Hauptdämmebene ④ wird als nichttragende Konstruktion ausgebildet und örtlich montiert. Zuvor ist die Luftdichtung vorzubereiten. Dazu wird die OSB-Platte über den Randbalken verlängert, die Stöße luftdicht abgeklebt und die Luftdichtung ⑤ zur vorh. Betondecke angeschlossen. Den unteren Abschluss der Hauptdämmebene bildet ein Furnierschichtholz.</p>	
<p>Einbau einer Kopfdämmung ⑥ zur Minimierung der Wärmebrücke über die Betondecke.</p> <p>Obergeschosswand mit Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem ⑦.</p> <p>Das Bestandsgebäude wird mit einem Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem auf Grundlattung energetisch ertüchtigt. Ausführung siehe „Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung“ auf Seite 71.</p> <p>Fassadenübergang WDVS am Geschosstoß als Gleitlagerfuge ⑧ mit speziellen WDVS-Profilen und Dichtband.</p>	

## 4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

<p>Abb. G5.8 Phase Rückbau</p> <p>Als Bestandskonstruktion ist ein Flachdach als Holzbalkendecke mit Aufkantung vorhanden. Der Dachrand einschl. Blende werden vollständig entfernt.</p>	
<p>Die Tragfähigkeit der Holzbalkendecke ist zu prüfen. In diesem Beispiel wird von einer nicht ausreichend tragfähigen Geschossdecke ausgegangen.</p> <p>Die vorh. Balkenlage hatte ursprünglich eine Wärmedämmung von ca. 100 mm Dicke. Der restliche Querschnitt war mehr oder weniger belüfteter Hohlraum. Um Kaltluftströmungen zu vermeiden, sollten die Hohlräume mit Dämmstoff verfüllt werden.</p>	
<p>Abb. G5.9 Phase Neuaufbau – Montage</p> <p>Die Ertüchtigung der nicht ausreichend tragfähigen Holzbalkendecke kann als Holz-Beton-Verbundsystem ausgeführt werden. Die vorh. Holzbalken bilden die Zugzone und der Beton mit Bewehrung die Druckzone des Verbundquerschnittes. Für die Bauabwicklung ist es vorteilhaft, dass die Decke erst nach Fertigstellung der Aufstockung, also im Trockenen, mit Beton verstärkt werden muss. Für diese Konstruktionsart spricht, dass der gesamte Deckenaufbau nur minimal vergrößert wird.</p>	
<p>Die Luftdichtung ist vorzubereiten. Dazu wird eine Luftdichtungsbahn ① von außen zum vorh. Ringanker angeschlossen, die Wand aufgestellt und die Bahn innenseitig zur OSB verklebt.</p> <p>Die vorh. Holzbalkendecke wird durch stahlbewehrten Ortbeton statisch ertüchtigt. Der Verbund zur Balkenlage erfolgt durch Schrauben ② oder eingeschlitzte Lochbleche. Vor der Wandmontage ist</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ die Verankerung der Balkenlage auf dem Ringanker zu prüfen (abhebende Lasten aus der Aufstockung) und</li> <li>■ der Deckenrand vollständig auszdämmen (Vermeidung von Kaltluftströmung).</li> </ul>	
<p>Obergeschosswand ③ mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade. Die vertikale Konterlattung wird als belüftete Traglattung auf der Unterdeckung ↑ aus Holzfaser-Dämmplatten angebracht.</p> <p>Einbau einer Kopfdämmung ④ zur Minimierung der Wärmebrücke über die Decke.</p> <p>Das Bestandsgebäude wird mit einem Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem auf Grundlattung energetisch ertüchtigt. Ausführung siehe „Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung“ auf Seite 71.</p> <p>Fassadenübergang mit Wasserableitblech ⑤ (z. B. aus Aluminium). Die Schleppbahn wird auf dem Blech mit geeignetem Kleber verklebt.</p>	

# G6. Anbau

Anbauten in Holzrahmenbauweise bieten eine Reihe von Vorteilen:

- mehr Nutzfläche gegenüber dem Mauerwerksbau bei gleichen Außenabmessungen aufgrund geringer Waddicken
- Vorfertigung und schnelle Montage verkürzen die Bauzeit und damit die Beeinträchtigung für die Bewohner
- keine Trocknungszeiten, die Herstellung der Bauelemente erfolgt parallel zur Erstellung der Fundamente und Sohlplatte
- Schonung der Grundstücksanlagen



Abb. G6.1  
 Die Verbindung des Anbaus zum Bestandsgebäude erfolgt über einen schmalen verglasten Verbindungsgang. Eine bautechnisch sinnvolle und gestalterisch ansprechende Lösung. Ausführung im Detail siehe Abb. G6.2



<p><b>Abb. G6.2 Außenwandanschluss zum Verbindungselement, Ausführung mit Dehnfuge</b></p> <p>Öffnung des Bestandsmauerwerks zum Anbau als Durchbruch. Das Bestandsgebäude wird mit einem Wärmedämm-Verbundsystem ① energetisch ertüchtigt. Der Anbau wird über ein Verbindungselement (Fenster) zum Bestandsgebäude angeschlossen.</p> <p>Anschlussstütze ② aus einem vergüteten Querschnitt (Balkenschichtholz, BS-Holz), um Verformungen zu minimieren. Die Stütze soll sichtbar bleiben und erhält im Anschlussbereich der Luftdichtung eine Abdeckleiste.</p> <p>Die Anschlussstütze wird mit einem überputzbaren Klebeband ③ zum vorhandenen Mauerwerk luftdicht angeschlossen. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.</p> <p>Montage einer Fassadenplatte ④ als Übergangselement und zum Schutz der Fuge zwischen Fenster und Stütze. An der Fassadenplatte kann das WDVS bei Verformungen gleiten.</p> <p>Andichtung zum Mauerwerk z. B. mit Zellgummi-Hohlprofildichtungen.</p> <p>WDVS-Abschlussprofil (z. B. Protektor 9250) zur Aufnahme möglicher Verformungen, Anschluss mit Kompriband.</p>	
---	--

Bei den Außenwandübergängen vom Bestandsgebäude (Mauerwerk) zum Anbau in Holzrahmenbauweise kann eine bündige Ausführung ggf. reklamationsträchtig sein. Daher sollte die Wand des Anbaus gegenüber der Bestandswand entweder etwas zurückspringen oder vorstehen. Gezeigt werden hier Details mit leicht vorspringender Wand des Anbaus.

Abb. G6.3 Außenwandanschluss bei einschaligem Mauerwerk, Ausführung mit Dehnfuge

<p>Öffnung des Bestandsmauerwerks zum Anbau als Durchbruch. Das Bestandsgebäude wird mit einem Wärmedämm-Verbundsystem ① energetisch ertüchtigt. Anbau als Holzrahmenbau mit Holzfaser-Wärmedämmverbundsystem ②, Holzfaser-Dämmplatten mit allg. bauaufsichtlicher Zulassung für den Holzbau als tragende Dämmplatte.</p>
<p>Als erster Rahmenständer ③ sollte ein vergüteter Querschnitt gewählt werden (Duobalken, BS-Holz), um Verformungen zu minimieren.</p>
<p>Anschluss der OSB-Platte als Dampfbremse↑ / Luftdichtung mit einem überputzbaren Klebeband zum vorhandenen Mauerwerk. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.</p>
<p>Andichtung Rahmenständer zum Mauerwerk z. B. mit Zellgummi-Hohlprofil-dichtungen.</p>
<p>Dehnungsprofil zwischen den Putzbeschichtungen (z. B. Protektor 7581) und Abschlussprofil für die Gipsplattenbekleidung (z. B. Protektor 3741) zur Aufnahme möglicher Verformungen.</p>

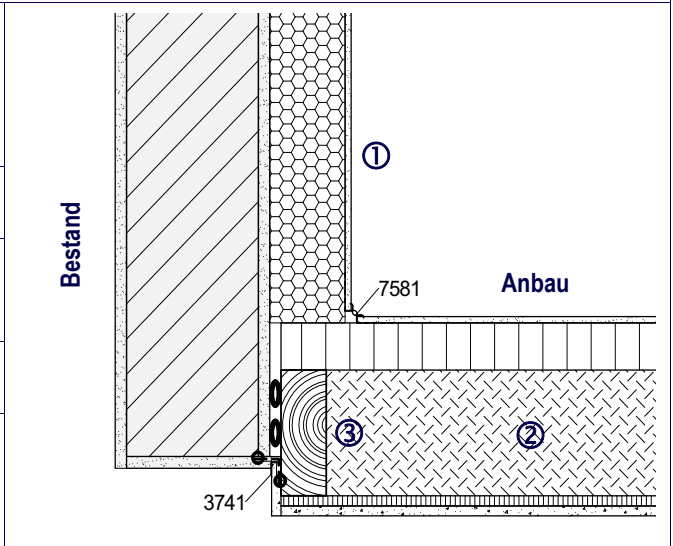
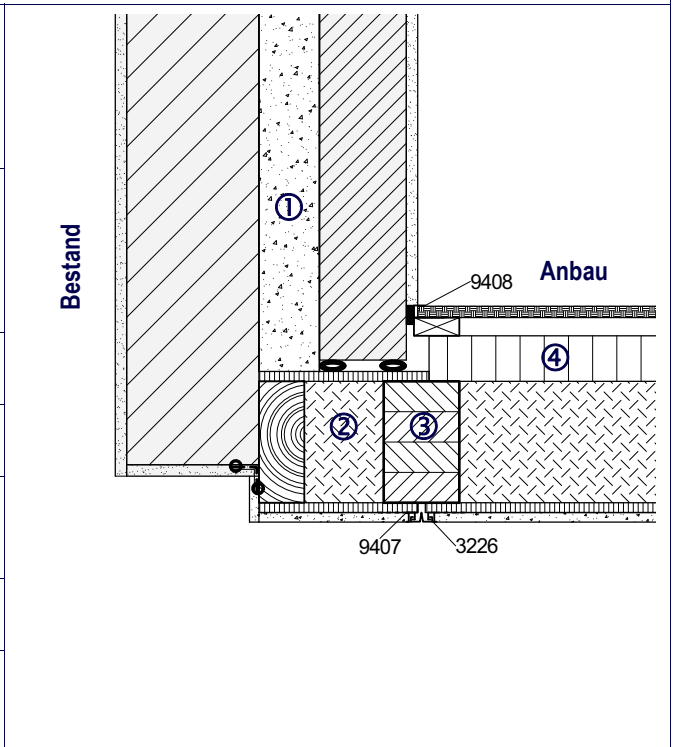


Abb. G6.4 Außenwandanschluss bei zweischaligem Mauerwerk, Ausführung als gleitender Anschluss

<p>Öffnung des Bestandsmauerwerks zum Anbau als Durchbruch. Die Verblendschale springt dabei zurück, um die Dämmebene des Anbaus zur Innenschale zu führen. Einbau einer nachträglichen Kerndämmung ①, um das Bestandsgebäude energetisch zu ertüchtigen. Der Anbau wird mit einer hinterlüfteten Fassade ausgeführt.</p>
<p>Gleitender Anschluss der Holzrahmenbauwand ② an die tragende innere Schale. Das Rahmenholz wird vor der Montage des Rahmenwerks verdübelt. Die beidseitigen OSB-Plattenstreifen sind vorher fixiert und reichen bis zum Anschlussstiel der Anbauwand. OSB kann in der Anschlusschiene (z. B. Protektor 9407) gleiten.</p>
<p>Ausführung des ersten Rahmenständers ③ mit Breite 100 mm, um genügend Anschlussfläche zu bieten. In der Achse befindet sich die „Dehnfuge“.</p>
<p>Holzfaser-Dämmplatte ④ als diffusionsoffene Unterdeckplatte, <math>s_d</math>-Wert <math>\leq 0,2</math> m.</p>
<p>Anschluss der OSB-Platte als Dampfbremse↑ / Luftdichtung mit einem überputzbaren Klebeband zum vorhandenen Mauerwerk. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.</p>
<p>Andichtung OSB-Plattenstreifen zur Verblendschale z. B. mit Zellgummi-Hohlprofil-dichtungen.</p>
<p>Fassadenabschlussprofil (z. B. Protektor 9408) zur Aufnahme möglicher Verformungen. Dehnungsprofil (z. B. Protektor 3226) zur Trennung der Gipsplattenbekleidung.</p>



# Glossar

## A

### Auslieferungsfeuchte

als Feuchtegehalt in Prozent bezogen auf die Trockenmasse. Bestimmung nach DIN EN 322. Die Ausgleichsfeuchte bezieht sich auf den Zustand im Herstellwerk. Auf dem Transportweg und den Lagerstationen zur Baustelle kann die Holzfeuchte ↑ abweichen.

## B

### Bauregelliste

Nach den Änderungen durch die europäischen Regelungen zu den Bauprodukten hat es Veränderungen gegeben. In diesem Zusammenhang wurde die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) eingeführt (siehe auch MVV TB ↑).

### tragendes Bauteil

Bauteil, das hinsichtlich der Standsicherheit der baulichen Anlage, der Standsicherheit der Teile der baulichen Anlage oder hinsichtlich der eigenen Standsicherheit nicht nur von untergeordneter Bedeutung ist. Dagegen ist ein nicht tragendes Bauteil hinsichtlich der Standsicherheit der baulichen Anlage, der Standsicherheit der Teile der baulichen Anlage und hinsichtlich der eigenen Standsicherheit nur von untergeordneter Bedeutung. Von Bauteilen untergeordneter Bedeutung geht im Versagensfall in der Regel nur eine relativ geringe Gefahr aus. Weitere Hintergründe sind in Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 166 dargestellt.

Anmerkung: Nicht geregelte Bauteile/Bauprodukte untergeordneter Bedeutung sind in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB ↑) im Kapitel D2 (früher Bauregelliste ↑ Liste C) des Deutschen Instituts für Bautechnik aufgeführt.

### Bekleidung

Schicht eines mehrlagigen Bauteils, die die Konstruktion abschließt. Der Abschluss kann zur Raumseite, zur Außenseite oder zu einem Luftraum sein. Beispiele sind Fassadenbekleidungen oder auch Innenbekleidungen bei Wänden, Decken und Dächern. Die Innenbekleidungen bleiben in ihrer Art zum Raum sichtbar. Es sind Anforderungen an die Ebenheit sowie an die Raumgestaltung zu berücksichtigen. Im Unterschied zur Beplankung ↑ nicht statisch wirksam. Ein Sonderfall der Bekleidung ist die „brandschutztechnisch wirksame Bekleidung“ (siehe Seite 142).

### Beplankung

Beplankungen sind Bauteilschichten, die statisch wirksam sind und damit im Tragwerksnachweis statisch nachgewiesen werden. Auch bezeichnet als tragende und/oder aussteifende Beplankungen. Im Wandbereich werden Beplankungen meistens aus OSB-Platten hergestellt und sollten dann sinnvollerweise auf der Innenseite des Rahmenwerks angeordnet werden. Dort sind sie als Dampfbremse ↑ wirksam. und können gleichsam als luftdichte Ebene ausgebildet werden.

## Bläuepilze

gehören zu den holzverfärbenden Pilzen und treten nur in Verbindung mit zu hohem Feuchtegehalt im Holz auf. Der Befall kann im Rundholz, im Schnittholz und im eingebauten Zustand eintreten. Bläuepilze schädigen die Holzsubstanz nicht, können aber zu einer optischen Beeinträchtigung führen und die Haffähigkeit von Beschichtungen herabsetzen. Bläueschutzmittel sind Wirkstoffe in Grundierungen.

## C

### Charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitswerte

werden im Holzbau als materialbezogene mechanische Kennwerte zur Bauteilbemessung im EC 5 verwendet. Hintergründe dazu auf Seite 166 erläutert.

## D

### Dachabdichtung

von Dächern oder Bauteilen werden aus zusammenfügbaren bahnen- oder planenförmigen Produkten hergestellt oder als ganzflächige Beschichtungen ausgeführt.

Dachabdichtungen sind der obere Abschluss von Gebäuden auf flachen oder geneigten Dachkonstruktionen. Dachabdichtungen können mit Schutz- oder Nuttschichten versehen sein [28].

### Dachdeckung

ist der obere Abschluss von Gebäuden auf geneigten Dachkonstruktionen aus in der Regel schuppenartigen überdeckten, ebenen oder profilierten platten oder tafelförmigen Deckwerkstoffen.

Um eine ausreichende Regensicherheit herzustellen, sind bei bewohnten Dachgeschossen stets Unterspannungen ↑, Unterdeckungen ↑ oder Unterdächer ↑ erforderlich [28].

Dachart	Dachgeschoss	Verweis
mit Dachabdichtung (Flachdach)	ausgebaut (mit Wärmedämmung)	Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 34
mit Dachdeckung (flach geneigt)		siehe „Flache Dachneigung ab 7°“ auf Seite 24
mit Dachdeckung (Steildach)	nachträglicher Ausbau	Abschn. A2. „Dach“ ab Seite 21 [32]

Tab. Glossar. 1

Überblick zu den Dacharten

## Dachneigung

ist die Neigung der Dachkonstruktion gegen die Waagerechte. Das Maß der Dachneigung wird ausgedrückt in Winkeln zwischen der Waagerechten und der Dachfläche in Grad [°] oder als Steigung der Dachfläche gegenüber der Waagerechten in Prozent [%].

Begriffe (Quelle: DIN 68800Teil 2):

- geneigtes Dach mit einer Neigung von mindestens 5°.
- flach geneigtes Dach mit einer Neigung von weniger als 5°, mindestens jedoch von 3°.
- Flachdach, Dach mit einer Neigung von weniger als 3° (5 %), mindestens jedoch von 2 %.

Dachneigung	Dachsteigung	Dachneigung	Dachsteigung
0,57°	1 %	1°	1,75 %
1,15°	2 %	2°	3,49 %
1,72°	3 %	3°	5,23 %
2,29°	4 %	4°	6,98 %
2,87°	5 %	5°	8,72 %
3,44°	6 %	6°	10,45 %
4,01°	7 %	7°	12,19 %
4,59°	8 %	8°	13,92 %
5,16°	9 %	9°	15,64 %
5,74°	10 %	10°	17,37 %

Tab. Glossar. 2 Umrechnungstabelle

## Dämmstoffe GK 0

Für die Gebrauchsklasse GK 0 nach DIN 68800-1 müssen Dämmstoffe so eingebaut werden, dass es nicht zu einer Feuchteerhöhung an Holz und Holzwerkstoffen kommt. Geeignet sind Dämmstoffe:

- aus Mineralwolle nach DIN EN 13162 oder
- aus Holzfaser nach DIN EN 13171 oder
- Dämmstoffe, deren Eignung für den Anwendungsfall der Gebrauchsklasse GK 0 nach DIN 68 800-1 mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist (siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 114)..Das trifft u. a. auf Dämmstoffe aus Zellulose und Naturfasern zu.

Der Dämmstoff muss in der Lage sein, auch außerplanmäßig hohe Einbaufeuchten rückzutrocknen zu lassen. Durch ein elastisches und formstabiles Gefüge muss er dauerhaft auch bei Erschütterungen und auftretenden Formänderungen des umgebenden Holzes funktionsfähig bleiben. Nach MVV TB ist das der Fall, wenn der Verwendungsnachweis folgende Eigenschaften bescheinigt:

- Einbaudichte zwischen 25 kg/m<sup>3</sup> und 155 kg/m<sup>3</sup>
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl  $\mu \leq 3$
- Feuchtegehalt bei 23 °C / 80 % rLF  $\leq 0,19$  kg/kg
- Naturdämmstoffe müssen hinsichtlich des Widerstandes gegen Schimmelpilze in die Klasse 0 eingestuft sein.

## Dampfbremse

„Dampfbremse“ ist der verkürzte Ausdruck für eine diffusionshemmende Luftdichtungsbahn. Die Bahn dient im Aufbau eines Gebäude-Außenbauteils im Wesentlichen zum Schutz zweier bauphysikalischer Phänomene:

1. Diffusion ↑
2. Konvektion ↑

Eine Dampfbremse ist eine wichtige Funktionsschicht im Aufbau von Holzkonstruktionen. Bauteilschichten mit einem  $s_d$ -Wert von über 1500 m gelten als dampfdicht (Dampfsperre).

## Dampfbremse, variabel

feuchtevariable / feuchteadaptive Schichten werden heute in verschiedenen Konstruktionen verwendet. Ein erforderlicher rechnerischer Feuchteschutznachweis erfolgt nach DIN EN 15026 (numerischen Simulationsverfahren). Verschiedene Normen fordern besondere Merkmale für nachweisfreie Konstruktionen.

In DIN 68 800-2 werden für bestimmte nachweisfreie Konstruktionen feuchtevariable Schichten gefordert mit:

- $s_d \geq 3$  m bei  $\leq 45\%$  relativer Luftfeuchte und
- $1,5 \text{ m} \leq s_d \leq 2,5 \text{ m}$  bei 70% relativer Luftfeuchte.

Für die Schichten ist nach DIN 68 800-2 ein bauaufsichtliches Verwendbarkeitsnachweis (allgemeine bauaufsichtlich Zulassung) erforderlich. In DIN 4108-3: 2024-03 werden für bestimmte nachweisfreie Konstruktionen feuchtevariable Schichten gefordert mit:

- $s_{d, \text{feucht}} \leq 0,5 \text{ m}$  bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von  $90 \% \pm 2 \%$  und
- $2,0 \text{ m} \leq s_{d, \text{trocken}} \leq 10,0 \text{ m}$  bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von  $25 \% \pm 2 \%$ .

## Dauerhaftigkeitsklassen

nach DIN EN 350 (Ausgabe Dez. 2016) meint die Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen Holz zerstörende Pilze. Zu den in Deutschland im Holzbau sehr gebräuchlichen Holzarten Douglasie, Lärche und Eiche nimmt die Holzschutz-Norm DIN 68 800 Bezug. Dort geht es um die Verwendbarkeit in den Gebrauchsklassen. Nähere Hinweise werden in Tabelle C5.3 auf Seite 116 gegeben.

## Deutsches Institut für Bautechnik

DIBt<sup>1</sup> – Institution des Bundes und der Länder zur einheitlichen Erfüllung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet des öffentlichen Rechts.

Aufgaben des DIBt sind insbesondere:

- Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen ↑,
- Erteilung allgemeiner Bauartgenehmigungen,
- Erteilung europäischer technischer Bewertungen (ETA ↑),
- Bekanntmachung der Muster-Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen (MVV TB ↑),
- Anerkennung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen.

In seiner Eigenschaft als Zulassungsstelle ist das DIBt Mitglied der EOTA (Europäische Organisation für Technische Zulassungen) und der UEAtc (Europäische Union für das Agrément im Bauwesen).

## Diffusion

Diffusion ist ein Ausgleichsprozess, bei dem sich z. B. verschiedene Gase oder Flüssigkeiten langsam durchmischen. In der Bauphysik beschreibt die Wasserdampfdiffusion den Feuchtetransport durch Molekülwanderung, verursacht durch den Dampfdruckunterschied der das Bauteil umgebenden Luftschichten. Der Austausch erfolgt also, im Gegensatz zur Konvektion nicht über Fugen, sondern durch die Wanderung der Feuchtigkeit durch eine Materialschicht.

<sup>1</sup> Quelle: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), [www.DIBt.de](http://www.DIBt.de)

**Dimensionsstabilität**

die Dimensions- und Formstabilität eines Holzes, häufig auch als Maßhaltigkeit ↑ oder Stehvermögen bezeichnet, ist eine sehr komplexe Größe, die von vielen Einflussfaktoren abhängt: absolutes Schwind- bzw. Quellmaß, Anisotropie von Quellung und Schwindung (Unterschied zwischen tangentialer und radialer Bewegung), Abweichung des Faserverlaufs, Angleichgeschwindigkeit der Holzfeuchte ↑, Querschnittsabmessungen, Inhomogenität des Umgebungsklimas. Allgemein kann man davon ausgehen, dass die Dimensions- und Formstabilität schlechter wird, je mehr und je anisotroper eine Holzart schwindet oder quillt und je rascher sie mit ihrer Holzfeuchte ↑ auf Klimawechsel reagiert <sup>1</sup> (Bitte auch [31] beachten).

**DIN 1052**

ist eine frühere Norm ↑ zur Bemessung und Ausführung von tragenden Konstruktionen des Holzbaus. Dort waren folgende materialspezifische mechanische Kennwerte definiert:

- das E-Modul (Elastizitätsmodul in MN/m<sup>2</sup> = N/mm<sup>2</sup>) als Verhältnis zwischen der auftretenden Spannung zur möglichen Dehnung von Baustoffen und Bauteilen
- zulässige Spannungen (in MN/m<sup>2</sup> = N/mm<sup>2</sup>) als innerer Widerstand von Bauteilen gegen eine äußere Kraft bezogen auf die Querschnittsfläche (Verhältnis Kraft zu Fläche)

DIN 1052 wurde ersetzt durch die Euronorm DIN EN 1995-1-1 (Eurocode EC 5). Das Berechnungsverfahren der aktuellen DIN EN 1995-1 verwendet ein verändertes Sicherheitskonzept. Hintergründe werden im Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 166 erläutert.

**Druckspannung  $\sigma_{10}$**

Bei Dämmstoffen mit definierter Druckfestigkeit wird die Druckspannung  $\sigma_{10}$  angegeben, bei der das Material in der Dicke um 10 % gestaucht wird. Teilweise auch als CS(10) bezeichnet. (kPa = kN / m<sup>2</sup>  $\cong$  100 kg / m<sup>2</sup>).

**Druckspannung  $\sigma_{c,0}$**

Für Stützen in tragenden Wänden muss nachgewiesen werden, dass die maximale Längs-Druckspannung  $\sigma_{c,0}$  nicht überschritten wird. Diese kann beschrieben werden als der Quotient aus der Auflast F in N („Newton“, etwa 100g) je mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche A.  $\sigma_{c,0} = F / A$ . Eine Holzstütze im Format 60/120 (Nadelholz der Festigkeitsklasse C24, NKL 1, KLED mittel, siehe Seite 167) kann unter Berücksichtigung aller Teilsicherheitsbeiwerte im Idealfall eine Bemessungslast von rund 62 kN (etwa 6,2 t) aufnehmen. Jedoch nur, wenn das Ausknicken der Stütze verhindert wird.

In einer typischen Holzrahmenbauwand ist die Stütze in Richtung der Wandachse durch die verklammerte Beplankung gegen das Knicken gesichert. In Richtung aus der Wandachse heraus jedoch nicht. Die Tragfähigkeit muss abgemindert werden, da das Versagen durch Knicken früher eintritt, als durch das „Zerdrücke“ der Holzfasern in Längsrichtung. Die Abminderung ist abhängig von der Länge der Stütze. Bei einer Länge von 2,8 m beträgt die maximale Auflast nur noch etwa 28 kN oder 45 % ursprünglichen Last. Das entspricht einer Druckspannung von etwa 3,9 N / mm<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Quelle: Sell, „Kenngrößen von Holzarten“

In der Regel steht eine HRB-Stütze auf einer Schwelle aus Nadelholz (C24). Auch diese muss die Last schadfrei aufnehmen können. Da die Festigkeit von Holz in Richtung quer zur Faser charakteristisch (siehe Seite 166) nur etwa 12 % derer in Längsrichtung beträgt, wird dieser Nachweis maßgebend. Die maximale Spannung in der Stütze ist dadurch nochmals reduziert und beträgt nur noch etwa 2,6 N/mm<sup>2</sup>. Die in den Bauteiltabellen angegebenen Maximalwerte für die Druckspannung  $\sigma_{c,0}$  bei Wänden mit Brandschutzanforderung stellen somit nochmals eine deutliche Reduzierung der möglichen Auflast dar. Das kann gerade unter Einzellasten zu einer notwendigen Vergrößerung des Stützenquerschnittes oder zu Sonderstützen führen.

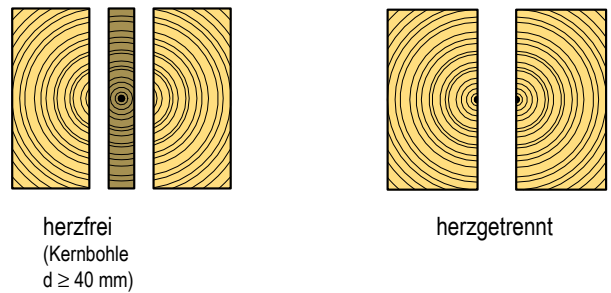
**E**

**Energieeinsparverordnung (EnEV)**

Vorgängerverordnung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)

**Einschnittart**

Die Formstabilität wird maßgeblich nach der Einschnittart bestimmt. Bei zweistielig geschnittenem Bauholz werden zwei Varianten ausgeführt. Tab. Glossar. 3 zeigt die auffällig unterschiedlichen Ergebnisse.



In diesem Zusammenhang ist eine Untersuchung einer größeren Anzahl von Hölzern interessant, die in der folgenden Tabelle verkürzt wiedergegeben wird.

Querschnitt [mm]	Messwerte für die mittlere maximale Rissbreite / Risstiefe [mm] beim Trocknungsvorgang entsprechend der Einschnittart ↑		
	Ganzholz z	herzgetrennt	herzfrei
80 x 180	1,3 / 12	1,3 / 17	0,5 / 11
140 x 260	7,1 / 57	3,8 / 41	1,4 / 32
160 x 160	7,1 / 66	2,9 / 42	1,0 / 26

Tab. Glossar. 3 Reihenuntersuchung für Vollholz ↑

Quelle: Prof. Dr. P. Glos, Bauen mit Holz 6/95

**Emissionsklasse**

für die Formaldehydabgabe von Baustoffen im eingebauten Zustand, gemäß DIBt ↑-Richtlinie 100 (6.94) und nach der Prüfnorm DIN EN 120.

## ETA

(Europäische technische Bewertung)

Die europäische technische Bewertung ist ein Nachweis der Verwendbarkeit eines Bauproduktes im Sinne der Bauproduktenverordnung. Die ETA beruht auf Prüfungen, Untersuchungen und einer technischen Beurteilung durch Stellen, die von den Mitgliedstaaten der EU hierfür bestimmt worden sind. Sie umfasst alle Produktmerkmale, die für die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen in den Mitgliedsstaaten bedeutsam sein können, wobei die jeweils erforderlichen Leistungsniveaus national unterschiedlich sein können.

Eine ETA kann für Bauprodukte erteilt werden, für die (noch) keine harmonisierten Normen vorliegen oder die wesentlich von einer harmonisierten Norm  $\uparrow$  abweichen. Die europäische technische Bewertung ermöglicht dem Hersteller die CE-Kennzeichnung des Bauproduktes und damit den Zugang zum europäischen Markt. Mit der CE-Kennzeichnung bestätigt der Hersteller, dass er das vorgeschriebene Nachweisverfahren durchgeführt hat und die Konformität des Produkts mit der ETA gegeben ist.

## F

### Farbkernhölzer

sind Holzarten  $\uparrow$  deren Kern dunkel gefärbt sind. Dieser Bereich weist durch die Inhaltsstoffe eine höhere Widerstandskraft gegenüber Holzschädlingen auf. Der äußere Splintbereich ist weniger resistent, meist Dauerhaftigkeitsklasse  $\uparrow$  5 nach DIN EN 350-2.

### Fassade, vorgehängt hinterlüftet VHF

Die Fassade muss nach DIN 4108-3 schlagregensicher  $\uparrow$  ausgeführt werden. Für die Ausführung vorgehängter Fassaden ist die DIN 18516 sinngemäß zu beachten. Die DIN 68800-2 Abschn. 8 enthält weitere Hinweise. Weitere Hinweise enthält [30].

### Fasersättigungsfeuchte

bezeichnet die Holzfeuchte  $\uparrow$ , bei der Zellwandungen des Holzes mit Wasser gesättigt sind, jedoch kein Wasser in den Zellhohlräumen vorhanden ist (Tab. Glossar. 4).

### feuchteadaptiv

Diese Eigenschaft können z. B. Dampfbremsen  $\uparrow$  aufweisen, auch feuchtevariabel genannt (siehe „Umkehrdiffusion“ auf Seite 105). Viele Materialien verändern bei Feuchteaufnahme den  $s_d$ -Wert, werden diffusionsoffener. Stehen die Daten als gesicherte Rechenwerte zur Verfügung (ggf. Herstellerangaben), so kann ein geauerer Feuchteschutznachweis  $\uparrow$  durchgeführt werden (vgl. Dampfbremsevariabel  $\uparrow$ ).

Faser-sättigungs-feuchte in %	Typ der Holzarten $\uparrow$	Holzarten $\uparrow$ -beispiele <sup>a</sup>
22 bis 24	Kernholz $\uparrow$ von ringporigen und halbringporigen Laubhölzern mit ausgeprägtem Farbkern	Edelkastanie, <b>Eiche</b> , Esche, Robinie
26 bis 28	Nadelhölzer mit Farbkern und mäßigem Harzgehalt	Douglasie, Kiefer, Lärche
30 bis 34	Nadelhölzer ohne Farbkern	Fichte, Tanne
	Splintholz von Nadelhölzern mit Farbkern	Kiefer, Lärche
32 bis 36	Zerstreutporige Laubhölzer ohne Farbkern	Birke, <b>Buche</b> , Pappel
	Splintholz von ringporigen und halbringporigen Laubhölzern mit ausgeprägtem Farbkern	Edelkastanie, <b>Eiche</b> , Esche, Robinie

Tab. Glossar. 4 Angegeben wird die Fasersättigungsfeuchte  $\uparrow$  gebräuchlicher einheimischer Bauholzarten (Quelle: DIN 68800 Teil 1)

<sup>a</sup> Die im EC 5 aufgeführten Holzarten  $\uparrow$  sind fett gedruckt.

### Feuchtebeständigkeit

bezieht sich auf die Verwendung von Holzwerkstoffen in Bezug auf die klimatischen Umgebungsbedingungen.

Nach DIN EN 13986 werden drei Klimabereiche definiert, die sich auf die Nutzungsklassen  $\uparrow$  nach DIN EN 1995-1-1 beziehen.

Daraus ergeben sich Feuchtebeständigkeitsbereiche, in denen Holzwerkstoffe bei entsprechendem Nachweis verwendet werden dürfen.

- Trockenbereich entspricht NKL 1
- Feuchtbereich entspricht NKL 2  
Holzwerkstoffe, die für den Feuchtbereich geeignet sind, können bezüglich der Feuchtebeständigkeit ebenfalls im Trockenbereich eingesetzt werden.
- Außenbereich entspricht NKL 3  
Holzwerkstoffe, die für den Außenbereich geeignet sind, können bezüglich der Feuchtebeständigkeit ebenfalls im Trockenbereich und Feuchtbereich eingesetzt werden.

Die Zuordnung der Feuchtebeständigkeitsbereiche auf die Nutzungsklassen  $\uparrow$  bitte dem Kapitel Abschn. C3. „Nutzungsklassen und die Klimabedingungen“ ab Seite 95 entnehmen.

**Feuchteschutznachweis**

oder auch „Tauwassernachweis“. Standardmäßig bietet die DIN 4108-3 den Feuchteschutznachweis nach dem „Glaser-Verfahren“ an (stationäre Bewertung). Ausdrücklich werden aber auch genauere Nachweise zugelassen. Sollen die Randbedingungen aus Temperatur und Luftfeuchte variiert werden, so wird das Jenisch-Verfahren angewendet. Detailliertere Parameter lassen sich mit dynamische Rechenverfahren (instationär oder numerische Simulation) nach DIN EN 15026 abbilden.

- instationäre (veränderliche) Klimarandbedingungen;
- Einflüsse aus Strahlungswärme (z. B. Flachdach);
- besondere Feuchtelasten (Baufeuchte, Raumklima);
- feuchteadaptive Eigenschaften von Materialien;
- ggf. verschiedene Feuchteleitprinzipien wie Sorption, Kapillarität, dazu die Feuchtespeicherfähigkeit der Materialien. Effekte wie die Umkehrdiffusion können dann bei kritischen Bauteilen wie bei Dächern mit Abdichtung gezielt eingeplant werden.

**Feuchtespeicherfähigkeit**

Beim Feuchteschutz wirkt sich eine Feuchtespeicherfähigkeit zusätzlich positiv aus. Diese bezieht sich auf die äußere Bauteilebene des Rohbauteils. Die Feuchtespeicherfähigkeit wirkt insbesondere dann, wenn unkontrolliert Wasserdampf in die Konstruktion eindringt (z. B. Warmluftströmungen aus dem Innenraum durch Leckagen der Luftdichtung). Dieser kondensiert an kalten Oberflächen aus und würde z. B. von feuchteaufnahmefähigen Holzwerkstoffplatten (Angabe z. B.  $>200 \text{ g/m}^2$ ) zwischengespeichert.

**G****Gebrauchsklasse**

(GK) werden nach DIN 68800 Teil 1 angegeben. Die Gebrauchsklasse ist ein Einteilungsprinzip für die Einbausituation von Holz in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen. Die Gebrauchsklassen sind nicht deckungsgleich mit den Nutzungsklassen nach DIN EN 1995-1-1. Für den Holzbau ist das grundsätzliche Bestreben angezeigt, die Gebrauchsklasse 0 zu erreichen (Verzicht auf den vorbeugenden chemischen Holzschutz). Dabei sind die vorbeugenden baulichen Maßnahmen nach dem Teil 2 der Norm zu beachten. Grundsätzlich muss verhindert werden, dass die Holzfeuchtigkeit dauerhaft über 20% ansteigt. Dieses ist in Wohngebäuden üblicher Nutzung gegeben. Das gilt auch für die Küchen und Bäder, soweit die mittlere relative Luftfeuchte nicht über 85 % beträgt. In Spritzwasserbereichen ist die Holzkonstruktion oder -bekleidung wasserabweisend abzudecken, ein Oberflächenanstrich ist dafür nicht ausreichend. Zum Erreichen der Gebrauchsklasse 0 ist es u.a. erforderlich, die obere Abdeckung der Konstruktion diffusionsoffen auszuführen ( $s_d$ -Wert  $\leq 0,3 \text{ m}$ ). Dieses kann auch mit einer Vollschalung aus Holzbrettern erreicht werden. Weitere Hinweise zum Erreichen der GK 0 siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 114.

**Gebrauchstauglichkeitsnachweis**

(Begriff aus der DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5, vgl. Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 166)

Neben der Bemessung nach der Tragfähigkeit ist die Bemessung nach der Gebrauchstauglichkeit zu führen. Die Tragfähigkeit einer Konstruktion ist zwingend vorgeschrieben. Die Konstruktion muss als hinreichend standsicher nachgewiesen sein (im Holzbau nach DIN EN 1995-1-1). Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit kann mit dem Auftraggeber frei vereinbart werden. Geschieht dies nicht gelten die geregelten Grenzwerte. Der Auftraggeber kann besondere Anforderungen z. B. hinsichtlich der Verformbarkeit einer Deckenkonstruktion stellen. In den Nachweisen zur Gebrauchstauglichkeit werden heute drei verschiedene Einwirkungssituationen abgeprüft. Einer dieser drei „Lastfälle“ wird dann maßgebend.

Handelt es sich bei der Konstruktion z. B. um eine Decke unter Wohnräumen, so ist zusätzlich der Nachweis auf Schwingung zu führen. Einen Nachweis auf Schwingung gibt der EC 5 vor. Insbesondere bei Einfeldträger führt der Lastfall Schwingung zu einer erheblichen Querschnittszugabe.

**HINWEIS:**

Auf den Gebrauchstauglichkeitsnachweis auf Schwingung kann bei einer Deckenkonstruktion nur dann verzichtet werden, wenn dies der Auftraggeber ausdrücklich wünscht. Diese Vereinbarung ist im Bauvertrag zu fixieren. Es ist ebenfalls schriftlich festzustellen, dass der Auftraggeber (z. B. privater oder gewerblicher Bauherr) vorher eine eingehende Beratung erhalten hat, ggf. mit Begehung einer Musterdecke.

**Gefährdungsklassen**

ist mit bauaufsichtlicher Einführung der DIN 68800-1: 2011-10 ein veralteter Begriff aus dem Holzschutz. Neuer Begriff: Gebrauchsklassen. Die Bezeichnungsänderung begründet sich mit dem europäischen Harmonisierungsprozess im Zuge der Holzschutznormung DIN EN 335.

**Glaser-Verfahren**

ist ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung des Tauwasserisikos im Inneren von Bauteilen. Die Untersuchung der Diffusionsvorgänge erfolgt unter standardisierten Randbedingungen und bildet die Grundlage des Feuchteschutznachweises nach DIN 4108-3.

In DIN 68 800 und DIN 4108-3 werden bestimmte Verhältnisse der sd-Werte angegeben, unter denen eine Konstruktion nachweisfrei bleiben kann. Wird von diesen Werten abgewichen, ist z. B. ein Feuchteschutznachweis nach DIN 4108-3 „Glaser-Verfahren“ zu führen. Darin ist nachzuweisen, dass die Trocknungsreserve für unplanmäßige Feuchte mindestens  $250 \text{ g/m}^2\text{a}$  beträgt.

Das Glaser-Verfahren ist z. B. nicht anwendbar bei:

- Dachkonstruktionen mit Begrünung, Bekiesung, Plattenbelägen oder Holzrost
- gedämmten, nicht belüfteten Holzdachkonstruktionen mit Metaldachdeckung oder mit Abdichtung auf Schalung oder Beplankung ohne Hinterlüftung der Abdichtungs-/Deckunterlage
- Innendämmung mit  $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  auf einschaligen Außenwänden mit ausgeprägtem sorptiven und kapillaren Eigenschaften.

## Gleichgewichtsfeuchte

oder Ausgleichsfeuchte des Holzes. Wird angegeben als Masse-% bezogen auf die Trockenmasse.

In der natürlichen Umgebung ist in Holz Wasser enthalten. Je nach Rohdichte besteht das Holz zu 50 bis 60% aus Hohlräumen, im Mikrosystem innerhalb der Zellwänden (gebundenes Wasser) sowie innerhalb der Zellhohlräume / Lumen im Makrosystem (freies Wasser). Holz nimmt bei steigender Luftfeuchte Wasser auf (Sorptions ↑), bei fallender Luftfeuchte wird Wasser abgegeben (Desorption). Holz ist damit hygroscopisch ↑.

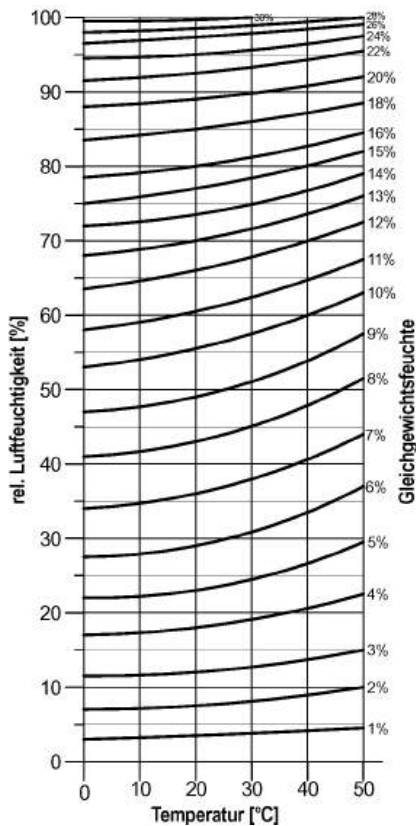
Bleibt die Luftfeuchte konstant, pendelt sich das Holz mit entsprechender zeitlicher Verzögerung auf die Gleichgewichtsfeuchte ein. Weiteren Einfluss auf die Gleichgewichtsfeuchte haben die Temperatur sowie der

Luftdruck (bedeutend bei der Holz Trocknung ↑). Bei normalen Klimaverhältnissen ist aber die relative Luftfeuchte bestimmend.

Das Diagramm zeigt das hygroscopische ↑ Verhalten des Holzes in Abhängigkeit relativer Luftfeuchte, Temperatur und Gleichgewichtsfeuchte des Holzes.

Die Gleichgewichtsfeuchte ist für jede Holzart unterschiedlich. Das Diagramm <sup>1</sup> (hier Sitka-Fichte) kann jedoch näherungsweise auch für andere Holzarten ↑ verwendet werden.

Die Abweichungen können bei einheimischem Nadelholz ca. ±0,5 % und bei einheimischen Laubholz ca. ±1,5 % betragen.



## H

### Holzarten

Typische einheimische Holzarten für Baukonstruktionen sind:

- bei Nadelholz Fichte, Tanne, Kiefer, europ. Lärche, Douglasie
- und bei Laubholz im Wesentlichen Eiche

Hinweise auf die verschiedenen Holzarten enthält [31].

## Holzfeuchte <sup>2</sup>

(Kurzzeichen  $u$  [%]) ist ein relatives Maß in Prozent bezogen auf den darrtrockenen Zustand (Holzfeuchte  $u = 0$  %).

Der Feuchtegehalt des Holzes  $u$  wird ermittelt als Quotient aus Masse an Wasser im feuchten Holz und Masse des darrtrockenen Holzes.

$$u = (m_u - m_0) : m_0 \times 100 \text{ [%]}$$

$m_u$  = Masse des feuchten Holzes.

Die Bestimmung der Holzfeuchte kann auf unterschiedliche Art erfolgen:

- Die Bestimmung der Holzfeuchte mit Hilfe des Darrverfahren erfolgt nach DIN EN 13183-1. Ist die genaueste Methode unter labortechnischen Voraussetzungen. Die Ausgangsmasse des Stückholzes wird bestimmt. Das Differenzgewicht zur Darrmasse wird auf die Darrmasse bezogen. In der Darrmasse des Holzes ist quasi keine Feuchte enthalten. Die minimal verbleibende Restfeuchte ist ohne Bedeutung.
- Die Schätzung der Holzfeuchte durch das elektrische Widerstandsmessverfahren erfolgt nach DIN EN 13183-2. Es ist die verbreitetste Methode mit mobilen Messgeräten.
- Die Schätzung der Holzfeuchte durch das kapazitive Messverfahren erfolgt nach DIN EN 13183-3. Es wird z. B. bei der Vollholzproduktion in stationären Anlagen verwendet.

Weitere Feuchtebegriffe zum Werkstoff Holz:

- „Normalfeuchte“ –  $u = 12$  %; dieser Feuchtegehalt stellt sich bei den meisten Holzarten ↑ unter dem Klima 20°C und 65 % rLf. ein (Innenraumklima der gemäßigten Zone).
- „lufttrocken“ –  $u_i$ ; unter Freiluftlagerung stellt sich eine Holzfeuchte ↑ in dem Bereich um  $u = 15$  % ein. Wobei die Holzfeuchte zwischen 12 % und 20 % schwanken kann.
- „trocken“ –  $u \leq 20$  % für Nadelholz. Begriff aus der veralteten DIN 68365.
- „halbtrocken“ –  $20 \% \leq u \leq 30$  % (Querschnitt über 200 cm<sup>2</sup> bis 35 %). Begriff aus der veralteten DIN 68365. Bauholz dieser Holzfeuchte darf nur für untergeordnete Zwecke verwendet werden.
- „frisch“ – ohne Begrenzung der Holzfeuchte. Begriff aus der veralteten DIN 68365. Bauholz dieser Holzfeuchte darf im Bauwesen nicht verwendet werden.
- „saffrisch“ oder „waldfrisch“, „grünfeucht“ für Fichte und Kiefer:
  - im Kern 35 % bis 50 %,
  - im Splint 100 % bis 150 %,
  - im Durchschnitt 55 % bis 70 %.
 die Holzfeuchte „sägefrisch“ weicht unter Umständen nur gering ab und ist undefiniert. Der Begriff „Frischeinschnitt“ meint den Einschnitt des Vollholzes aus „saffrischem“ Rundholz.

Weitere Begriffe:

- Fasersättigungsfeuchte ↑
- Gleichgewichtsfeuchte ↑
- Holz Trocknung ↑
- Nutzungsklassen ↑

<sup>1</sup> Quelle: Leißer „Holzbauteile richtig geschützt“, DRW-Verlag.

<sup>2</sup> Quelle u. a. Ulf Lohmann „Holz-Lexikon“ 4. Auflage.

**Holzschutz, Einbringverfahren für chemische Wirkstoffe**

- Anstrich

Häufig wird aus Kostengründen das Holz mit Holzschutzmitteln angestrichen. Hierbei handelt es sich um einen reinen Oberflächenschutz. Um die Wirksamkeit zu gewährleisten ist insbesondere auch wegen der nachträglichen Rissbildung ein Nachbehandeln notwendig.

- Spritzen, Tauchen, Fluten

Diese Verfahren gehören wie das Streichen auch zu den Kurzzeitverfahren. Diese Verfahren sind in ihrer Wirkung besser und die Umweltbelastung geringer. Dafür ist der technische Aufwand aber sehr viel höher.

- Trogränkung

Die Trogränkung gehört zu den am häufigsten eingesetzten Verfahren. Hier steht technischer Aufwand und erzielte Wirkung bei Einhaltung der Holzschutzmittelanweisung in einem guten Verhältnis.

Bei der Trogränkung werden die Hölzer in sogenannte Tröge, die mit Holzschutzmittel gefüllt sind, getaucht und gegen ein Aufschwimmen gesichert. Dort verweilen sie über Stunden bis zu mehreren Tagen. Die Tränkzeit hängt von der Holzfeuchte↑ und der Konzentration der Schutzmittellösung ab. Das vielfach praktizierte „Kurzttauchen“ führt ggf. nicht zu einer ausreichenden Schutzwirkung.

- Volltränkung (Vakuum-Druckverfahren, Abk. KDI)

Die Hölzer werden in so genannte Imprägnierkessel gegeben, in denen Unter- oder Überdruck erzeugt wird, um die Luft aus dem Holz zu verdrängen, die ein Eindringen der Schutzmittel verhindert.

Dieses „statische“ Verfahren ist zur Tränkung von trockenen bis halbtrockenen („tränkreifen“) Hölzern geeignet, d.h. solchen mit Holzfeuchtigkeiten unterhalb des sog. Fasersättigungspunktes (≤ 30 %).

Bei allen Kesseldruckverfahren ist es äußerst wichtig, dass die Tränkparameter genau eingehalten werden: Nur so können die für einen optimalen Schutz erforderlichen Mindesteinbringmengen, Mindestlösnungskonzentrationen und Mindesteindringtiefen erreicht werden!

- Wechseltränkung (Henriksson-Verfahren)

Die Wechseldrucktränkung hingegen ist ein „dynamisches Verfahren“. Dieses Verfahren wird bei saffrischen Hölzern (mittlere Holzfeuchte↑ von etwa 80 bis 100 %) angewandt. Vor allem geschälte Rundhölzer werden mit diesem Verfahren geschützt.

**Holzsortierung**

Die Holzsortierung ist eine eigene „Wissenschaft“. Holz wird nicht nach „Rezept“ hergestellt, wie andere Baustoffe. Es ist ein Naturprodukt und kann nur mit Hilfe von Sortierungen klassifiziert werden. Holz als traditionsreiches Baumaterial ist aus seiner Geschichte heraus von der rein lokalen Vermarktung zu einer regionalen bis hin zu einer weltweiten Vermarktung gewechselt. Die „Handelsgebräuche“ wurden zunehmend und unter Berücksichtigung verschiedenster Interessen entwickelt. Inzwischen unterliegt Konstruktionsholz↑ einer praxisgerechten und europaweit einheitlichen Klassifizierung.

Die Holzsortierung beginnt mit dem EU-einheitlichen „Forst-Handelsklassensortiment“ (A/B/C/D-EWG). Von den Sägewerken werden je nach Staatszugehörigkeit oder je nach Exportzielen unterschiedliche Sortierungen als Handelssortimente angewendet (siehe unten). Für die Verwendung im Bauwesen gelten jedoch eigene Sortierkriterien (vgl.[31]). Für den Holzbauhandwerker ist es wichtig zu wissen, dass sich die Handelssortierungen erheblich von den baurelevanten Sortierungen für Tragwerke unterscheiden können.

	„nordische“ Sortierung	russische Gost- Sortierung	Tegernseer Gebräuche <sup>a</sup>
u/s <sup>b</sup> (unsortiert)	I (Prima) II (Sekunda) III (Tertia) IV (Quarta)	I (Firsts) II (Seconds) III (Thirds)	0 I II
als mindere Qualität	V (Quinta)	IV (Fourths)	III
aussortiert <sup>c</sup>	VI (Sexta)	V (Fifths)	IV

Tab. Glossar. 5 Güteklassen bei den verschiedenen Handelssortierungen für Schnittholz als Brettware

<sup>a</sup> Die Güteklassen der Tegernseer Gebräuche lassen sich nicht mit den anderen Sortierungen vergleichen. Die Zuordnung versteht sich als prinzipielle Darstellung.

<sup>b</sup> Im Baubereich wird die u/s-Qualität z. B. für Sichtschalungen eingesetzt.

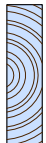


<sup>c</sup> Die letzte Sortierklasse wird für mindere Bauanforderungen eingesetzt, z. B. Rauspund.

Während man beim verleimten Holz (Brettschichtholz) schon seit jeher die baurelevanten Sortierungen anwendet, ist das bei Vollholz↑ erst allmählich und nun insbesondere durch die Etablierung von Konstruktionsvollholz vollzogen worden. Auch bei den Dachlatten haben sich baurelevanten Sortierungen nun durchgesetzt (C24). Bei Schalungen sind einige nach Festigkeit sortierte Sortimente am Markt verfügbar. Einen Überblick zu den Sortierklassen und -regeln liefert [31].

**Holztrocknung**

Kurzbezeichnung KD auch K/D (engl.: kiln dried) künstlich (=technisch) getrocknetes Vollholz↑, im Gegensatz zu AD (A/D), luftgetrocknet (engl.: air dried). Technisch getrocknetes Holz wird in einer dafür geeigneten technischen Anlage prozessgesteuert bei einer Temperatur ≥ 55°C mindestens 48 Stunden auf eine Holzfeuchte↑ u ≤ 20 % getrocknet. (Quelle: DIN 68800 Teil 2). Siehe auch Holzfeuchte↑.

Obwohl KVH mit einer Holzfeuchte↑ von 15 ± 3 % ausgeliefert wird, ist bei dickeren Querschnitten von erhöhter Kernfeuchte auszugehen.

	Vollholz↑ (KVH)		
			
Querschnitt	b = 60 mm h = 240 mm	b = 100 mm h = 240 mm	b = 160 mm h = 240 mm
Holzfeuchte↑ bei Lieferung	15 ± 3 % über den gesamten Querschnitt	leicht erhöhte Kernfeuchte ist kaum vermeidbar	stark erhöhte Kernfeuchte ist kaum vermeidbar

Tab. Glossar. 6 Je kleiner der Querschnitt, desto effizienter und wirkungsvoller die Holztrocknung. Der Unterschied wird bei den größeren Querschnitten deutlich.

## Holzwerkstoffklasse↑

(veraltet)

nach DIN 68800-2: 1996-05 (20; 100; 100 G) wird mit bauaufsichtlicher Einführung der DIN 68800-1: 2011-10 abgelöst durch die Feuchtebeständigkeit↑ für Holzwerkstoffe (siehe [31]).

## Hydrophobierung

ist die Fähigkeit eines Baustoffes zur Wasserabweisung.

Zur Hydrophobierung ist eine wasserabweisende Imprägnierung↑ eines kapillarporigen Untergrundes erforderlich. Die Hydrophobierung behindert die Diffusion↑ von Wasserdampf kaum.

## Hygroskopizität

ist die Eigenschaft bestimmter Baustoffe, Feuchtigkeit aufzunehmen und abzugeben.

Hygroskopische Stoffe sind demnach solche, die aus Gasen Wasser aufnehmen.

Beispiel Holz: Befindet sich Holz im Zustand der Gleichgewichtsfeuchte↑, reichert es sich bei steigender Luftfeuchte weiter mit Wasser an, die Holzfeuchte↑ steigt.

Weitere hygroskopische Stoffe sind Salze aber auch Baustoffe wie Gips und Lehm. Gerade Holz, Gips und Lehm verbessern aufgrund ihrer hygroskopischen Eigenschaft das Wohnklima maßgeblich.

## I

### Imprägnierung

bezeichnet allgemein das Durchtränken eines kapillarporigen festen Stoffes mit einer Flüssigkeit. Es soll eine Schutzfunktion gegen physikalisch, chemisch oder biologisch schädliche Einflüsse erzielt werden. Der Begriff „Imprägnierung“ kann keine Gewähr für eine Wirkung sicherstellen. Bei Holzschutzbehandlung muss der Imprägnierbetrieb muss Angaben zur Bescheinigung der durchgeführten Maßnahme in den Begleitpapieren machen. Nähere Erläuterungen zum vorbeugenden chemischen Holzschutz ist auf Seite 123 zu finden.

### Infiltration

ist ein Begriff aus dem Zusammenhang der Luftdichtheit↑ von Gebäuden. Die Infiltration ist der Lufteintritt in das Gebäude bei Luftunterdruck. Die Exfiltration ist der Luftaustritt aus dem Gebäude bei Luftüberdruck. Vereinfachend werden beide Begriffe zu dem Begriff „Infiltration“ zusammengefasst.

Der Grad der Infiltration wird mit der Luftdurchlässigkeitsprüfung↑ gemessen. Es werden verschiedene Arten von Infiltrationen unterschieden, siehe dazu Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 90.

### Holz zerstörende Insekten

sind Holzschädlinge<sup>1</sup> im Sinne der DIN 68800 „Holzschutz“. Sie treten in Deutschland überwiegend als Käfer auf, deren Larven sich im Holz entwickeln und dieses durch ihre Fraßgänge zerstören. Termiten sind in Deutschland ohne Bedeutung.

Von Bedeutung als Holzzerstörer an verbautem Holz sind ausschließlich so genannte Trockenholzinsekten, wobei das Feuchtebedürfnis der ein-

zelnen Arten sehr unterschiedlich ist.

Frischholzinsekten befallen ausschließlich frisches Holz. Da einige ihre Entwicklung in trockenem Holz vollenden, besteht die Gefahr von Folgeschäden, es tritt jedoch kein Neubefall ein.

In Räumen mit üblichem Wohnklima ist nur für das Splintholz von stärke-reichen Laubhölzern (z. B. Abachi, Limba, Eichensplintholz) eine Gefahr von Schäden durch Lyctusbefall (Splintholzkäfer, s.u.) gegeben. (Quelle: DIN 68800 Teil 1)

Unterschieden werden als Holz zerstörende Insekten:

- Hautflügler wie die Holzwespe
- Termiten
- Schmetterlinge
- Käfer wie:
  - Gewöhnlicher Nagekäfer, Möbelkäfer
  - Brauner Splintholzkäfer
  - Bunter/Gescheckter Nagekäfer „Totenuhr“
  - Hausbockkäfer, Balkenbock
  - Scheibenbock

Eine Holzkonstruktion gilt bezüglich eines Insektenbefalls kontrollierbar, wenn die betreffenden Bauteile ohne bauliche Veränderungen (z. B. Entfernen von Bekleidungen und dergleichen) einsehbar sind und auf das Vorkommen von Insekten überprüft werden können. Ein Dachraum gilt als frei begehbar, wenn an der höchsten Stelle des Raumes eine Höhe von 2,0 Metern erreicht wird.

## K

### Kernholz

innere Zone des Holzes, die im stehenden Baum aufgehört hat, lebende Zellen zu enthalten oder Saft zu führen. Kernholz ist häufig dunkler als Splintholz, aber nicht immer deutlich vom Splintholz unterscheidbar (DIN EN 844-7:1997). Farbkernhölzer↑ besitzen ein unterschiedlich intensiv gefärbtes Kernholz, das eine gegenüber dem äußeren Splint höhere Dauerhaftigkeit aufweist.

### Klassifizierungsbericht

verweist auf Prüfungen des Brandverhaltens (Bauprodukt) bzw. des Feuerwiderstandes (Bauart) nach DIN 13501-1.

### Konstruktionsholz

wird hier als Synonym für Vollholz↑ und daraus hergestellte Produkte verwendet. Die Auswahl des geeigneten Konstruktionsholzes ist vielfältig. Abbildungen und Beschreibungen sind in [31] enthalten.

- Vollholz↑:
  - Bauholz,
  - MH® Massivholz.
- Gefühtes Vollholz↑ (Keilzinkenverbindung):
  - KVH® Konstruktionsvollholz.
- Gefühtes und verleimtes Schichtholz:
  - Balkenschichtholz,
  - Brettschichtholz (BSH), „Leimholz“.

### Konterlatte

für die Dicke und Befestigung der Konterlatte sind die Fachregeln des ZVDH [28] zu beachten. Weitere Hinweise zum Dachbereich siehe „Konterlatte: Querschnitte und Befestigung“ auf Seite 208 .

<sup>1</sup> Literatur: Kempe, Klaus – „Dokumentation Holzschädlinge“ – Verlag Bauwesen

**Konvektion**

ist eine Luftströmung, die bei einem Baukörper durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle resultieren kann. Der Luftstrom wird angetrieben durch Druckunterschiede infolge vorherrschender Windverhältnisse oder durch Temperaturunterschiede. Zur Verhinderung von Konvektion ist die Gebäudehülle luftdicht auszuführen. Durch Konvektion, also Luftströmung, werden wesentlich größere Feuchtemengen in die Konstruktion transportiert als durch Diffusion↑. Die Gefahr von Feuchteschäden durch Konvektion besteht darin, dass warmfeuchte Raumluft an kalte Oberflächen in der Konstruktion gelangen kann, wodurch erhebliche Mengen an Kondensatfeuchte entstehen können.

**L****Lagerfähigkeit**

von Bauprodukten wird unter der Voraussetzung einer werkstoffgerechten Lagerung angegeben. Wenn nicht anders angegeben, wird von einer kühlen und trockenen Lagerung in der Originalverpackung ausgegangen.

**Luftdichtheit**

bezeichnet die Eigenschaft eines Bauteils oder der Gebäudehülle, nicht oder nur in geringem Maße mit Luft durchströmt zu werden. Zur Bestimmung der Luftdichtheit eines Gebäudes werden Messungen mit dem sogenannten Differenzdruckverfahren (Blower-Door-Messung) durchgeführt. Nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) sind folgende Grenzwerte für den bei einer Bezugsdruckdifferenz von 50 Pascal gemessenen Volumenstrom ( $n_{50}$ -Wert) in Kubikmeter pro Stunde einzuhalten:

- das 3fache des beheizten oder gekühlten Luftvolumens des Gebäudes ohne raumluftechnische Anlagen
- das 1,5fache des beheizten oder gekühlten Luftvolumens des Gebäudes mit raumluftechnischen Anlagen

**Luftsichten**

werden hinter Außenwandbekleidungen und Dachdeckungen angeordnet. In der Ausführung werden sie unterschieden in:

- stehende oder ruhende Luftsichten sind planmäßig weder be- noch entlüftet;
- belüftete Luftsichten weisen unten eine Belüftungsöffnung auf, sind aber planmäßig nicht entlüftet;
- hinterlüftete/durchlüftete Luftsichten sind planmäßig sowohl mit Be- als auch Entlüftungsöffnungen ausgestattet.

Für Außenwandbekleidungen sind weitere Erläuterungen in [30] dargestellt. Für Dächer ist Abschn. E3. „Steildach, unterlüftete Dachdeckungen“ ab Seite 201 zu beachten

**M****Maßhaltigkeit**

von Bauteilen wird besonders im Sinne einer Beschichtung klassifiziert:

- **Nichtmaßhaltige Bauteile (n-mh)** sind z. B. überlappende Verbrettlungen (Boden-Deckel-Schalung), Fachwerk, Stützen oder Pergolen. Anforderung:  $s_d < 0,5\text{m}$ .

- **Begrenzt maßhaltige Bauteile (b-mh)** sind z. B. Brettschichtholz, profilierte Schalung oder Holzwerkstoffplatten. Anforderung:  $s_d$ -Wert von 0,5 bis 1,0m.
- **Maßhaltige Bauteile (mh)** sind u.a. Fenster und Außentüren (ggf. auch Fensterläden). Anforderung: Formstabilität ( $s_d$ -Wert  $> 1,2\text{ m}$ ).

**Mindestdachneigung**

ist die unterste Dachneigungsgrenze, die nicht unterschritten werden darf [28]. Für eine regensichere Ausführung ist jedoch die Regeldachneigung↑ (RDN) relevant. Diese werden unter „Regeldachneigung für Dachdeckungen“ auf Seite 202 aufgeführt.

Eine Unterschreitung der RDN bis hin zur Mindestdachneigung ist nur mit besonderen Maßnahmen ausführbar. Eine Auflistung enthält „Ausführung von Unterdeckungen“ auf Seite 204. Siehe auch Dachneigung↑

**MVV TB**

(Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) ersetzt die Bauregellisten↑ und die Musterliste Technische Baubestimmungen. Dies erfolgt im Zuge der Novellierung der Musterbauordnung von 2016. Teil A: Konkretisierung der Grundanforderungen an Bauwerke  
Teil B: Ergänzung zu Teil A für Bauteile und Sonderkonstruktionen  
Teil C: Regelungen zur Leistung von nicht harmonisierten Bauprodukten  
Teil D: Produkte, für die kein Verwendbarkeitsnachweis vorgesehen ist

**N****Norm**

ist eine technische Spezifikation, die von einer anerkannten Normenorganisation (z. B. DIN) zur wiederholten oder ständigen Anwendung angenommen wurde, deren Einhaltung grundsätzlich nicht zwingend vorgeschrieben ist. Es sei denn, Normen werden vertraglich vereinbart oder deren Einhaltung ist durch das Rechtssystem zwingend vorgeschrieben.

Es werden unterschieden:

- DIN-Norm↑
- EN Europäische Norm↑
- ISO International Organization for Standardization

Nach deren Typus werden unterschieden:

- Dienstleistungsnorm
- Gebrauchstauglichkeitsnorm↑
- Liefernorm
- Maßnorm
- Planungsnorm
- Prüfnorm
- Qualitätsnorm
- Sicherheitsnorm
- Stoffnorm
- Verfahrensnorm
- Verständigungsnorm

Dabei kann eine Norm aufgrund ihres Inhalts zu mehreren der vorstehend aufgeführten Arten gehören.

## Nutzungsklassen

NKL werden in DIN EN 1995-1-1 definiert. Die Nutzungsklassen sind für die Bemessung von Tragwerken aus Holz und Holzwerkstoffen von größter Bedeutung. Näheres dazu siehe Abschn. C3. „Nutzungsklassen und die Klimabedingungen“ ab Seite 95.

Die Nutzungsklassen stellen die klimatischen Verhältnisse eines Holzbauteils in seiner Umgebung während seiner Lebensdauer dar. In DIN EN 1995-1-1 werden im Abschnitt 2.3.1.3 drei Nutzungsklassen festgelegt.

Eine weitere Verwendung findet der Begriff Nutzungsklasse in Bezug auf die Klassifizierung von Holzbaustoffen. Bei Holzwerkstoffen spricht man dann von den Feuchtebeständigkeitsbereichen ↑. Nähere Erläuterungen finden sich in [31].

## O

### Oberflächenstruktur des Holzes

von Holz und Holzwerkstoffen für Beschichtungen sind abgestimmt für die Beschichtungen vorzubereiten. Dazu gehört u.a. die Struktur der Holzoberfläche (Oberflächenvergütung) als besondere Art und Weise der maschinellen Bearbeitung:

- gl = glatt (geschliffen oder hydrogehobelt),  
schl (K\_\_\_) = geschliffen mit Angabe der Körnung,  
hg = hydrogehobelt,
- egal = egalisiert bedeutet mittels Hobelung auf Querschnittsmaß (Nennmaß) kalibriert,
- bü = gebürstet,
- rif = geriffelt,
- fsr = feinsägerau (z. B. als Feinbandsägenschnitt),
- sr = grobsägerau (z. B. als Gatterschnitt).

## P

### Passivhaus

Ein Passivhaus in der Ursprungsidee soll mit dem erforderlichen Luftwechsel beheizbar sein. Dazu ist ein verbesserter Wärmeschutz erforderlich. Alle Außenbauteile müssen gleichermaßen hochwertig hergestellt werden (Vermeidung von Wärmebrücken). Kostensparend kann auf eine gewöhnliche Heizungsanlage verzichtet werden. Die Beheizung erfolgt über die Nacherwärmung der Zuluft. Die Lüftungswärmeverluste werden über die Anlage wiedergewonnen.

### Holz zerstörende Pilze

können sich unter günstigen Bedingungen in wenig resistenten Holzarten ↑ entwickeln. Sie bauen dabei die Holzsubstanz ab und mindern so die Festigkeit und Tragfähigkeit des Holzes bis zu der vollständigen Zerstörung. Insbesondere eine erhöhte Holzfeuchtigkeit ab der Fasersättigungsfuchte ↑ fördert das Wachstum. Holzbauteile werden entsprechend der konstruktiven Bedingungen in Gebrauchsklassen ↑ eingeteilt.

Unter den Holz schädigenden Pilzen werden unterschieden:

- Saprophyten als Braun- oder Weißfäulepilze, die vom toten organischen Material des Holzes leben, wie z. B.:

- Echter Hausschwamm
  - Brauner Kellerschwamm
  - Ausgebreiteter Hausporling
  - Weißer Breitsporiger Porenschwamm
  - Balkenblättling, Fensterholzpilz
  - Kiefern-Fältlingshaut
- Moderfäule wird z. B. durch Ascomyceten und Fungi imperfecti bei sehr feuchten Hölzern meist im Erdkontakt oder starker Verschmutzung verursacht.
- Parasiten, die vom lebenden Organismus des Baumes leben, wie z. B.:
- Wurzelschwamm
  - Spaltblättling
  - Eichenwirring

### Holz verfärbende Pilze

schädigen im Gegensatz zu den Holz zerstörenden Pilzen ↑ die Holzsubstanz bezüglich ihrer Festigkeit nicht. Dieser Kategorie von Pilzen werden insbesondere die Bläuepilze ↑ und die Schimmelpilze zugerechnet.

- Bläuepilze ↑ treten überwiegend im Splintholz auf und führen zu einer blauen bis schwarzen Verfärbung des Holzes. Mehr als 100 Arten gehören zu den Bläuepilzen. Typisch bei Kiefer, aber auch andere Nadelhölzer können befallen werden. Für ihre Entwicklung benötigen sie eine Holzfeuchte ↑ ab etwa Fasersättigung. Sie können sich bei optimalen Bedingungen (Frühsommer) innerhalb weniger Tage entwickeln und ernähren sich von den Zellinhaltsstoffen (z. B. Zucker, Stärke, Eiweiß). Bläuepilze ↑ können die Haftung von Beschichtungen beeinträchtigen. Auch die Wasseraufnahmefähigkeit des Holzes wird vergrößert.
- Schimmelpilze sind nicht holzspezifisch, sondern treten ebenso an anderen Materialien auf. Sie führen auf der Oberfläche von Holz zu verschiedenartigen Verfärbungen, sofern die für einen Befall erforderliche Luftfeuchte vorliegt. Höhere Temperaturen begünstigen die Entwicklung. Schimmelpilze können sich auch auf trockenem Holz entwickeln, wenn sich auf der Oberfläche aufgrund erhöhter Luftfeuchte bzw. Baufeuchte eine höhere Feuchte einstellt. Weitere Hinweise sind unter Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 114 dargestellt.

## Q

### QNG-Siegel

bedeutet „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ und bildet die Grundlage für die Vergabe von Fördermitteln. Es bestehen allgemeine und besondere Anforderungen an die ökologische, soziokulturelle und ökonomische Qualität von Gebäuden. Das Gebäude muss mit einem registrierten Bewertungssystem für nachhaltiges Bauen zertifiziert sein. Außerdem sind Anforderungen an die Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus des Gebäudes zu erfüllen.

### Quellmörtel

ist ein Mörtel, der beim Abbinden keine Volumenabnahme aufweist.

## R

### Raumabschluss

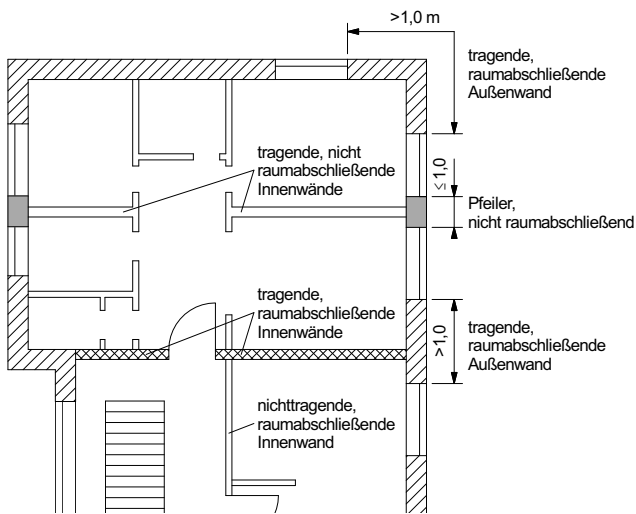
Unter Begriff „raumabschließend“ wird in der Betrachtung von Bauteilen im Brandfall eine wichtige Funktion eines tragenden Bauteils betrachtet (Brandschutz).

- „nichtraumabschließend“, bei Bauteilen mit Öffnungen ohne Anforderung an den Feuerwiderstand  $\uparrow$  in tragenden Bauteilen. Beispiele:
  - Innenwände mit Türen
  - Außenwände mit Fenstern

In dem Fall ist von einer Brandlast von beiden Seiten des Bauteils auszugehen.

- „raumabschließend“, bei Bauteilen ohne Öffnungen und Öffnungen mit entsprechenden Feuerwiderstand. Hier sind bei der Ausführung weitere Funktionen zu beachten:
  - Rauchabschluss;
  - Begrenzung der Temperaturerhöhung auf der Rückseite.

Bei der Planung von Gebäuden sind die Bauteile bezüglich der Funktion „Raumabschluss“  $\uparrow$  zu bewerten (DIN 4102 Teil 4). Dem folgend, sind die Angaben bezüglich des Raumabschlusses für die gewählten Bauteile aus DIN 4102 Teil 4 oder den allgemein bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen der Hersteller zu beachten. Beispielsweise werden im Abschn. A6. „Innenwand, tragend-aussteifend“ ab Seite 50 darüber Angaben gemacht.



### Regeldachneigung (RDN)

ist die Bezeichnung für eine Dachneigungsgrenze, bei der sich eine Dachdeckung  $\uparrow$  in der Praxis als ausreichend regensicher erwiesen hat. Bei Unterschreitung der Regeldachneigung sind Zusatzmaßnahmen erforderlich [28]. Die Minstdachneigung  $\uparrow$  darf jedoch keinesfalls unterschritten werden.

Weitere Erläuterungen siehe Abschn. E3. „Steildach, unterlüftete Dachdeckungen“ ab Seite 201.

### Allgemein anerkannte Regeln der Technik

(a.a.R.d.T.) sind technische Regeln für die Planung und die Ausführung baulicher Anlagen, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig anerkannt sind und feststehen sowie insbesondere in dem Kreise der für die Anwendung der betreffenden Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt und aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrungen als technisch geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind.

### Resistenz

Unter natürlicher Dauerhaftigkeit oder Resistenz ist die Widerstandsfähigkeit des ungeschützten Kernholzes gegenüber Pilzbefall zu verstehen. Die Dauerhaftigkeit zwischen den verschiedenen Holzarten  $\uparrow$  variiert außerordentlich stark und reicht von nicht dauerhaft, wie z. B. Buche (*Fagus sylvatica*, Fagaceae), bis sehr dauerhaft, wie z. B. Teak (*Tectona grandis*, Verbenaceae).

Die vorgenommene Klassifikation gibt einen Hinweis auf die Haltbarkeit von Holz im Erdkontakt (siehe Dauerhaftigkeitsklassen  $\uparrow$ ).

Die Angabe über Resistenz oder natürliche Dauerhaftigkeit betrifft nur das Kernholz  $\uparrow$ . Das Splintholz ist bei allen Holzarten  $\uparrow$  nur wenig oder nicht resistent. Die Zahl der resistenten Tropenhölzer ist sehr viel größer als die der heimischen Arten (aufgrund der vielen Inhaltsstoffe). Unter den heimischen Holzarten  $\uparrow$  gehört nur die Robinie zu der höchsten Dauerhaftigkeitsklasse  $\uparrow$  1.

## S

### Schallabsorptionsgrad

Der Schallabsorptionsgrad  $a$  beschreibt das Verhältnis der nicht reflektierten (nicht zurückgeworfenen) zur auftreffenden Schallenergie.

- Bei vollständiger Reflexion ist  $a = 0$ ,
- bei vollständiger Absorption ist  $a = 1$ .

### Schlagregenschutz

Schlagregenbeanspruchung bei Wänden entsteht bei Regen und gleichzeitiger Windanströmung auf die Fassade. Tragende Bauteile und Wärmedämmschichten sollen konstruktiv oder durch Auswahl geeigneter Baumaterialien vor unzuträglicher Feuchteerhöhung geschützt werden. Regelungen zum Schlagregenschutz sind DIN 4108-3 zu entnehmen. Weitere Informationen siehe in [30].

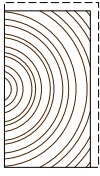
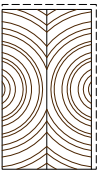
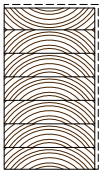
### Schwindverformung

bezeichnet das Maß an Querschnittsreduzierung bei Feuchteabnahme des Holzes. DIN EN 1995-1-1/NA legt in Tabelle NA.7 für europ. Nadelholz den Wert 0,25 % pro 1 % Änderung der Materialfeuchte fest.

Die „2,5 mm Faustformel“:

Ist das Holz 100 mm breit und die Holzfeuchte  $\uparrow$  verringert sich um 10%, so schwindet das Holz um 2,5 mm auf 97,5 mm.

Für die Quellverformung gilt das Umgekehrte.

	Vollholz↑ (KVH)	Balken- schichtholz (DUO)	Brettschicht- holz (BSH)
Beispiele			
Querschnitt bei Lieferung	b = 160 mm h = 280 mm <sup>a</sup>	b = 160 mm h = 280 mm	b = 160 mm h = 280 mm
Holzfeuchte↑ bei Lieferung <sup>b</sup>	15 ± 3 %	≤ 15 %	~ 12 %
Schwindmaß bezogen auf 100 %	b = 2,5 % h = 2,5 %	b = 2,5 % h = 2,5 %	b = 3,0 % h = 2,0 %
Querschnitt bei Nutzung Holzfeuchte↑	b = 156 mm h = 273 mm	b = 157 mm h = 275 mm	b = 158 mm h = 278 mm

Tab. Glossar. 7 Schwindverformung ↑ bei verschiedenen Produkten.

<sup>a</sup> Von einteiligen Querschnitten in dieser Dimension wird abgeraten. Die Breite sollte auf 100 mm begrenzt werden (vgl. Tab. D1.3).

<sup>b</sup> Annahme

### Schwingung

ist ein Lastfall im Rahmen des Gebrauchstauglichkeitsnachweises ↑ nach DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5, EC 5 (vgl. Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 166).

Schwingungen sind z. B. bei Deckenkonstruktionen unter Wohnräumen relevant. Schwingungen entstehen durch Stoßeinwirkungen (z. B. Gehen, Laufen auf einer Decke). Dabei gerät die Konstruktion in vertikale Bewegung (Schwingung). Die Deckenkonstruktion weist dann einen hohen Widerstand gegen Schwingungen auf, wenn eine hohe Masse / Trägheit vorliegt. Holzbau ist eine Leichtbauart und gegenüber Schwingungen somit anfällig.

Es ist somit zu empfehlen als Gebrauchstauglichkeitsnachweis ↑ den Schwingungsnachweis nach DIN EN 1995-1-1 zu führen.

### Sorption

ist ein Vorgang, bei dem ein Stoff durch einen mit ihm in Berührung stehenden anderen selektiv aufgenommen wird.

- Absorption, ist die Aufnahme von Gasen durch Flüssigkeiten oder Feststoffe.
- Adsorption, ist die Anreicherung von Stoffen in Grenzflächen.
- Desorption, ist die Ablösung eines adsorbierten Stoffes z. B. die Wasserabgabe.
- Sorptionsfeuchte ist die Gleichgewichtsfeuchte ↑ von Bauteilen aufgrund der Feuchte in seiner Umgebung.

### Aktueller Stand der Technik

(S.d.T.) sind alle zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einem bestimmten Gebiet bekannten technischen Erkenntnisse, das „technisch Machbare“.

S.d.T. unterscheidet sich von den allgemein anerkannten Regeln der Technik ↑ dadurch, dass die Praxisbewährung nicht vorliegen muss.

## T

### Thermografie

In der Bautechnik werden Wärmebrücken an Außenbauteilen von Gebäuden werden mittels einer Infrarotkamera sichtbar (Wärmebildaufnahmen).

### Tränkbarkeit

die Klassifikation der Tränkbarkeit von Holz erfolgt in Analogie zu den Angaben in der DIN EN 350-2. Es werden vier Tränkbarkeitsklassen unterschieden:

- Durchlässigkeit für Flüssigkeiten gut (Tränkbarkeitsklasse 1). Das Holz ist einfach zu tränken; Schnittholz wird bei Druckbehandlung ohne Schwierigkeiten vollständig durchdrungen.
- Durchlässigkeit für Flüssigkeiten mäßig (Tränkbarkeitsklasse 2). Das Holz ist ziemlich einfach zu tränken; in der Regel ist eine vollständige Durchdringung nicht möglich, nach zwei bis drei Stunden Druckbehandlung kann jedoch in Nadelhölzern mehr als 6 mm Eindringung senkrecht zur Faserrichtung erreicht werden und in Laubhölzern wird ein großer Anteil der Gefäße durchdrungen.
- Durchlässigkeit für Flüssigkeiten schlecht (Tränkbarkeitsklasse 3). Das Holz ist schwierig zu tränken; drei bis vier Stunden Druckbehandlung ergeben nicht mehr als 3-6 mm Eindringung senkrecht zur Faserrichtung.
- Durchlässigkeit für Flüssigkeiten sehr schlecht (Tränkbarkeitsklasse 4). Das Holz ist praktisch nicht tränkbar; es nimmt auch nach drei bis vier Stunden Behandlungsdauer nur wenig Schutzmittel auf. Die Eindringung ist sowohl in Längsrichtung als auch senkrecht dazu minimal.

Die Tränkbarkeit ist abhängig von der individuellen Struktur einer Holzart. Die Durchlässigkeit des Holzes, auch Permeabilität bzw. Wegsamkeit genannt, ist daher je nach Holzart sehr verschieden. Saffrisches Splintholz ist stets sehr durchlässig, da ihm im stehenden Stamm die Aufgabe der Leitung von Wasser und darin gelösten Nährstoffen obliegt.

Während der Trocknung nimmt die Durchlässigkeit bei zahlreichen Arten ab, besonders ausgeprägt bei Fichte, bei der ein irreversibler Tüpfelverschluss erfolgt, so dass die Fichte praktisch undurchlässig wird.

Kernholz ↑ ist im allgemeinen aufgrund von Thyllen, extremen Tüpfelverschluss und Kernstoffeinlagerungen in das Gefäßsystem schlecht bis extrem schwer durchlässig für Flüssigkeiten. In axialer Richtung (parallel zur Faserrichtung) ist die Durchlässigkeit wesentlich besser als in radialer oder tangentialer Richtung.

Über die Holzstrahlen ist die Durchlässigkeit in radialer Richtung besser als in tangentialer.

### Trennlage

Strukturierte Trennlagen werden i. d. R. unter nicht selbsttragenden

Metalldeckungen angeordnet. Diese sollen einen Feuchtestau an der Metallunterseite verhindern und vor Korrosion schützen. Nach ATV DIN 18339 [16] sind unter Metalldeckungen aus Titanzink (Falzdächer) bei Dachneigungen ↑ bis 15° Trennlagen mit Dränfunktion einzubauen.

**Trennschicht**

ist eine flächige Trennung von Werkstoffen, um Wechselwirkungen zwischen Schichten zu vermeiden [28].

**Trocknungsreserve**

oder Austrocknungsreserve. Von entscheidender Bedeutung ist die Trocknungsreserve der Außenbauteile. Konstruktionen, die aufgrund ihrer diffusionsoffenen Deckschichten eine große Trocknungsreserve vorhalten gelten hinsichtlich des Tauwasserschutzes als robust. DIN 68 800 gibt zum Erreichen der Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 eine Trocknungsreserve vor (siehe „Feuchteschutz“ auf Seite 97).

**U****Ü-Zeichen**

Übereinstimmungszeichen. Mit dem Ü-Zeichen wird die Übereinstimmung eines Bauproduktes mit den geltenden technischen Regeln dokumentiert. Das Ü-Zeichen muss auf dem Produkt selbst, auf der Verpackung, auf einem Einleger oder auf dem Lieferschein abgedruckt werden.

**Übereinstimmungsnachweis**

bestätigt, dass ein Bauprodukt mit den Technischen Baubestimmungen, der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder der Zustimmung im Einzelfall übereinstimmt. Die Kennzeichnung erfolgt durch das Ü-Zeichen  $\uparrow$ . Dabei werden unterschieden:

- Werkseigene Produktionskontrolle – Der Hersteller dokumentiert die eigene laufende Überwachung seiner Bauprodukte.
- Fremdüberwachung – Vom Deutschen Institut für Bautechnik  $\uparrow$  (DIBt  $\uparrow$ ) werden Zertifizierungsstellen <sup>1</sup> für die Fremdüberwachung von Bauprodukten bestimmt. Den Auftrag zur Überwachung erteilt der Betrieb selbst.
- Verfahren ÜH – Der Hersteller dokumentiert eigenverantwortlich die Übereinstimmung mit den technischen Regeln. Dieses gilt z. B. für einseitig beplankte und tragende Holzbauteile, die in einem Holzbaubetrieb vorgefertigt werden.
- Verfahren ÜHP – Wie das Verfahren ÜH, jedoch mit einer vorherigen Prüfung des Produktes durch eine anerkannte Prüfstelle.
- Verfahren ÜZ – Als Ergänzung zu der werkseigenen Produktionskontrolle schließt der Hersteller einen Vertrag mit einer Zertifizierungsstelle zur Fremdüberwachung. Diese prüft nach einer Erstprüfung in regelmäßigen Abständen die Herstellung der Bauprodukte und deren Dokumentation (Dieses gilt z. B. bei geschlossenen Bauelementen als beplankte und tragende Holzbauteile, die in einem Holzbaubetrieb vorgefertigt werden).

**Unterdach**

Kennzeichen für das Unterdach ist die wasserdichte Ausführung der Fläche einschließlich Naht- und Stoßverbindungen [28].

Unterdach, regensicher: Die Ausführung ist in Naht- und Stoßbereichen wasserdicht. Die Konterlatte  $\uparrow$  wird nicht mit einbezogen (Klasse 2).

Unterdach, wasserdicht: Ausführung wie bei „regensicher“, jedoch wird die Konterlatte  $\uparrow$  mit einbezogen, z. B. durch überkleben (Klasse 1).

Die Anwendungsgebiete werden auf Seite siehe „Ausführung von Unterdeckungen“ auf Seite 204 angegeben. Das Fachregelwerk des ZVDH [28] „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ ist zu beachten.

**Unterdeckung**

Kennzeichen für die Unterdeckung ist die regensichere Ausführung mit überdeckten und aufliegenden Bahnen oder überdeckten Platten. Die Konterlatte  $\uparrow$  ist nicht eingebunden [28].

Unterdeckungen gelten als zusätzliche Maßnahmen z. B. unter harten Bedachungen um die Regensicherheit der Eindeckung herzustellen (siehe „Ausführung von Unterdeckungen“ auf Seite 204). Hier werden die Kriterien zur Auswahl von geeigneten Feuchteschutzmaßnahmen aufgezeigt, sowie Angaben zur Anwendung und Ausführung gemacht. Für Unterdeckbahnen in Dachkonstruktionen werden unterschiedliche Anforderungen gestellt. Diese richten sich nach den erforderlichen Zusatzmaßnahmen die je nach Eindeckung und den objektspezifischen Bedingungen recht unterschiedlich sein können.

Das Fachregelwerk des ZVDH [28] „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ ist zu beachten.

**Unterdeckung GK 0**

Für die Gebrauchsklasse  $\uparrow$  GK 0 nach DIN 68800-1 müssen Unterdeckungen bestimmte Anforderungen erfüllen. Diese werden im Teil 2 der Norm  $\uparrow$  benannt. Neben der Schutzfunktion gegenüber äußerer Feuchteinwirkung ist das wesentliche Merkmal die diffusionsoffene Eigenschaft.

Für die Bekleidung  $\uparrow$ /Beplankung  $\uparrow$  hinter der Fassade der Außenwand gilt:

- eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke  $s_d \leq 0,3$  m; oder
- Holzfaser-Dämmplatte nach DIN EN 13171 beliebiger Dicke für das Anwendungsgebiet DADdm nach DIN 4108-10 ausgeführt als Unterdeckplatte Typ IL nach DIN EN 14964.

Für die Unterdeckung des Daches gilt:

- eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke  $s_d \leq 0,3$  m; oder
- trockene Brettschalung max. Breite 160 mm abgedeckt mit Unterdeckbahn mit  $s_d \leq 0,3$  m; oder
- Holzfaser-Dämmplatte nach DIN EN 13171 beliebiger Dicke für das Anwendungsgebiet DADdm nach DIN 4108-10 ausgeführt als Unterdeckplatte Typ IL nach DIN EN 14964.

**Unterspannung**

Kennzeichen für Unterspannungen ist die Ausführung mit freihängenden oder freigespannten Unterspannbahnen. Die regensichere Ausführung der Dachdeckungen  $\uparrow$  wird durch die Unterspannung unterstützt [28].

Unterspannungen sind zusätzliche Maßnahmen unter Dachdeckungen  $\uparrow$ . (Anwendungsgebiete siehe „Ausführung von Unterdeckungen“ auf Seite 204). Das Fachregelwerk des ZVDH [28] „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ ist zu beachten.

<sup>1</sup> Siehe Mitteilungen des DIBt  $\uparrow$  (auch im geschützten Downloadbereich des DIBt).

## V

### Verschleißbauteil (VB)

nichttragende Bauteile, welche aufgrund von Abnutzungsbeanspruchungen (z. B. Bewitterung) geringere Nutzungsdauern aufweisen als sie für tragende Bauteile gefordert werden; sie können ohne größeren Aufwand und Kosten erneuert und ausgetauscht werden (Quelle: [2]).

Es wird empfohlen derartige Bauteile in den Planunterlagen deutlich zu kennzeichnen und mit dem Auftraggeber darüber eine Vereinbarung zu treffen.

### Vollholz

ist die Bezeichnung für entrindete Rundhölzer und Bauhölzer (Kanthölzer, Bohlen, Bretter, Latten) aus Nadel- oder Laubholz (DIN EN 14081). Bitte auch [31] beachten.

### Vordeckung

ist eine Abdeckung z. B. von Holzschalungen vor der Weiterarbeit, also vor dem Ausführen der eigentlichen Dachdeckung↑ oder Abdichtung. Je nach Art und Ausführung der Vordeckung kann sie auch als Behelfsdeckung dienen oder zu einem Unterdach↑ oder einer Unterdeckung↑ beitragen [28]. Je nach Art der Ausführung kann eine Vordeckung auch die Funktion einer Trennlage↑ erfüllen.

## W

### Wandtafeln

in einigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen↑ (Z) werden zulässige Horizontallasten für Wandtafeln angegeben. Wandtafeln lassen sich auch als Wandscheiben bezeichnen (siehe Seite 171).

### Wärmespeicherkapazität Q<sub>sp</sub>

Einheit J/(m<sup>2</sup>K). ist eine Energiemenge (Joule) die in einem konkreten Bauteil pro Quadratmeter und einem Kelvin Temperaturdifferenz gespeichert werden kann.

### Wärmekapazität, spezifische c

gibt an, wie groß die Wärmemenge in Joule ist, die 1 kg eines Stoffes aufnimmt oder abgibt, wenn dessen Temperatur um 1 K (Kelvin) erhöht oder gesenkt wird. Für einige Baustoffe sind in DIN EN 12524 Rechenwerte der spezifischen Wärmekapazität angegeben, oder es liegen Herstellerprüfwerte vor.

Je größer die spezifische Wärmekapazität, um so größer ist die Fähigkeit eines Baustoffes (pro kg) Wärmeenergie zu speichern!

### Wärmeleitfähigkeit, Wärmeleitzahl λ [W/m K]

ist diejenige Wärmemenge [J = Joule], die in einer Sekunde durch einen Quadratmeter einer einen Meter dicken Baustoffschicht hindurch strömt, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen ein Kelvin (K) beträgt.

(Ein Joule J entspricht einer Wattsekunde Ws).

In der Bautechnik wird ausschließlich mit dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gerechnet.

### Wasseraufnahme

wird in den Produktnormen für Dämmstoffe definiert. Danach unterscheidet man für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete die „kurzzeitige Wasseraufnahme“ W<sub>p</sub> und die „langzeitige Wasseraufnahme“ W<sub>lp</sub>.

Die „kurzzeitige Wasseraufnahme“ wird bestimmt nach der DIN EN 1609 die Angaben erfolgen mit dem Symbol WS.

Die „langzeitige Wasseraufnahme“ wird bestimmt nach der DIN EN 12087 die Angaben erfolgen mit dem Symbol WL(P). In feuchterelevanten Anwendungsbereichen sind die Werte seitens der Hersteller anzugeben.

### Wasserableitende Schicht

Unter Eindeckungen und Fassaden sind u. U. zusätzlich wasserableitende Schichten erforderlich. Nach dem Fachregelwerk des ZVDH [28] werden dafür Unterspannungen, Unterdeckungen und Unterdächer↑ unterschiedlicher Ausführung vorgesehen. Der ZVDH hat dazu das „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ herausgegeben. Dies ist zu beachten!  
Erläuterungen siehe Abschn. E3. „Steildach, unterlüftete Dachdeckungen“ ab Seite 201.

### Wasserdampfdiffusionswiderstand μ [ ]

wird für viele Bauprodukte für die Werte für feucht / trocken angegeben, z. B. 50 / 100. Das bedeutet, dass sich das Diffusionsverhalten mit zunehmender Feuchteaufnahme verändert. Die meisten Baustoffe werden dabei diffusionsoffener.

Für den Nachweis bezüglich Dampfdiffusion ist als μ-Wert der ungünstige Wert anzunehmen (i.d.R. bei Innenanwendung der niedrige Wert und bei der Außenanwendung der höhere Wert).

Im Zusammenhang mit dem μ-Wert steht der s<sub>d</sub>-Wert (s. Seite 102).

Die Wasserdampfdurchlässigkeit für Abdichtungsbahnen wird nach DIN EN 1931 bestimmt.

## Z

### Zulassung, allgemeine bauaufsichtliche (abZ)

Gibt es im bauaufsichtlich relevanten Bereich für ein Bauprodukt oder eine Bauart keine Norm↑, so ist die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung↑ erforderlich. Diese werden vom DIBt↑ als Verwendbarkeitsnachweise für Deutschland herausgegeben. Mit diesem Verfahren ist es möglich, auf aktuelle Entwicklungen in der Bautechnik zu reagieren. Die Verwendbarkeit wird mit der a. b. Zulassung geregelt. Für das gesamte europäische Gebiet wird das Verfahren „europäisch technische Bewertung, ETA↑“ angewendet.

### Zusammendrückbarkeit

ist eine Angabe für Dämmstoffe im Bereich von Fußbodenkonstruktionen DES. Die Angabe CP1 beschreibt eine Zusammendrückbarkeit unter Prüflast von 1 mm. Die Angabe CP2 entsprechend 2 mm.

# Literaturverzeichnis

- [1] „Fachregeln des Zimmererhandwerks, 01 Außenwandbekleidungen aus Holz“; Ausgabe März 2023, Hrsg. Holzbau Deutschland über die Fördergesellschaft für Holzbau und Ausbau mbH, Berlin, [www.fg-holzbau.de](http://www.fg-holzbau.de)
- [2] „Fachregeln des Zimmererhandwerks, 02 Terrassen und Balkone“; Ausgabe Dezember 2020, Hrsg. Holzbau Deutschland über die Fördergesellschaft für Holzbau und Ausbau mbH, Berlin, [www.fg-holzbau.de](http://www.fg-holzbau.de)
- [3] Schriftenreihe des Informationsdienstes Holz, Herausgeber: Informationsverein Holz e.V., Düsseldorf, [www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)
- [4] Blödt, A.; Rabold, A.; Halstenberg, M.: Informationsdienst Holz, holzbau handbuch, R3/T3/F1 „Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung“, 1. Auflage 2019, Hrsg. Holzbau Deutschland-Institut e. V.
- [5] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL), Fassung: 24. September 2024
- [6] DIN 1052-11 „Holzbauwerke – Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken - Teil 11: Vorgefertigte Wand-; Decken- und Dachelemente – Anforderungen an die Gerstellung“, Ausgabe 2022-12
- [7] DIN 4102-4 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile“, Ausgabe 2025-06
- [8] DIN 4108-3 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung“, Ausgabe 2024-03
- [9] DIN 4109-33 „Schallschutz im Hochbau - Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau“, Ausgabe 2016-07
- [10] DIN 18516-1 „Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Anforderungen, Prüfgrundsätze“, Ausgabe 2024-10
- [11] DIN 18533-1 „Abdichtungen von erdberührten Bauteilen“ - Teil 1: „Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“, Ausgabe 2017-07
- [12] Holzschutz - Praxiskommentar zu DIN 68800 Teile 1 bis 4, 3., vollständig überarbeitete Auflage 2022; Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [13] ATV DIN 18351 „Vorgehängte hinterlüftete Fassaden“; Ausgabe September 2023  
Der Geltungsbereich ist eingeschränkt auf bestimmte Bekleidungsarten u. a. großformatige Platten  
Hinweis: Für andere Bauarten gelten andere ATVs (siehe unten)
- [14] ATV DIN 18334 „Zimmer- und Holzbauarbeiten“; Ausgabe September 2023  
Geltungsbereich begrenzt auf Unterkonstruktionen aus Holz und Fassadenbekleidungen aus Brettern, Bohlen und Schindeln
- [15] ATV DIN 18338 „Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten“; Ausgabe September 2019  
Geltungsbereich begrenzt auf Fassadenbekleidungen aus Dachdeckungsstoffen
- [16] ATV DIN 18339 „Klempnerarbeiten“; Ausgabe September 2019  
Geltungsbereich begrenzt auf Metallwandbekleidungen mit am Bau zu falzenden Metallbauteilen und Metallanschlüssen
- [17] DIN EN 1991-1-1/NA „Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau“, Ausgabe 2010-12
- [18] DIN EN 1995-1-1 „Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau“, Ausgabe 2010-12
- [19] DIN EN 1995-1-1/NA „Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau“, Ausgabe 2013-08
- [20] DIN EN 1995-1-2 „Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall“, Ausgabe 2010-12
- [21] Merkblatt „Qualitätsklassen für zulässige Verformungen im Holzbau“, Ausgabe Februar 2018, Herausgeber: Holzbau Deutschland
- [22] Merkblätter des Bundesausschuss für Farbe und Sachwertschutz e.V., Frankfurt (Main) [www.farbe-bfs.de](http://www.farbe-bfs.de)
- [23] Merkblatt „Praxisgerechte Sockelausbildung“; Ausgabe November 2024  
Herausgeber: Deutscher Holzfertigbau-Verband DHV e.V., [www.d-h-v.de](http://www.d-h-v.de)

- [24] Merkblatt „Checkliste Holzfaser WDVS - Übergabe putzfähiger Untergrund“; Ausgabe Juli 2018,  
Herausgeber: Verband Holzfaser-Dämmstoffe e.V. über  
Informationsverein Holz e.V., Düsseldorf,  
[www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)
- [25] Richtlinie „Fassadensockelputz / Außenanlage“ 2024  
Herausgeber sind die Berufsverbände:  
- Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-  
Württemberg  
- Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Baden-  
Württemberg e. V.
- [26] FVHF-Focus und Richtlinien des Fachverband Baustoffe und  
Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF), Berlin  
[www.fvhf.de](http://www.fvhf.de)
- [27] „Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern  
und Haustüren“; Ausgabe März 2024,  
Hrsg. RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V.
- [28] Regelwerk der Deutschen Dachdeckerhandwerks ZVDH, Köln  
[www.dachdecker.org](http://www.dachdecker.org)
- [29] „Klempnerfachregeln“ des ZVSHK, Sankt Augustin,  
[www.zvshk.de](http://www.zvshk.de)
- [30] „Fassade - ProfiWissen“;  
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG,  
Bad Nauheim, [www.eurobaustoff.de](http://www.eurobaustoff.de)
- [31] „1 x 1 der Holzbaustoffe - ProfiWissen“;  
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG,  
Bad Nauheim, [www.eurobaustoff.de](http://www.eurobaustoff.de)
- [32] „Ausbau - ProfiWissen“;  
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG,  
Bad Nauheim, [www.eurobaustoff.de](http://www.eurobaustoff.de)

# Schlagwortverzeichnis

## A

Abbundprogramm 248  
Abdichtung  
  Bodenplatte 249  
  Dachterrasse 244  
  Fensterbrüstung 233  
aBG siehe allgemeine Bauartgenehmigung  
Abhänger, optimiert 158  
abP siehe allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis  
Absorption 283  
Abtropfbarkeit 133  
AD siehe Holz Trocknung  
Adsorption 283  
Afzelia 116  
Akustik 145  
allgemeine Bauartgenehmigung 141  
allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis 141  
Altbau  
  Fassade U-Werte 71  
  Fassadendämmung 68  
alukaschiert 57  
Anbau  
  Außenwandanschluss 271  
  Verbindungselement 270  
Angélique 116  
Anhydritestrich 214  
Arbeitsplatz, Dach 209  
Arbeitssicherheit 209  
Arbeitsvorbereitung 247  
Ascomyceten 281  
Attika 237, 238  
Aufstockung 266–269  
  Betondecke 268  
  Holzbalkendecke 269  
  Nagelplattenbinder 267  
Ausführungsplanung 246  
Ausgleichsfeuchte des Holzes siehe Gleichgewichtsfeuchte  
Auslieferungsfeuchte 272  
Austrocknungsreserve siehe Trocknungsreserve  
Außenbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich  
Außenlärmpegel 155  
Außenwand Neubau 8–19  
Außenwandbekleidung siehe Fassade  
Azobé 116

## B

Balkenköpfe 109  
Balkenschichtholz 182  
Balkon 121, 241  
Bangkirai 116  
barrierefreier Zugang 244  
Bauablauf 246  
Bauakustik 145  
Bauartgenehmigung 141  
Bauholz siehe Vollholz  
Bauregelliste 254, 272  
Baustoffkennwerte 166  
Baustoffklassen 133, 135  
Bauteilklassen siehe Feuerwiderstandsklassen  
Bautrocknung, technische 110  
Bedachung, harte 201  
Befestigung  
  Holzfaser-Dämmplatten 208  
  Konterlatte 208  
BEG siehe Bundesförderung für effiziente Gebäude  
Behelfsdeckung 207  
Bel siehe Dezibel  
Belagrost 242  
Bemessungswasserstand 189  
Bemessungswerte  
  Balkenschichtholz 182  
  Brettschichtholz 183  
  Furnierschichtholz 184  
  Nadelholz 181  
Beplankung 272  
Beratung im Altbau 56  
Bestandsmauerwerk 66, 68  
Bewertung, europäische technische 275  
bewitterte Konstruktion 96  
Binderdach 42, 267  
Biozid-Verordnung 124  
Birke 275  
Bitumenschindeln 213  
Bitumenwellplatten 203  
Bläuepilze 272, 281  
Blechverwahrung 238  
Blower-Door-Prüfung 94  
Bodenplatte  
  maßgenau 251  
  ungenau 249  
Bongossi 116  
Brandschutz 127–134  
  Baustoffklassifizierung 133  
  Bauteilanforderungen 132  
  Bauteilfügung 138  
  Bauteilklassifizierung 131

Begriffe 133  
Bekleidungsstoß 137  
Bemessung 134  
Dämmstoffe 134  
Elementfuge 136  
Fassadenbekleidung 139  
Feuerwiderstandsklasse 131  
Gebäudeklasse 4 - 141  
Installationen 144  
Kapselkriterium 132  
klassifizierte Wände 136  
Kühlungseffekt 134  
notwendige Flure 130  
Schutzziele 128  
Sonderbauten 130  
Brandschutzkonzept  
  Beispiel 128  
  Erläuterung 127  
brandschutztechnisch wirksame Bekleidung  
  Ausführung 142  
  Schutzzeit 142  
Brandsperr 139  
Brandverhalten  
  Bauprodukte 133  
  Kennung 131  
Brandwand  
  Bauteil 131  
  Definition 142  
  Feuerwiderstandsklasse 132  
Brandwandersatzwand  
  Feuerwiderstandsklasse 132  
  Muster-Holzbaurichtlinie 141  
Brettschichtholz 183  
Brettsperrholzdecke 196  
Brettstapeldecke 195  
BS11 siehe Brettschichtholz  
BSH / BS-Holz siehe Brettschichtholz  
Buche  
  Fasersättigungsfeuchte 275  
  Kennwerte 116  
  Resistenz 282  
Bundesförderung für effiziente Gebäude 83  
bwB siehe brandschutztechnisch wirksame Bekleidung  
BWS siehe Bemessungswasserstand

## C

C24 - 181  
CAD 248  
CAM 248  
CE-Dachlatten 209  
Checkliste Werkstattplanung 247

- D**
- Dach
    - Aussteifung 179
    - Schutzbereich 239
  - Dachabdichtung 272
  - Dachdeckung 201–213
    - Bitumenschindeln 213
    - Bitumenwellplatten 203
    - Erläuterung 272
    - Faserzement-Wellplatten 203
    - Metalldeckung 203
    - Mindestdachneigung 280
    - Schalung 210
    - Trennschicht 284
    - Unterspannung 284
    - Vordeckung 285
    - Zusatzmaßnahmen 284
  - Dachgeschoss 261–265
  - Dachgeschoss, auskragend 264
  - Dachkasten 235
  - Dachkonstruktion
    - 7-Grad-Dach 24
    - gute Ausstattung 23
    - Material 21
    - Mindestausstattung 22
    - mit Abdichtung 34
    - U-Werte 22, 23
  - Dachlattung
    - Ausführung 209
    - Holzschutz 124
  - Dachneigung
    - Definition 273
    - Umrechnungstabelle 273
  - Dachsanierung von außen 57–65
  - Dachschalung
    - Holzschutz 124
    - Holzwerkstoffplatten 210
  - Dachscheiben 179
  - Dachterrasse 243
  - Dachüberstand 236
  - Dachziegel 201
  - Dämmsteine 223
  - Dämmstoff
    - Altbestand 61
    - Druckspannung 274
    - Gebrauchsklasse GK 0 - 273
    - Wasseraufnahme 284
  - Dampfbremse
    - Austrocknung nach innen 101
    - feuchtevariabel 106, 273
    - Holzschutz 99
    - Produkte 100
    - sd-Wert 103
    - sub&top-Verlegung 60
  - Dampfbremstapete 59
  - Dampfsperre 99
  - Dark Red Meranti 116
  - Dauerhaftigkeitsklasse 116, 119
  - dB siehe Dezibel
  - Decke
    - aufgelegt 229
    - eingehängt 229
  - Deckenelement
    - Montage 198
    - Vorfertigung 198
  - Deckenscheibe 176
  - DEGA siehe Schallschutz
  - Designwerte 166
  - Desorption 277, 283
  - Deutsches Institut für Bautechnik siehe DIBt
  - Dezibel 156
  - DIBt 273
  - Differenzdruckmessung 94
  - Diffusionsfähigkeit 102
  - Dimensionsstabilität 274
  - DIN
    - Erläuterung 280
    - DIN 1052-11 - 254
    - DIN 1053 - 126
    - DIN 1946 - 91
    - DIN 4072 - 35
    - DIN 4074 - 181
    - DIN 4102 siehe Brandschutz
    - DIN 4108 siehe Schlagregenschutz
    - DIN 4108 siehe Wärmeschutz
    - DIN 4109 siehe Schallschutz
    - DIN 18040 - 244
    - DIN 18180 - 217
    - DIN 18181 - 217
    - DIN 18182 - 217
    - DIN 18195 siehe DIN 18533
    - DIN 18202 - 249
    - DIN 18334 - 110
    - DIN 18339 - 213
    - DIN 18516 siehe Fassade
    - DIN 18531 - 243
    - DIN 18533 - 108
    - DIN V 18599 - 79, 88
    - DIN 18560 - 214, 215
    - DIN 68800 siehe Holzschutz
    - DIN EN 120 - 274
    - DIN EN 300 - 210
    - DIN EN 312 - 210
    - DIN EN 335 - 276
    - DIN EN 338 - 181
    - DIN EN 350 - 115, 273
    - DIN EN 351 - 123
    - DIN EN 520 - 217
    - DIN EN 534 - 203
    - DIN EN 599 - 123
    - DIN EN 634 - 210
  - DIN EN 636 - 210
  - DIN EN 1609 - 285
  - DIN EN 1990 bis EN 1999 - 166
  - DIN EN 1931 - 285
  - DIN EN 12087 - 285
  - DIN EN 12524 - 87, 285
  - DIN EN 13162 - 215
  - DIN EN 13171 - 215
  - DIN EN 13183 - 277
  - DIN EN 13353 - 210
  - DIN EN 13501 - 133
  - DIN EN 13501 siehe Brandschutz
  - DIN EN 13501-2 - 131
  - DIN EN 13967 - 109
  - DIN EN 13969 - 109
  - DIN EN 13986 - 210, 275
  - DIN EN 14080 - 182
  - DIN EN 14081 - 209
  - DIN EN 14195 - 217
  - DIN EN 14909 - 109
  - DIN EN 14964 - 284
  - DIN EN 14967 - 109
  - DIN EN 15026 siehe Feuchteschutznachweis
  - DIN EN 16733 - 133
  - DIN EN ISO 6946 - 77
  - DIN EN ISO 9972 - 94
  - Douglasie
    - Fasersättigungsfeuchte 275
    - Kennwerte 116
    - Schwelle 226
  - Duobalken 182
- E**
- EC 0 bis EC 9 - 166
  - EC 5 siehe Tragwerksplanung
  - Edelkastanie 275
  - Effizienzhaus 83
  - EI siehe Brandschutz
  - Eiche 116, 275
  - Eichenwirrling 281
  - Einblasdämmstoff
    - Fassadendämmung 70
    - Mauerwerk 68
  - Eindringtiefeklasse 123
  - Einschnittart 274
  - Emissionsklasse 274
  - E-Modul 274
  - EN siehe Normen, europäische
  - Endenergiebedarf 79
  - Energiebedarf 79
  - Energieträger 79
  - Entlüftung 41
  - Entwässerungsrost 244
  - EOTA 273
  - Erschließungsfläche 130

Esche 275  
Estrich 214  
ETA siehe Bewertung, europäische technische  
Eurocode 166  
Euroklasse 133  
Exfiltration 279

## F

Fachplanung  
Brandschutz 128  
Gebäudetechnik 246  
Holzschutz 114  
Schallschutz 145  
Faktor 10 - 101  
Farbkern 116  
Farbkernhölzer 275  
Fasersättigungsfeuchte 275  
Fasersättigungspunkt 120  
Faserzement-Wellplatten 203  
Fassade  
Altbau 69  
Arten 125  
Erläuterung 275  
Gebäudeklasse 4 - 139  
Holzmassivbau 16  
Holzrahmenbau 12  
VHF 125  
WDVS 126  
Fensteranschluss 231  
Fensterbrüstung 232, 233  
Fensterleibung 234  
Festigkeitsklassen  
Balkenschichtholz 182  
Bauschnittholz 181  
Brettschichtholz 183  
Furnierschichtholz 184  
Nadelholz 181  
Festigkeitswerte  
charakteristische 272  
Feuchtbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich  
feuchteadaptiv 275  
Feuchtebeständigkeitsbereich 275  
Feuchteschutz 97–113  
Feuchtespeicherfähigkeit 276  
Klimaverhältnisse 97  
Spritzwasserbereich 276  
Trocknungsreserve 284  
Unterdeckung 284  
Feuchteschutznachweis  
Bauteil 117  
Erläuterung 276  
Glaser-Verfahren 105, 276  
numerisches Simulationsverfahren 273  
Tauwasser 98

Feuchtespeicherfähigkeit 276  
Feuchtigkeit, unplanmäßig 99  
Feuerwiderstandsklasse 131  
Fichte  
Fasersättigungsfeuchte 275  
Gleichgewichtsfeuchte 277  
Kennwerte 116  
Tränkbarkeit 283  
Flachdach 34–42  
aufliegende Dämmung 36, 37  
belüftet 41  
Dachrand 237  
R-Werte ab Seite 36  
Schalung 35  
U-Werte ab Seite 36  
Vollämmung 40  
Flankenschallpegeldifferenz  
Definition 147  
Gebäudeabschlusswand 151  
Wohnungstrennwand 149  
Flankenübertragung 156  
Flure, notwendige 130  
Förderstandard KfW siehe Effizienzhaus  
Formaldehydabgabe 274  
Formstabilität 274  
FPD-Abdichtung 194  
Fremdüberwachung 284  
Frequenzbereich 147, 156  
FSH siehe Furnierschichtholz  
Fungi imperfecti 281  
Funktionsebenen  
Erläuterung 90  
Fenster 232  
Furnierschichtholz 184  
Fußboden  
Brandschutz 144  
Estrich 214  
Schallschutz 165

## G

Gebäudeabschlusswand  
allgemeine Bauartgenehmigung 136  
Erläuterung 43  
Muster-Holzbaurichtlinie 141  
Schallschutz 147, 151  
Gebäudeaussteifung 171  
Gebäudeenergiegesetz  
Gebäudeerweiterung 81  
Novelle 2024 - 80  
vereinfachtes Nachweisverfahren 80  
Gebäudeklassen 129  
Gebrauchsklasse siehe Holzschutz  
Gebrauchstauglichkeitsnachweis 276, 283  
Gefährdungsklasse 276  
GEG siehe Gebäudeenergiegesetz

Gesamtenergiedurchlassgrad 86  
Geschossdecke 195–200  
Geschosshöhe 247  
Geschosstoß 229  
geschützte Konstruktion 96  
GHAD 254  
GK siehe Holzschutz Gebrauchsklasse  
GL 24 siehe Brettschichtholz  
Glaser-Verfahren siehe Feuchteschutznachweis  
Glaswolle 57  
Gleichgewichtsfeuchte  
Erläuterung 277  
Fichte 95  
Glimmverhalten 133  
Glued Laminated Timber 183  
Greenheart 116  
Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 166  
Grenzzustand der Tragfähigkeit 166  
Grundlattung, Mauerwerk 69, 71  
Gussasphalt 214

## H

Harzgehalt 116  
Hauseingang 190, 226  
Hausschwamm, echter 121  
Haustrennwand siehe Gebäudeabschlusswand  
Hautflügler 279  
Heißbemessung 132  
Heizenergiebedarf 79  
Henriksson-Verfahren 278  
Hintermauerwerk 66  
Hitzeschutz  
Erläuterung 86  
Phasenverschiebung 87  
Wärmespeicherkapazität 87  
hochfeuerhemmend 131  
Hohlschichtmauerwerk 66  
Holz  
Bemessung für den Brandfall 134  
Brandverhalten 134  
Entflammbarkeit 134  
Tragfähigkeit 181  
Holzarten  
Erläuterung 277  
Fasersättigungsfeuchte 275  
Holzschutz 119  
Kennwerte 116  
Resistenz 282  
Tränkbarkeit 283  
Holzbalkendecke  
einfach 28  
Geschosswohnungsbau 29, 30  
offene Konstruktion 27

- Schallschutz 158
  - Schubverbindung 177
  - Tragwerksplanung 177
  - Vorfertigung 198
  - Holz-Beton-Verbundsystem 269
  - Holzdecke
    - Schallübertragungswege 162
    - Zuglast 178
  - Holzfeuchte
    - Erläuterung 277
    - Holzschutz 276
    - Latten 124, 209
    - Nutzungsklasse 95
  - Holzmassivbau
    - Dachüberstand 238
    - Flachdach 238
  - Holzmassivdecke
    - Brandschutz 134
    - Elementstoß 197
    - Trittschallschutz 159
  - Holzmassivdecke ab Seite 31
  - Holzmassivdecken
    - Tragwerksplanung 178
  - Holzrahmenbau
    - Güteüberwachung 254
  - Holzschutz 114–126
    - 60°-Linie 95
    - Anstrich 278
    - bei Bewitterung 121
    - chemischer 123, 278
    - Dachlattung 124
    - Dachschalung 124
    - Einbringverfahren 278
    - Erläuterung 276
    - Fassade 124, 125, 275
    - Gebrauchsklasse 117, 276
    - Gefährdungspotenziale 115
    - Holzarten 119
    - Imprägnierung 124, 279
    - Konterlatten 124
    - Lattung 124
    - Planungsschema 114
    - Trogränkung 278
    - Vakuum-Druckverfahren 278
    - Vollränkung 278
    - Vordach 239
    - Wechselränkung 278
    - Zulassung 124
  - Holzschutzmittel 123
    - Eindringtiefe klassen 123
  - Holzschwelle 191
  - Holzsortierung
    - Erläuterung 278
    - nordische Sortierung 278
    - russische Sortierung 278
    - Tegernseer Gebräuche 278
  - Holztrocknung
    - Erläuterung 278
    - Gleichgewichtsfeuchte 277
  - Holzwerkstoffe
    - Feuchtebeständigkeitsbereich 275
    - Klassen 279
  - Holzzelle 120
  - Horizontallast, zulässige
    - Wandtafeln 285
  - Hydrophobierung 279
  - Hygroskopizität 277, 279
- I**
- lapacho 116
  - Imprägnierung siehe Holzschutz
  - individueller Sanierungsfahrplan 85
  - Infiltration 279
  - Innenbekleidung
    - Dachsanierung 57
    - Profilbretter 59
    - Putzträgerplatte 57
  - Innendämmung 89
  - Innenraumklima 96
  - Innenwand, Auflager 250
  - Insekten, Holz zerstörend
    - Erläuterung 279
    - Gebrauchsklasse GK 0 - 115
    - Risiko 120
  - Installationen
    - Brandschutz 144
    - Trittschallschutz 160
  - Installationsebene
    - tragend, Bauteil 15
    - Außenwand 218
    - tragend, Außenwand Dachgeschoss 265
    - tragend, Deckenaufleger 238
  - Installationsschacht 131
  - Installationswand 219
  - instationäre Rechenverfahren siehe Feuchteschutz nachweis
  - Internationale Organisation für Normung 280
  - Ipé 116
  - iSFP siehe individueller Sanierungsfahrplan
- J**
- Jenisch-Verfahren siehe Feuchteschutz nachweis
- K**
- Kaltluftkanal 61
  - Kaltluftströmung 108
  - Kapselkriterium 132, 142
  - KD siehe Holztrocknung
  - KDI siehe Holzschutz, Vakuum-Druckverfahren
  - Keller 249
  - Kernholz 116, 279
  - KfW-Programm 83
  - Kiefer
    - Fasersättigungsfeuchte 275
    - Kennwerte 116
  - Kiestraufe 190
  - Kindertagesstätte 130
  - Klassifizierungsbericht 279
  - KLED 167
  - Klimabedingungen 95
  - Kombinationsbeiwerte 168
  - Kondensat 97
  - Konstruktionsholz 279
  - Konterlatte
    - Ausführung 208
    - Einbindung 205, 206
    - Erläuterung 279
    - Holzschutz 124
  - Konvektionsströmung 92
  - Körperschall 156
- L**
- Laminated Veneer Lumber 184
  - Lärche
    - Fasersättigungsfeuchte 275
    - Kennwerte 116
    - Schwelle 226
  - Lastannahmen
    - Kategorien 169
    - Schneelasten 170
    - Windlasten 169
  - Lasteinwirkungsdauer 167
  - Laubholz 116
  - Leimholz 183
  - Luftdichtheitsmessung 94
  - Luftdichtung
    - Ausführung 93
    - Bodenplatte 250
    - Dachsanierung 58, 60
    - Erläuterung 92, 280
    - Feuchtespeicherfähigkeit 276
    - Geschossstoß 230
    - Hitzeschutz, sommerlicher 87
    - Leckagen 91
    - Produkte 100
  - Luftfeuchte
    - absolut 97
    - Gebrauchsklasse 276
    - Gleichgewichtsfeuchte Holz 277
    - Nutzungsklasse 95
    - relativ 97

Luftschall  
Erläuterung 147  
Vorbemessung Trennwand 148  
Luftschicht  
belüftet 41  
Erläuterung 280  
Verblender 236  
zweischaliges Mauerwerk 66  
Lüftungsanlage 94  
Lüftungskonzept 91  
Lüftungsquerschnitt  
Flachdach 35  
geneigtes Dach 211  
Lüftungswärmeverluste 91, 281  
Lumen 120, 277  
LVL siehe Laminated Veneer Lumber

## M

Mahagoni 116  
Massaranduba 116  
Maßhaltigkeit 280  
Maßtoleranzen 249  
Mauersperrbahn 109  
Mauerwerk, einschalig 67  
Mauerwerk, zweischalig 66, 68  
Mauerwerksbau 249  
Meranti 116  
Merbau 116  
Metalldeckung  
belüftet 212  
nicht belüftet 213  
Metallgitterrost 242  
MHolzBauRL siehe Muster-Holzbaurichtlinie  
Minstdachneigung 201, 202  
Moderfäulepilze 281  
Modifikationsbeiwert 167  
Montageschwelle 249  
Muster-Holzbaurichtlinie  
Außenwand 143  
Fugen 143  
Fußbodenaufbau 144  
Gefachdämmung 143  
Holzmassivbauteile, sichtbar 143  
Installationen 144  
Raumabschluss 143  
Muster-Holzbaurichtlinie ab Seite 141  
Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Bau-  
bestimmungen 254  
MVV TB siehe Muster-Verwaltungsvorschrift  
Technische Baubestimmungen  
my-Wert /  $\mu$ -Wert 285

## N

n50-Wert 94

Nadelholz 116  
Nageldichtung 205, 206  
Nahtverklebung 205, 206  
Neubautrocknung 111  
Niedertemperatur-Heizung  
Erläuterung 84  
Heizkörper 85  
NKL siehe Nutzungsklassen  
nordische Sortierung siehe Holzsortierung  
Normen  
Erläuterung 280  
Europäische 280  
Norm-Flankenschallpegeldifferenz 150  
Norm-Trittschallpegel 156  
notwendige Flure 130  
NT-ready 84  
numerische Simulation siehe Feuchteschutz-  
nachweis  
Nut-Feder-Bekleidung 57  
Nut-Feder-Brettschalung 59  
Nutzlasten 169  
Nutzungseinheit 129  
Nutzungsklasse  
60°-Linie 95  
Bestimmung 96  
Definition 95  
Erläuterung 281  
Tragwerksplanung 167

## O

Organg 239

## P

Pappel 275  
Parasiten 281  
Passivhaus 281  
Pfostenträger 239  
Phasenverschiebung 87  
Pilze, Holz verfärbende 281  
Pilze, Holz zerstörende  
Erläuterung 281  
Gebrauchsklasse GK 0 - 115  
Risiko 120  
Pitch Pine 116  
Planung im Altbau 56  
Planungsleistung 246  
Prima siehe Holzsortierung  
Primärenergiebedarf 79, 83  
Primärenergiefaktoren 79  
Prüfprädikate 119

## Q

Quarta siehe Holzsortierung

Quellmörtel 250, 281  
Quellverformung 282  
Querschnitt, homogen 183  
Querschnitt, kombiniert 183  
Quinta siehe Holzsortierung

## R

RAL-Gütezeichen 254  
Rampen 191  
Randleistenmatte 57  
Rauchschutz 133  
Raumabschluss  
Erläuterung 282  
Kriterium 131  
Raumhöhe 247  
Raumtemperatur 86  
RDN siehe Regeldachneigung  
Referenzgebäude 83  
Regeldachneigung  
Dachdeckung 202  
Erläuterung 282  
Unterschreitung 201  
REI siehe Brandschutz  
Resistenzklasse 282  
Rettungsweg 130  
Rippendecke 196, 197  
Robinie  
Fasersättigungsfeuchte 275  
Kennwerte 116  
Rohdeckenbeschwerung 160  
Rücktrocknung 35  
russische Sortierung siehe Holzsortierung  
R-Werte  
Dachsanierung 62  
Dämmdicke 76  
Definition 74  
nachträgliche Kerndämmung 67

## S

Sachwertschutz 127  
Saprophyten 281  
Schallabsorptionsgrad 282  
Schalldämm-Maß 147  
Schalldruckpegel 156  
Schallemissionen 145  
Schallschutz 145–165  
Anforderungen 147  
Außenbauteile 154  
DEGA-Richtlinie 145  
Einbausituation Fenster 155  
Flanken 152  
Home-Office 153  
Installationen 160  
Planung 145

- Rechtsarten 146
  - VDI-Richtlinie 145
  - Vertragsvereinbarung 145
  - Schallschutzniveau, Holzbau 146
  - Schieferdeckung
    - belüftet 212
    - nicht belüftet 212
  - Schimmel
    - Dachüberstände 112, 236
    - Entstehung 110
    - Nutzungsklassen 113
    - Sanierung 113
    - unbeheizte Nebenräume 111
  - Schimmelpilze 112, 281
  - Schlagregen 275
  - Schlagregenschutz 282
  - Schmetterlinge 279
  - Schneelastzonen 170
  - Schubverankerung 224
  - Schulbaurichtlinie 130
  - Schwelen 133
  - Schwindverformung 282
  - Schwingung, Erläuterung 276, 283
  - Schwingungsnachweise 178
  - sd-Wert
    - Erläuterung 102
    - Faktor 10 - 104
    - Holzschutz 117
    - OSB 103
  - Sekunda siehe Holzsortierung
  - Sexta siehe Holzsortierung
  - Sipo 116
  - Sockel 188–194
    - Abdichtung 192
    - Aufkantung 223
    - Betonaufkantung 224
    - Bodenplatte 249
    - Dämmstein 223
    - Details ab Seite 226
    - Drainageschacht 190
    - Entwässerungsrinne 190
    - Höhenanforderung 189
    - Kiestraufe 190
    - Podesthöhe 222
    - Starkregen 188
    - vertikale Abdichtung 188
  - Sockelausbildung 191
  - Sockelhöhen 191
  - Sohlplatte siehe Bodenplatte
  - Sonderbauten 127, 129
  - Sonneneintragskennwert 88
  - Sonnenschutz
    - Abminderungsfaktor 86
  - Sonnenschutzverglasung 86
  - Sorption 277, 283
  - Sorptionsfeuchte 283
  - Spaltblättling 281
  - Spannungen 274
  - Sparrenköpfe 235
  - Sparrenlage, Dachsanierung 57
  - Spektrumanpassungswert 156
  - Splint 116
  - Staffelgeschoss 264
  - Stand der Technik, aktueller 283
  - Standsicherheitsnachweis 166
  - Statik siehe Tragwerksplanung
  - Steifigkeitswerte, charakteristische
    - Erläuterung 272
  - Steildach 201–210
  - Strahlungswärme 276
  - Stützenfuß 239
  - sub&top-Verlegung 60
- T**
- Tanne
    - Fasersättigungsfeuchte 275
    - Kennwerte 116
  - Taupperiode 105
  - Taupunktkurve 98
  - Tauwasser 97
  - tauwasserfrei 101
  - Tauwassernachweis siehe Feuchteschutz-nachweis
  - Teak 116, 282
  - Tegernseer Gebräuche siehe Holzsortierung
  - Temperaturamplitudenverhältnis 87
  - Temperaturleitzahl 87
  - Termiten 279
  - Terrassen 241
  - Terrassenaustritt 190
  - Terrassentür 244
  - Tertia siehe Holzsortierung
  - Thermografie 283
  - Tragfähigkeit
    - Dachlattung 209
    - Konstruktion 276
  - Tragwerksplanung 166–184
    - Bemessungswerte 166
    - charakteristische Werte 166
    - Erläuterung 166
    - Gebrauchstauglichkeit 276
    - Holzbalkendecken 177
    - Teilsicherheitsbeiwerte 167
    - Verankerung 175
    - Verbindungsmittel 174
    - Wandscheiben 171
  - Tränkbarkeit
    - Erläuterung 283
    - Holzarten 116
  - Tränkbarkeitsklasse 283
  - Transmissionswärmeverlust 83
  - Traufe 235
  - Trennbahnen
    - Bitumenbahnen 109
    - Feuchteschutz 108
    - Kunststoff- und Elastomerbahnen 109
  - Trenndecken 165
  - Trennwände, Schallschutzanforderungen 153
  - Treppe, Schallschutz 165
  - Triobalken 182
  - Trittschalldämmung 214
  - Trittschallpegel 156
  - Trittschallschutz
    - Kennwerte 156
    - Spektrumanpassungswert 156
    - Vorbemessung 163
    - Zielwerte bei Holzdecken 157
  - Trockenbau
    - Feuchtraum 217
    - Unterkonstruktion 217
  - Trockenbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich
  - Trockenestrich 216
  - Trocknungsreserve
    - Austrocknungskapazität 102, 103
    - Erläuterung 284
    - Grenzwerte 99
    - Holzbau 117
- U**
- u/s siehe Holzsortierung
  - Übereinstimmungsnachweis
    - CE-Kennzeichnung 284
    - Erläuterung 284
  - Übereinstimmungszeichen siehe Ü-Zeichen
  - UDB-eA siehe Unterdeckung nahtgerfügt
  - UEAtc 273
  - Umkehrdiffusion 105
  - Unterdach
    - Erläuterung 284
    - Schalung 211, 212
    - wasserdichtes 284
  - Unterdecke
    - Holzdecken 217
    - Schallschutz 157
  - Unterdeckung
    - Ausführung 206
    - Aussteifung 179
    - Erläuterung 284
    - Holzfasern-Dämmplatte 57, 206
    - Materialauswahl 204
    - nahtgerfügt 204
    - sd-Wert 103
  - Unterschlag 236
  - Untersohldämmung 225
  - Unterspannung 284

## U-Werte

- Altbau Fassadendämmung 70
- Berechnung 74
- Erläuterung 74
- VHF Neubau 11, 15
- Wärmedämmstandards 78
- WDVS Altbau 71
- WDVS Neubau 11, 19

## Ü-Zeichen

- Erläuterung 284
- Güteüberwachung 254

## V

- VB siehe Verschleißbauteil
- vBG siehe vorhabenbezogene Bauartgenehmigung
- Veranda 190
- Verankerung 175
- Verbindungsmitel
  - Tragwerksplanung 174
- Verblender
  - Dachüberstand 236
  - Holzrahmenbau 14
  - Sockel 225
- Verdunstungsperiode 105
- Verglasung
  - Brandschutz 131
- Verschleißbauteil 241, 285
- Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 254
- VHF siehe Fassade
- Vollholz 285
- Vordach 239
- Vordeckung 210
- Vorfertigung 248
- Vorgehängte hinterlüftete Fassade siehe Fassade
- vorhabenbezogene Bauartgenehmigung 141
- Vorlauftemperatur 84
- Vormauerschale 67
- VV TB 272
- VV TB siehe Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

## W

- Wabenschüttung 160
- Wandtafeln 171, 285
- Wärmeabstrahlung 236
- Wärmebrücken 97
- Wärmebrückenverlustkoeffizient 17
- Wärmedämmstandard 78
- Wärmedämm-Verbundsystem siehe WDVS
- Wärmedurchlasswiderstand 74, 75
- Wärmekapazität 285

## Wärmeleitfähigkeit 285

- Wärmemenge 285
- Wärmepumpe 84
- Wärmeschutz 74–89
  - Dachsanierung 61
  - Neubau 262
  - Schlagregenbeanspruchung 282
  - sommerl. Wärmeschutz siehe Hitzeschutz
- Wärmeschutznachweis 79
- Wärmeschutzstandards 83
- Wärmespeicherkapazität 285
- Wärmeübergangswiderstand 75
- Warmluftströmung 92, 276
- Wasser, freies 120
- Wasser, gebunden 120
- wasserableitende Schicht 285
- Wasseraufnahme 285
- Wasserdampf 97
- Wasserdampfdiffusion 98
- Wasserdampfdiffusionswiderstand 285
- Wasserdampfdurchlässigkeit 285
- Wasserdampfkongvektion 98
- Wasserdampfsättigungsmenge 97
- Wassersättigungskurve 98
- WDVS
  - Altbau 71
  - Brandschutz 140
  - Holzmassivbau 19
  - Holzrahmenbau 9, 226
  - U-Werte 11, 17, 19
- Werkstattplanung 246
- Western Hemlock 116
- Western Red Cedar 116
- Wetterschutz 125
- Winddichtung 108, 204
- Windlasten 169
- Windrispenbänder 180
- Wohndachfenster
  - Hitzeschutz, som. 86
- Wohnraumlüftung 91
- Wohnungstrenndecke 165
- Wohnungstrennwand 53, 54
  - Schallschutz 149
  - Schallschutzanforderungen 147
- Wurzelschwamm 281

## Z

- Zementestrich 215
- Zuganker
  - Varianten 176
  - Wandscheibe 175
- Zugverankerung 224
- Zulassung, allgemeine bauaufsichtliche 285
- Zusammendrückbarkeit 285
- Zustimmung im Einzelfall 136

# Impressum

## Herausgeber

EUROBAUSTOFF Handelsgesellschaft mbH & Co. KG  
Auf dem Hohenstein 2 + 7  
61231 Bad Nauheim  
Fon: +49 6032 805-0  
Fax: +49 6032 805-265  
[kontakt@eurobaustoff.de](mailto:kontakt@eurobaustoff.de)  
[www.eurobaustoff.de](http://www.eurobaustoff.de)

## Verfasser

Dipl.-Ing. Holger Meyer  
Ingenieurbüro  
27356 Rotenburg  
[www.meyer-ingenieurbuero.de](http://www.meyer-ingenieurbuero.de)

## Haftungshinweis

Bei diesen Unterlagen handelt es sich um Empfehlungen des Verfassers, welche nach bestem Wissen und Gewissen und nach gründlichen Recherchen erstellt wurden. Irrtümer oder Fehler, welche sich z. B. aus veränderten Randbedingungen ergeben könnten, sind dennoch nicht ausgeschlossen, so dass der Verfasser und der Herausgeber keinerlei Haftung übernehmen können.

## Urheberrechtshinweis

Das Urheberrecht für Abbildungen ohne Quellenangabe liegt beim Verfasser.

5. Auflage 2025

# Legende

## Brandschutz

nach DIN 4102 Teil 4, Ausgabe 2025-06 und MHolzBauRL

BS	gespundete Bretter aus Nadelholz (DIN 4072)
DA	Dachabdichtung beliebig, die Anforderungen aus Flugfeuer sind zu beachten, siehe DIN 4102-4 Abs.11.4
DD	Dachdeckung beliebig, die Anforderungen aus Flugfeuer sind zu beachten, siehe DIN 4102-4 Abs. 11.4
Estrich	aus Mörtel, Gips oder Gussasphalt
HW	Holzwerkstoffplatte mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ , Angabe der Dicke [mm] In klassifizierten Wänden sind Holzwerkstoffplatten mit geringerer Rohdichte zulässig, wenn die Dicke erhöht wird, siehe Tabelle C6.20 auf Seite 136.
GF	Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283 Teil 2, Rohdichte $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$
GKF	Gipskarton-Feuerschutzplatte nach DIN 18180 in Verbindung mit DIN EN 520, Angabe der Lagen/Dicke [mm]
GKF/GF	Gipskarton-Feuerschutzplatte, Gipsfaserplatte als brandschutztechnisch wirksame Bekleidung nach HolzBauRL Angabe der Lagen/Dicke [mm]
GP	Gipsplatte nach DIN EN 520 in Verbindung mit DIN 18180
MW30	Mineralwolle nach DIN EN 13162, nichtbrennbar, $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
MW1000	Mineralwolle nach DIN EN 13162, nichtbrennbar, Schmelzpunkt $\geq 1000 \text{ °C}$ , hohlraumfüllend und formschlüssig
> 200	Nutzungseinheit oder brandschutztechnisch abgetrennten Räumen/Raumgruppen ab 200 m <sup>2</sup> bis maximal 400 m <sup>2</sup> Brutto-Grundfläche
≤ 200	Nutzungseinheit oder brandschutztechnisch abgetrennten Räumen/Raumgruppen bis maximal 200 m <sup>2</sup> Brutto-Grundfläche

## Schallschutz

nach DIN 4109 Teil 33, Ausgabe 2016-06

Balkenl.	aus Vollholz oder Brettschichtholz; Mindestmaße 60 mm x 180 mm alternativ auch Stegträger der Höhe 240 mm bis 406 mm; Achsabstand jeweils $\geq 625 \text{ mm}$
DD	Dachdeckung aus Dachsteine (bei Ziegel $\Delta R_w = -2 \text{ dB}$ )
DES	Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungsgebiet DES-sh, dynamischen Steifigkeit $s'$
DZ	Mineralwolle nach DIN EN 13162 oder Holzfaser nach DIN EN 13171, längenbezogenem Strömungswiderstand jeweils min. 5 kPa s/m <sup>2</sup>
Estrich	Zement-, Magnesia-, Calciumsulfat nach DIN 18560, Flächengewicht $m' \geq 120 \text{ kg/m}^2$
Fas	Masse der Vorhangschale $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$
GF	Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283 Teil 2, Rohdichte $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$
GKF	Gipskarton-Feuerschutzplatte Typ F nach DIN EN 520 mit DIN 18180, $\rho \geq 800 \text{ kg/m}^3$ , verarbeitet nach DIN 18181
GP	Gipsplatte nach DIN EN 520 in Verbindung mit DIN 18180, Rohdichte $\rho \geq 680 \text{ kg/m}^3$
HD	Hohlraumdämmung von Decken aus Mineralwolle oder Holzfaser mit Anwendungsgebiet DZ oder DAD-dk
HW	Holzwerkstoffplatte nach DIN EN 13986 – OSB nach DIN EN 300 – Spanplatte nach DIN EN 312 – Sperrholz nach DIN EN 636 – Massivholzplatte nach DIN EN 13353 Rohdichte $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ und $m' \geq 8 \text{ kg/m}^2$
Lattung	Unterkonstruktion ohne weitere Anforderungen
LS	Luftschicht $d \geq 20 \text{ mm}$
Putz	Putzbeschichtung, Masse $m' \geq 8 \text{ kg/m}^2$
RW	Rahmenwerk mit Abstand $e \geq 600 \text{ mm}$ und Querschnitt: – Breite $b \leq 60 \text{ mm}$ – Höhe $h \geq 100 \text{ mm}$
TS	Trockenes Schüttgut mit einer Schüttdichte $\rho \geq 1500 \text{ kg/m}^3$ , Flächengewicht $m'$ , Restfeuchte $\leq 1,8 \%$ ; gegen Verrutschen gesichert mittels Pappwaben, Sandmatten, Lattengitter (Feldgröße etwa 800 mm x 800 mm) o. ä.
WF	Holzfaser-Dämmplatten nach EN 13171
WH/WTR	Mineralwolle nach DIN EN 13162 oder Holzfaser nach DIN EN 13171, längenbezogenem Strömungswiderstand jeweils min. 5 kPa s/m <sup>2</sup> , bei Holzfaser ist ein Übermaß des Dämmstoffes zu vermeiden



**SSW:**Dach & Holz  
ssw-dach-holz.de

**ECHE EXPERTEN  
FÜR HOLZBAU**