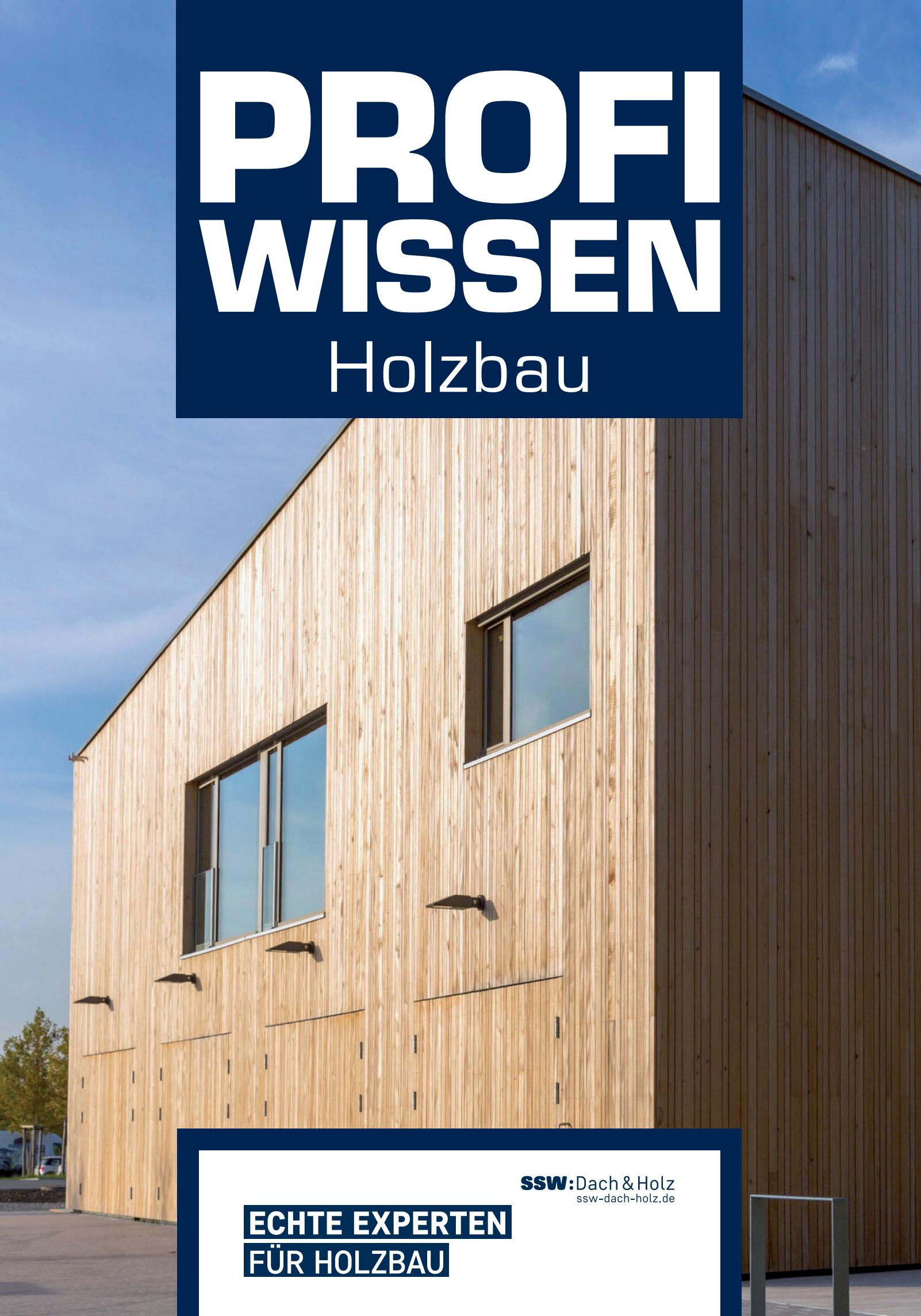


PROFI WISSEN

Holzbau



SSW:Dach & Holz
ssw-dach-holz.de

**ECHTE EXPERTEN
FÜR HOLZBAU**





Inhalt

A. Neubau	7	B. Altbau	47
A1. Außenwand.....	8	B1. Dachsanierung von außen.....	49
1. Holzrahmenbau mit WDVS.....	9	1. Innenbekleidung: Putz auf Putzträgerplatten	52
2. Holzrahmenbau mit VHF	10	2. Innenbekleidung: Gipsplatten.....	54
3. Holzrahmenbau mit Verblender	11	3. Innenbekleidung: Profilbretter oder Paneele	56
4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene	12		
5. Holzmassivbau mit VHF	13	B2. Wand	58
6. Holzmassivbau mit WDVS.....	15	1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung ...	59
		2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung	61
A2. Dach	16		
1. Dach mit Mindestausstattung	17	C. Bauphysik	63
2. Dach mit guter Ausstattung	18	C1. Wärmeschutz.....	64
3. Flache Dachneigung ab 7°	19	1. U-Wert – was ist das?	64
4. Metalldeckung	20	2. Der Energiebedarf	67
		3. Wärmeschutzstandards.....	71
A3. Decke	21	4. sommerlicher Hitzeschutz	72
1. Balkenlage, sichtbar (EFH).....	22	5. Innendämmung	75
2. Balkenlage, bekleidet (EFH).....	23		
3. Balkenlage, bekleidet (MFH)	24	C2. Luftdichtung	76
4. Balkenlage, bekleidet, Trockenestrich.....	25	1. Konzept zur Luftdichtung im Neubau	76
5. Holzmassiv, sichtbar.....	26	2. Ausführung von Luftdichtungen.....	78
7. Holzmassiv, Installationsraum	28	3. Luftdichtungen überprüfen	80
A4. Dach mit Abdichtung	29	C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen	81
1. aufliegende Dämmung (Typ I)	30		
2. aufliegende Dämmung, Holzmassiv (Typ I).....	31	C4. Feuchteschutz.....	83
3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II).....	32	1. Klima und Feuchte	83
4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)	34	2. Dampfbremse versus Dampfsperre	85
5. belüftetes Dach (Typ IV)	36	3. Der s_d -Wert.....	87
6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)	37	4. Umkehrdiffusion	89
		5. Winddichtung.....	91
A5. Gebäudeabschlusswand.....	38	6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk	91
1. Gipswerkstoffe.....	38	7. Schimmel.....	93
2. mit Witterungsschutz	39		
3. Holzwerkstoffe	40	C5. Holzschutz	97
4. Gipswerkstoffe, Schallschutz.....	41	1. Gefährdungspotenziale	98
		2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser	100
A6. Innenwand, tragend-aussteifend	42	3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen	100
1. einschalige Wand	42	4. Lattungen bei Dach und Wand	106
2. zweischalige Wand	45	5. Chemischer Holzschutz.....	107
		6. Fassaden an Außenwänden	108
		C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz.....	110
		1. Gebäude und Nutzung	110
		2. Bauteile und Ausrüstung	114
		3. Baustoffe.....	116
		4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten	118
		5. Gebäudeklasse 4	120

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.

C7. Schallschutz	122	F2. Dach	181
1. Luftschalldämmung, Wände	124	1. Traufe	181
2. Luftschalldämmung, Außenbauteile	131	2. Dachränder Flachdach	183
3. Trittschalldämmung, Decken	133	F3. Vordächer	185
C8. Tragwerk	139	F4. Terrassen und Balkone	187
1. Gliederung der Eurocodes	139	1. Balkonkonstruktionen	187
2. Begriffe aus der Tragwerksplanung	140	2. Staffelgeschoss mit Dachterrasse	189
3. Überschlägige Ermittlung von Wandscheiben	141		
4. Deckenbeplankung	142	G. Fertigung / Arbeitsabläufe	191
D. Baustoffe im Holzbau	143	G1. Betonsohlplatte	192
D1. VOCs in Holz und Holzwerkstoffen	145	1. Auflagerung auf Beton	192
D2. Luftdichtung/Dampfbremse	146	2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten	194
D3. Konstruktionsholz	147	3. Aufkantungen unter Außenwänden	197
1. Sinnvolle Querschnittsgrenzen werden überschritten!	147	G2. Holzrahmenbau	199
2. Tragfähigkeit von Holz	149	1. Güteüberwachung	199
D4. Verbinder	153	2. Wandbeplankung mit OSB	200
		3. Verbindungsmittel, Verankerung	203
E. Konstruktion	155	4. Vorfertigung Werkhalle	206
E1. Unterdeckungen, Konterlatten, Latten	156	5. Fertigung Baustelle	210
1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen	156	6. Installationen	212
2. Regeldachneigung für Dachdeckungen	157	G3. Dachgeschoss	213
3. Ausführung von Vordeckungen	160	1. Übergang der Gewerke Mauerwerk / Holzbau	213
4. Behelfsdeckungen	162	2. Der Bauablauf	215
5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung	163	3. Staffelgeschoss mit vorgesetztem Dach	216
6. Dachlattung	164	4. auskragendes Dachgeschoss	216
7. Schalungen bei Dächern mit „kalten“ Abdichtungen	165	5. bündiges Dachgeschoss	217
8. Schalungen unter Dachdeckungen	166	G4. Aufstockung	218
E2. Estrichaufbau	168	1. Übersicht	218
E3. Unterdecken	170	2. Binderdach	219
E4. Installationsebene	172	3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig	220
F. Details	173	4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig	221
F1. Außenwand	173	G5. Anbau	222
1. Sockelausbildung	173		
2. Geschossstoß	175	Glossar	224
3. Fensteranschluss	177	Literaturverzeichnis	237
		Schlagwortverzeichnis	238
		Impressum	244
		Legende	248

Einführung

In Deutschland liegen 10 Jahre des Umbaus in Sachen Fachregeln des Holzbaus hinter uns. Dieser Prozess ist auch heute noch nicht vollständig abgeschlossen.

Die als Eurocode EC 5 benannte DIN EN 1995-1 bildet den Kern der Fachregeln für den Holzbau. Tragwerke aus Holz und Holzwerkstoffen sind seit Juli 2012 allein hiernach zu planen und auszuführen. Wohlge-merkt, der EC 5 bildet zwar den Kern, ist aber von einer Vielzahl weiterer Normen umgeben. Europa arbeitet in der Normung stark arbeitsteilig, um eine Harmonisierung auf den gesamten Raum der EU überhaupt bewerkstelligen zu können. Ein demokratischer Prozess, mit unzähligen Beteiligten und ebenso vielen verschiedenen Interessen. Die zu regelnden Themen werden klein gehalten, um die notwendige Einigung zu ermöglichen.

Sinn des Wandels im Holzbau ist einer der Grundgedanken der Europäischen Union selbst. Europa als einen einheitlichen Wirtschaftsraum zu entwickeln ist der Status Quo, Teil der europäischen Idee. Der freie Warenverkehr in Europa setzt voraus, dass Produkte auf gleicher Grundlage wo auch immer produziert und im gesamten Wirtschaftsraum ohne Kleinstaaterei in den Verkehr gebracht werden können. Das CE-Zeichen ist die „Erkennungsmarke“ Europas und signalisiert die Konformität mit einer europäischen Produktnorm oder Zulassung. Die Ausbreitung des CE-Zeichens macht uns die Entwicklung deutlich. Es ist nicht möglich, sich diesem Prozess als Bauschaffender zu verschließen.

Umso wichtiger ist es, die europäischen Regeln zu den Bauprodukten zu verstehen. Auch diesen Hintergrund verfolgt dieses Handbuch ProfiWis-sen Holzbau, welches nunmehr in der vierten Auflage erscheint.

Handwerkliche Fachregeln nehmen an Bedeutung zu

Trotz der vielen europäischen Normenwerke und ergänzenden nationalen Normen nimmt die Bedeutung der handwerklichen Fachregeln zu. Europäische Normen enthalten keine Anwendungsbestimmungen. Dies zu regeln ist Sache der nationalen Institutionen. Das Prinzip, dass Europa lediglich Produkte jedoch keine Konstruktionen regelt, ist durchschlagend. Jedes einzelne Mitgliedsland kann seine Bautraditionen pflegen. Es gibt nationale Anwendungsnormen. Schillerndes Beispiel für den Holzbau ist in Deutschland die DIN 68800 Holzschutz. Es wird nicht möglich sein, alle Planungsdisziplinen des Bauens derart präzise in Normen zu beschreiben, wie es bei der DIN 68800 gelungen ist.

Lösung bieten Fachregeln, die von Verbänden aufgestellt werden. Ob diese dann auch anerkannte Regeln der Technik sind, sei dahin gestellt. Es liegt an den Verbänden die jeweilige Thematik sauber zu recherchieren, Bauprodukterhersteller sowie andere außenstehende Fachkreise zu beteiligen. Die Fachregel ist sodann in praxisgerechter Form zu formulieren und den Fachkreisen zugänglich zu machen.

Wo ist was geregelt? Hierauf soll diese Schrift Antwort geben. Welche Produkte könnten ebenfalls geeignet sein? Wir versuchen zu klären, was bei den vielen Anwendungen des Holzbaus von Bedeutung in der Praxis sein könnte.

Es wird noch einige Jahre dauern, bis sich die Branche an die neuen Begrifflichkeiten und Definitionen gewöhnt hat. Die gesamte Wertschöpfungskette Holz hat mit der Umstellung zu tun. Hersteller, Handel und Handwerker sollten den Planern behilflich sein, die Ausschreibungen zu aktualisieren. Auch dieses stellt eine hohe Motivation dar, um den modernen Holzbau die Stärke unter den Bauarten zu geben, die es viele Jahrhunderte hatte. Holz ist ein traditionsreicher wie moderner Werkstoff und passt hervorragend in das 21. Jahrhundert.



Von größter Bedeutung ist die regelmäßige Überarbeitung und Fortschreibung. Erst dann kann erwartet werden, dass diese Fachregel von den Fachkreisen einschließlich gerichtlich bestellter Sachverständiger als anerkannte Regel der Technik angewandt und ausgelegt wird. Beispiel für eine anerkannte Regel der Technik sind seit vielen Jahren die Fachregeln des Zentralverbandes des Dachdeckerhandwerks.

Bedeutender Vorteil von Fachregeln ist, dass die Beteiligung von Fachkreisen unbürokratisch erfolgen kann, außerdem ist der Formalismus geringer. Durch häufiges Überarbeiten können die unvermeidlichen Fehler reduziert und Erfahrungen aus der Praxis stetig berücksichtigt werden.

➔ Eine Fachregel muss sich den Status einer „allgemein anerkannten Regel der Technik“ erst „erarbeiten“.

Viele Verbände geben zusätzlich Merkblätter heraus. Diese können nützlich sein, weil sie Informationen und Kenndaten aus verschiedenen relevanten Quellen produktunabhängig zusammenfassen.



A. Neubau

Der Holzbau bietet für den Neubau von Wohngebäuden vielfältige Lösungen. Für Wand, Dach und Decke haben wir mehrere Konstruktionsvarianten ausgewählt, die eine hohe Bedeutung haben. Wichtig ist, dass diese Konstruktionen an den jeweiligen Energieeffizienz-Standard des Hauses angepasst werden können. Vielen Baufamilien und Investoren ist es völlig klar, dass die Dramatik der Energiepreisentwicklung anhalten wird. So sollen bei Neubauvorhaben immer häufiger zukünftige Standards realisiert werden, um die Wertbeständigkeit der Investition abzusichern. Ausführlich wird das Thema Wärmeschutz im Kapitel C. „Bauphysik“ bearbeitet.

A1. Außenwand.....	8
1. Holzrahmenbau mit WDVS.....	9
2. Holzrahmenbau mit VHF	10
3. Holzrahmenbau mit Verblender	11
4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene	12
5. Holzmassivbau mit VHF	13
6. Holzmassivbau mit WDVS.....	15
A2. Dach	16
1. Dach mit Mindestausstattung	17
2. Dach mit guter Ausstattung	18
3. Flache Dachneigung ab 7°	19
4. Metalldeckung	20

A3. Decke	21
1. Balkenlage, sichtbar (EFH)	22
2. Balkenlage, bekleidet (EFH)	23
3. Balkenlage, bekleidet (MFH)	24
4. Balkenlage, bekleidet, Trockenestrich	25
5. Holzmassiv, sichtbar	26
6. Holzmassiv, bekleidet.....	27
7. Holzmassiv, Installationsraum	28
A4. Dach mit Abdichtung	29
1. aufliegende Dämmung (Typ I)	30
2. aufliegende Dämmung, Holzmassiv (Typ I)	31
3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II)	32
4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)	34
5. belüftetes Dach (Typ IV).....	36
6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)	37
A5. Gebäudeabschlusswand.....	38
1. Gipswerkstoffe.....	38
2. mit Witterungsschutz	39
3. Holzwerkstoffe	40
4. Gipswerkstoffe, Schallschutz	41
A6. Innenwand, tragend-aussteifend	42
1. einschalige Wand	42
2. zweischalige Wand.....	45

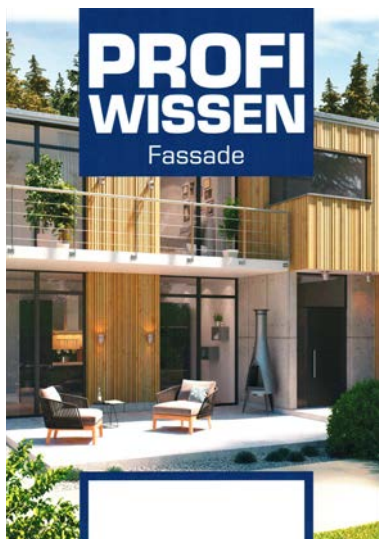
A1. Außenwand

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 Fertighausbau. Mit Beginn der 1990er Jahre ist mit dem Holzrahmenbau eine hochentwickelte Wandkonstruktion in das Tagesgeschäft vieler Zimmereibetriebe zurückgekehrt.

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.

Die Anforderungen an den Schall- und Brandschutz werden planerisch gelöst. Interessant sind Mischbauweisen. 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.

➔ Zum Thema Fassade ist im Jahr 2018 das „Handbuch für den Profi“ in der zweiten Auflage erschienen. Auf mehr als 170 Seiten werden die Hintergründe dargestellt und viele Konstruktionsbeispiele bis ins Detail vorgestellt.



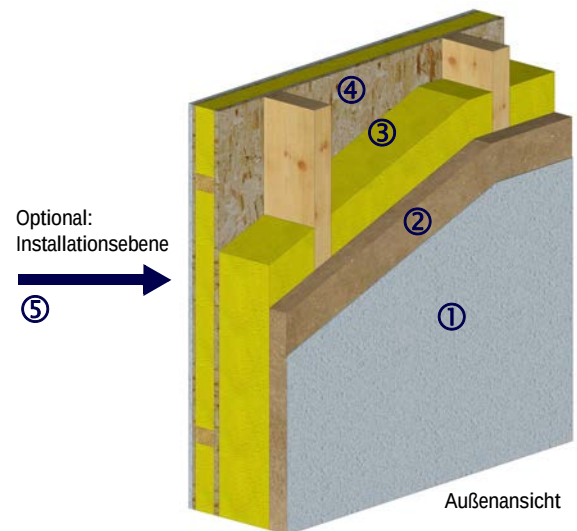
1. Holzrahmenbau mit WDVS

Schon viele Jahre werden Wärmedämm-Verbundsysteme auf der Basis Holzfaserdämmplatten 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“ [19] herausgegeben.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach ABP P-SAC-02/III-669 und gutachterlicher Stellungnahme GS 3.2/15-134-1 (Steico SE), s. Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 Tabelle 6, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 50$ dB
①	Putzbeschichtung mit Armierung gemäß Zulassung WDVS	Steico secure Putzsystem, $d \geq 7$ mm	Putz
②	Holzfaserdämmplatte als WDVS mit Zulassung Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben	Steico protect - $H \geq 40$ mm - $M \geq 60$ mm	WF, $d = 60$ mm
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5$ cm; Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	Steico flex $d \geq 160$ mm	RW, $h \geq 160$ mm WH, $d \geq 140$ mm
④	Tragende und aussteifende Beplankung aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12$ mm, Format $1,247 \times 2,65$ m (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen	HW, $d \geq 12$ mm GKB, $d \geq 9,5$ mm Alternativ: - GKF, $d \geq 12,5$ mm - GKB, $d \geq 2 \times 9,5$ mm - GF, $d \geq 12,5$ mm	HW, $d = 15 - 16$ mm GF, $d \geq 12,5$ mm
⑤	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]	gedämmte Querlattung ⑤ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,20	keine	—	160	140	120
0,18	keine	—	180	160	140
	40 mm	0,035 W/mK	120	120	100
0,15	40 mm	0,035 W/mK	180	160	140
	60 mm	0,035 W/mK	160	140	120
0,12	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 Holzfaserdämmplatten Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,045$ W/mK.

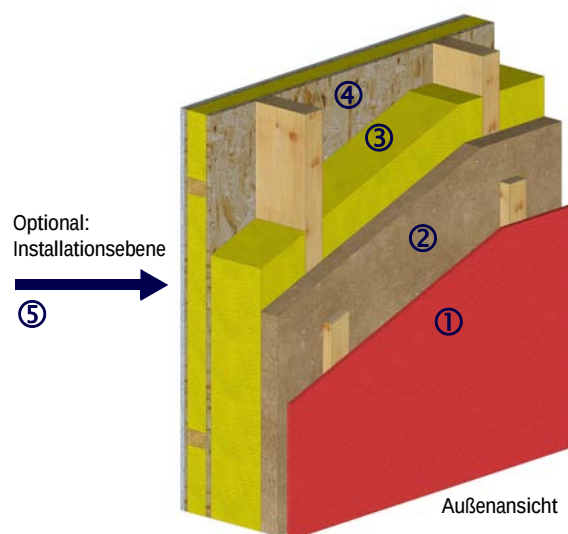
- A. Neubau
A1. Außenwand
2. Holzrahmenbau mit VHF

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 Wetterschutz bevorzugt [14]. Die Fassade selbst kann sehr individuell aus den verschiedensten Materialien hergestellt werden [14]. 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, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.7, s. Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 Tabelle 6, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 44 \text{ dB}$
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 Holzfaserdämmplatte. Die Befestigung erfolgt mit der Grundlattung (S10, GK 0) nach Herstellerangaben zur Aufnahme der Fassadenkonstruktion.	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$	HW, $d = 10 - 16 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$; Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	MiFa, $d \geq 80 \text{ mm}$	RW, 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 $1,247 \times 2,65 \text{ m}$ (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 18 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 2 \times 9,5 \text{ mm}$	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		
	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)		

Wärmeschutz U-Werte [W/m²K]	Unterdeckplatte ② aus Holzfaser mit		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,20	15 mm	0,090 W/mK	140	120	100
	22 mm	0,050 W/mK	140	120	120
0,18	22 mm	0,050 W/mK	160	140	120
	35 mm	0,050 W/mK	140	120	100
0,15	22 mm	0,050 W/mK	200	180	160
	35 mm	0,050 W/mK	200	160	140
0,12	60 mm	0,045 W/mK	240	200	180

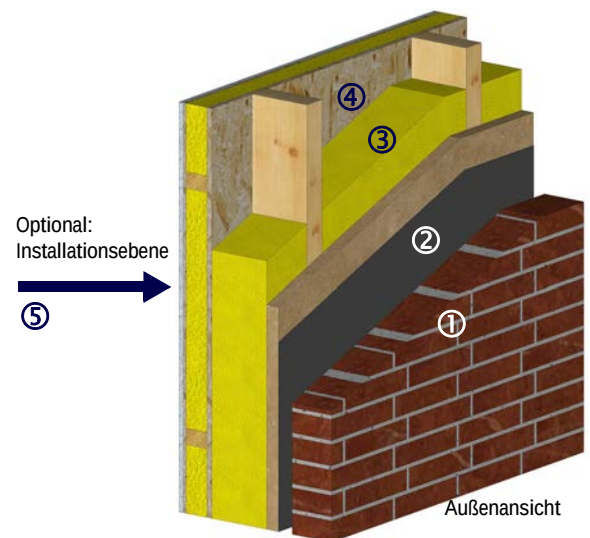
Tab. A1.2 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 55 / 40 mit 60 mm Installationsebene ⑤ mit Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$

3. Holzrahmenbau mit Verblender

Holzrahmenbauwände mit Verblendmauerwerk sind eine geografische Besonderheit im Norden und Westen Deutschlands. Wichtig ist, dass in der Luftschicht 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, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.7, s. Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 Tabelle 6, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 52 \text{ dB}$
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), $e \leq 30 \text{ cm}$	nicht erforderlich	Mauerwerk-Vorsatzschale $d \geq 115 \text{ mm}$
	Luftschicht $d \geq 40 \text{ mm}$, mit Zu- und Abluftöffnungen 150 cm^2 pro 20 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 Holzfaserdämmplatte NKL 2	HW, $d \geq 13 \text{ mm}$	HW, $d \geq 6 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$; Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH	MiFa, $d \geq 80 \text{ mm}$	RW, $h \geq 140 \text{ mm}$ WH, $d \geq 100 \text{ mm}$
④	Tragende und aussteifende Beplankung 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, $d \geq 13 \text{ mm}$ Alternativ: - GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 18 \text{ mm}$ - GKB, $d \geq 2 \times 9,5 \text{ mm}$	HW, $d = 10 - 19 \text{ mm}$ 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		
	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)		

→ U-Werte der Konstruktion siehe Tab. A1.2 auf Seite 10.

- A. Neubau
A1. Außenwand
4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene

4. Holzrahmenbau mit tragender Installationsebene

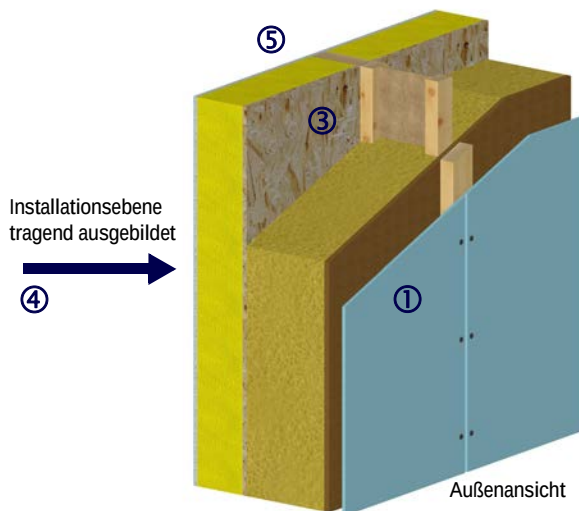
Dieses Bauteil bietet einen völlig anderen Ansatz für einen Holzrahmenbau und lohnt sich besonders in zwei Fällen:

- Es wird eine hoher Dämmwert für die Außenwand benötigt.
- Eine dicke Fassade des darunter liegenden Geschosses soll überbrückt werden.

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 bildet das die tragende / aussteifende Konstruktion. Der Stegträger kann Vorort montiert werden.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0



Text für eine Leistungsbeschreibung	
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)	
①	Fassade wie in den Bauteilen der Seite 9 und Seite 10 Unterdeckung aus mitteldichten Holzfaserplatten
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 GK 0 muss der Anteil dieser Dämmschicht 80 % der gesamten Dämmwirkung des Bauteils betragen
③	Tragende und aussteifende Beplankung aus OSB-Platten, OSB/3 nach EN 300, $d \geq 12$ mm, Format $1,247 \times 2,65$ m (2,80; 3,00 m), Befestigung nach Statik; mit luftdichter Abklebung der Fugen
④	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, 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/m²K]	Tragwerk ④ als gedämmte Installationsebene		Dicke [mm] der Hauptdämmebene ② im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,18 ^a	80 mm	0,035 W/mK	160	160	160
0,15 ^a	80 mm	0,035 W/mK	200	200	160
	100 mm		200	160	160
0,12 ^a	80 mm	0,035 W/mK	300	240	220
	100 mm		240	220	200
0,10	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 $\lambda = 0,09$ W/mK.

^a Feuchteschutznachweis erforderlich (siehe Beschreibung ②)

5. Holzmassivbau mit VHF

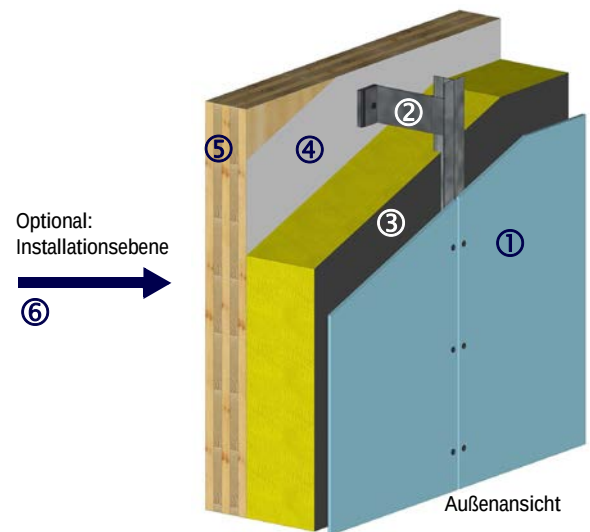
Fassaden aus großformatigen Tafeln sind bei Objekten, aber auch bei Aufstockungen gewünscht. Die pflegeleichte Bekleidung und die äußerst variable Gestaltung sprechen für sich. Eine besonders wirtschaftliche Kombination ergibt sich mit einem Tragwerk aus Holzmassivelementen. Die leichte und hoch tragfähige 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, Gebrauchsklasse GK 0

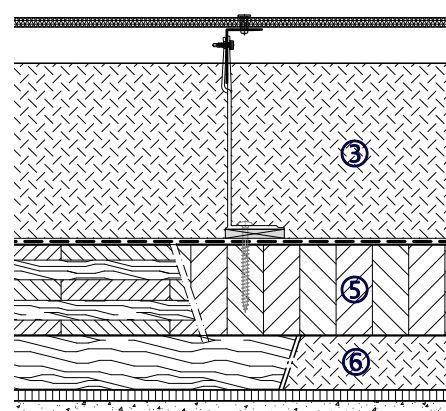


→ In dieser Konstruktionsart ist eine Putzfassade auf hinterlüfteten Putzträgerplatten möglich.

Text 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 formstabilen Mineralfaserplatten, 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)

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

U-Werte [W/m²K]	gedämmte Querlattung ⑥ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ (Hauptdämmebene) bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,20	keine	—	200	180	160
0,18	keine	—	220	200	180
	40 mm	0,035 W/mK	180	160	140
0,15	40 mm	0,035 W/mK	240	220	200
	60 mm	0,035 W/mK	220	200	180
0,12	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 χ -Wert (Chi) ausgedrückt. Dabei spielt der Werkstoff eine entscheidende Rolle. Infolge der sehr geringen Wärmeleitfähigkeit 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 χ -Werte hat auch der Verankerungsgrund, z. B. Beton, Mauerwerk oder Holz, mit den verschiedenen thermischen Widerständen R .

Bei regelmäßigen Abständen der Fassadenunterkonstruktion werden die χ -Werte in einen Zuschlag zum U-Wert (ΔU) 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.

L-Alu ^a ohne thermische Trennung		L-Alu ^a mit thermischer Trennung ^b		L-Edelstahl + Alu-Verlängerung ^a mit thermischer Trennung ^c		GKF-Konsolen „Tekofix“ ^a ^d	
c-Wert [W/K]	Konsolart	c-Wert [W/K]	Konsolart	c-Wert [W/K]	Konsolart	c-Wert [W/K]	Konsolart
0,0790	Gleitpunkt, H = 50 mm	0,0360	Gleitpunkt, H = 50 mm	0,0140	k. A.	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 χ -Werten verschiedener Konsolen als Orientierungswerte. Quelle: ibh Dr. Heller Ingenieurbüro, www.windimnet.de

^a Thermischer Widerstand Ankergrund Beton $R = 0,1$ m²K/W.

^b Thermostop 6 mm, $\lambda = 0,09$ W/mK.

^c Thermostop 6 mm, $\lambda = 0,066$ W/mK; Dämmung $d = 160$ mm; Schenkellänge Edelstahl A4 $sl_z = 100$ mm.

^d Dämmung $d = 300$ mm, $\lambda = 0,035$ W/mK.

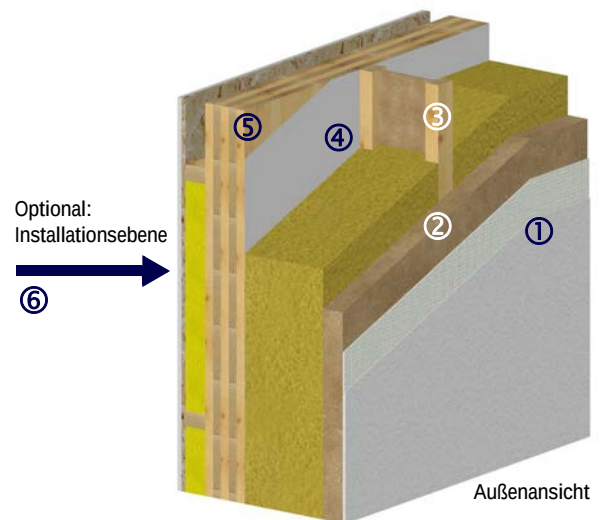
6. Holzmassivbau mit WDVS

Die Putzfassade ist in Deutschland die führende Fassadenvariante. Im Holzbau haben sich die Holzfaserdämmplatten 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 Holzmassivelementen sind variabel.

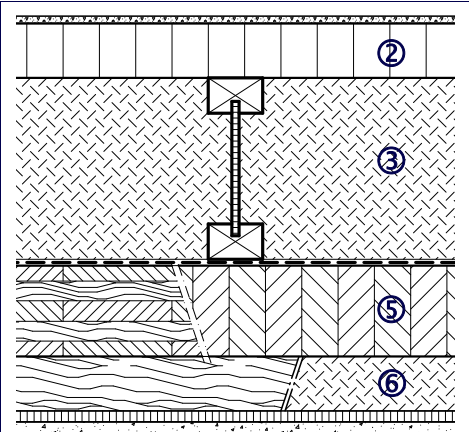
Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach P-SAC-02/III-669 (Steico SE), s. Legende im Anh.
- Schallschutz nach Prüfbericht (Steico SE), siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 47 \text{ dB}$
①	Putzbeschichtung mit Armierung gemäß Zulassung WDVS	Steico secure Putzsystem, $d \geq 7 \text{ mm}$	mineralischer Putz $d \geq 5 \text{ mm}$
②	Holzfaserdämmplatte als WDVS mit Zulassung Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben	Steico protect H, $d \geq 40 \text{ mm}$	Steico protect, $d \geq 40 \text{ mm}$
③	Hauptdämmebene, hergestellt aus Stegträgern (nichttragend), NKL 1, GK 0, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$; Hohlraumdämmung ideal im Einblasverfahren (a. b. Zulassung)	Steico wall Steico zell $d \geq 160 \text{ mm}$	Steico wall Holzfaserdämmung $d \geq 200 \text{ mm}$
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	Brettsper Holz, $d \geq 80 \text{ mm}$	Brettsper Holz, $d \geq 80 \text{ mm}$
⑥	Optional mit Installationsebene: Querlattung aus KVH® NKL 1, GK 0, Abstand $e = 50 \text{ cm}$; mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WI Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten (optional mit Vollschalung aus OSB-Platten)	HW, $d \geq 22 \text{ mm}$ Alternativ: - GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	

U-Werte [W/m²K]	gedämmte Querlattung ⑥ (Installationsebene)		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Rahmenwerk bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,18	keine	—	160	160	160
0,15	keine	—	200	200	200
	40 mm	0,035 W/mK	160	160	160
0,12	40 mm	0,035 W/mK	240	220	200
	60 mm		220	200	200
	80 mm		200	200	200
0,10	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 Holzfaserdämmplatten Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,050 \text{ W/mK}$, Brettsper Holz ⑤ $d = 80 \text{ mm}$.

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.

früher üblich (heute bei Wohngebäuden nicht zulässig)	heute wird eingesetzt
	
nasses oder halbtrockenes Holz	technisch getrocknetes Konstruktionsholz
untermaßiges Holz	vollmaßig 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 Holzfaserdämmplatten

Tab. A2.1 Im Holzbau hat sich in den letzten Jahren viel verändert. Das „früher üblich“ genügt für heutige Anforderungen nicht mehr.

Dachgeschosse sind heute vollwertiger Wohnraum. Da kann man nicht mit Material arbeiten, das bestenfalls für untergeordnete Konstruktionen geeignet wäre. Allein der etwas höhere Preis wird noch als Nachteil wahrgenommen.

Jedoch ist gemessen an dem Preis-Leistungs-Verhältnis und gemessen an den verminderten Schadensrisiken dieser Mehrpreis leicht zu begründen. Abgesehen davon sind die heute gültigen Regeln zu beachten.



Bild: Sonae Arauco / Agepan® System

Abb. A2.2 Dachgeschosse sind heute vollwertige Wohnräume. Dies lässt sich nur mit vergütetem Konstruktionsholz sicherstellen.

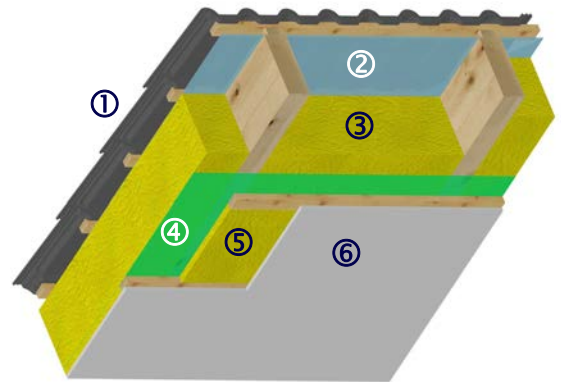
1. Dach mit Mindestausstattung

... 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.

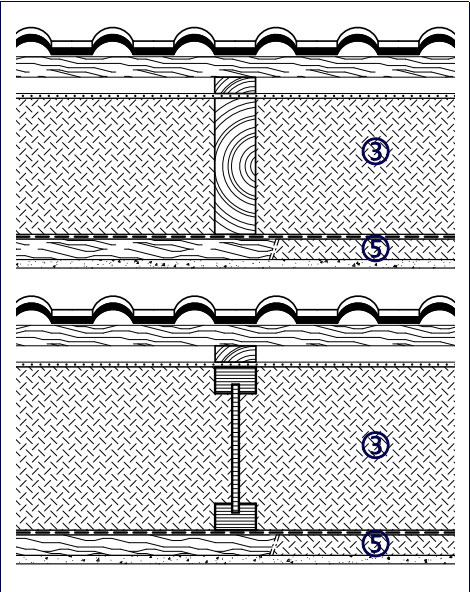
Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.20, s. Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33 Tabelle 12, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 52 / 57 \text{ dB}$
①	Eindeckung als Hartdach aus Dachziegeln und Dachsteinen auf Traglattung S10, NKL 2, GK 0, Querschnitt 30 x 50 mm (trocken); Regel- und Mindestdachneigung beachten	DD	DD
	Luftschicht mit Hinterlüftung nach ZVDH-Fachregeln bzw. DIN 68800		
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 $\geq 60 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$; mit Hohlraumd., Anwendungstyp DZ		DZ $d \geq 200 \text{ mm}$
④	Dampfbremse aus Bahnen, s_d -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 $e \approx 40 \text{ cm}$; mit Hohlraumdämmung, Anw.-typ WI	$e \leq 50 \text{ cm}$	
⑥	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF $d \geq 2 \times 12,5 \text{ mm}$	GF, $d \geq 10 \text{ mm} / d \geq 2 \times 10 \text{ mm}$

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

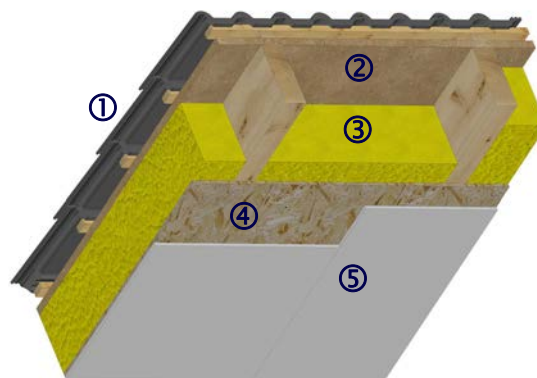
- A. Neubau
A2. Dach
2. Dach mit guter Ausstattung

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 Holzfaserdämmplatte auf der Oberseite leistet viel und lohnt sich allemal.

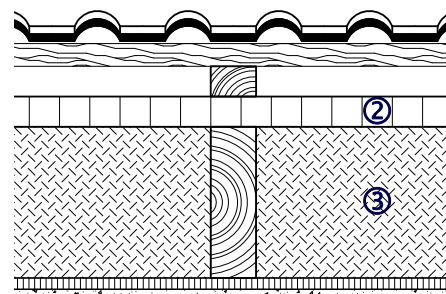


Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend
①	Eindeckung als Hartdach aus Dachziegeln und Dachsteinen auf Traglattung S10, NKL 2, GK 0, Querschnitt 30 x 50 mm (trocken); Regel- und Mindestdachneigung beachten	DD
	Luftschicht mit Hinterlüftung nach ZVDH-Fachregeln bzw. DIN 68800	
②	Unterdeckung als diffusionsoffene Holzfaserdämmplatte, Dicke, Sparrenabstand und Mindestdachneigung nach Herstellerangaben, Befestigung mit Konterlattung (S10, GK 0), Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben zur Aufnahme der Eindeckung	HW, $d \geq 16$ mm Alternativ: - BS, $d \geq 21$ mm
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand $e \leq 80$ cm; mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ	$b \geq 40$ mm
④	Vollschalung und Dampfbremse aus OSB-Platten, OSB/3, NKL 2, $d \geq 15$ mm; mit luftdichter Abklebung der Stöße	HW, $d \geq 16$ mm
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GP, $d \geq 9,5$ mm

U-Werte [W/m²K]	Unterdeckplatte aus Holzfaser mit		Sparren	Dicke [mm] der Dämmung im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit λ von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ		0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,20	15 mm	0,090 W/mK	KVH®	200	180	180
	22 mm	0,050 W/mK		200	180	160
0,17	35 mm	0,050 W/mK	KVH®	220	200	180
	60 mm	0,045 W/mK		200	180	160
0,14	60 mm	0,045 W/mK	KVH®	240	220	200
	80 mm	0,045 W/mK		220	200	180
0,14	35 mm	0,050 W/mK	Stegträger	260	220	200
	60 mm	0,045 W/mK		220	200	200
0,11	35 mm	0,050 W/mK	Stegträger	360	300	300
	60 mm	0,045 W/mK		300	300	240

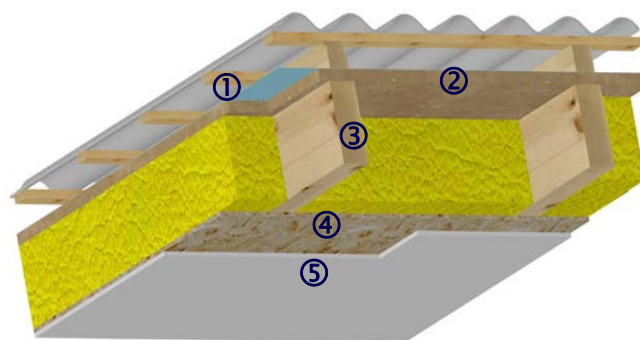


Tab. A2.4 Dämmwerte nach GEG sowie Effizienzhaus-Standard 50 / 40. Die Art und Dicke der Holzfaserdämmplatte kann variiert werden.

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, Bild A.16, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang

Text 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	DD
	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°	
②	Unterdeckung (Klasse 3 / 4) als diffusionsoffene Unterdeckbahn (Herstellerangaben über Mindestdachneigung und Ausführung beachten)	
	Holzfaserdämmplatte, Dicke und Sparrenabstand nach Herstellerangaben	HW, $d \geq 16$ mm Alternativ: - BS, $d \geq 21$ mm
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand $e \leq 80$ cm; mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ	$b \geq 40$ mm
④	Vollschalung und Dampfbremse aus OSB-Platten, OSB/3, NKL 2, $d \geq 15$ mm; mit luftdichter Abklebung der Stöße	HW, $d \geq 16$ mm
⑤	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GP, $d \geq 9,5$ mm

➔ U-Wert-Tabelle siehe Seite 18

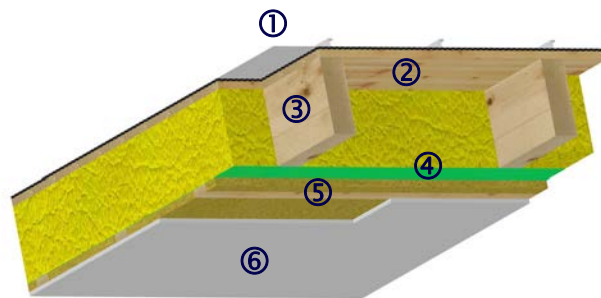
4. Metalldeckung

In der modernen Architektur sind Metalldeckungen beliebt. Im Sinne eines robusten Feuchteschutzes ist das Bauteil der Seite 19 zu empfehlen. Soll eine Unterlüftung der Dachdeckung entfallen, sind einige Anforderungen zu stellen:

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

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

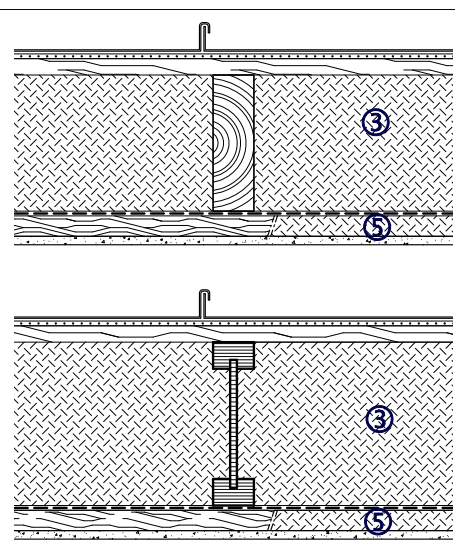
- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend
①	Metalldeckung (z. B. Doppelstehfalz), nach Herstellerempfehlungen, die Regeldachneigung ist zu beachten	DD
	Vordeckung als strukturierte Trennlage	
②	Holzschalung NKL 2, $d \geq 24$ mm, $b \leq 0,16$ m, Nut + Feder	BS, $d \geq 21$ mm
③	Sparren aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand $e \leq 80$ cm; mit Hohlraumd., Anwendungstyp DZ	$b \geq 40$ mm
④	feuchtevariable Dampfbremse ^a , 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	$e \leq 40$ cm
⑥	Innenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5$ mm

^a $s_d \geq 3$ m bei $\leq 45\%$ relative Luftfeuchte und $1,5$ m $\leq s_d \leq 2,5$ m bei 70% relative Luftfeuchte.

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



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

A3. Decke

Bei den Wänden war bereits von der Vielseitigkeit des Holzbaus die Rede, vom „Variantenreichtum statt immer nur Putz“. Die Deckenkonstruktion ist ein gutes Beispiel für die Vielfältigkeit des Holzbaus. Dabei sind Wohnungstrenndecken möglich, die alle Anforderungen an den Schall- und Brandschutz erfüllen.

Holzkonstruktionen werden dann gewählt, wenn es um die Gewährleistung einer guten Raumakustik geht, wenn es auf eine schnelle trockene Bauweise ankommt, wenn haustechnische Installationen „versteckt“ werden sollen.



Bild: Swiss Krono Tex

Raumakustik

Gerade die Raumakustik wird oft unterschätzt. Moderne Räume sind eher sparsam möbliert, schwere textile Vorhänge fehlen, die Böden sind oft aus harten glatten Materialien. Ob Wohnung oder Büro, im Zeitalter der Medien gewinnt die Planung einer guten Raumakustik an Bedeutung. Es gibt reichlich Klagen über Räume, in denen es unangenehm nachhallt.

Wenn Boden und Wände glatt sein sollen, bleibt allein die Decke, um für eine gute Raumakustik zu sorgen. Hier kann eine gewöhnliche Betondecke keine Verbesserung erzielen. Eine Holzkonstruktion kann diesbezüglich auf verschiedene Weise ausgebildet werden:

- Eine sowieso erforderliche unterseitige Bekleidung wird mit Akustikelementen hergestellt.
- Zwischen den Balken werden Akustikelemente eingesetzt.
- Deckenelemente aus flächigen Massivholzelementen werden für eine raumakustische Wirkung vergütet.

➔ Die baulichen Maßnahmen zur Verbesserung von Raumakustik im Gegensatz zum Schallschutz von Raum zu Raum unterscheiden sich erheblich.

Trittschallschutz

Holzbalkendecken und Massivholzdecken sind im Hinblick auf den Schallschutz zwei verschiedene Bauarten. Daher sind Optimierungsmaßnahmen unterschiedlich wirksam. Je nach Anforderungsniveau wird im Folgenden unterschieden zwischen Konstruktionen

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

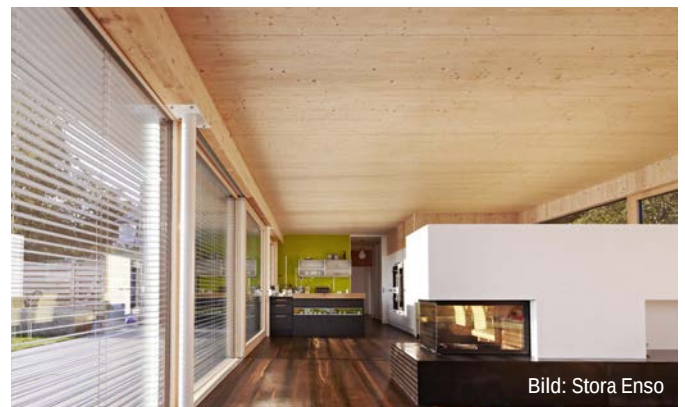


Bild: Stora Enso

Abb. A3.1 Ein guter Trittschallschutz ist bei Holzmassivdecken durch eine Schüttung mit ausreichendem Gewicht zu erzielen. Sehr ansprechend ist die fertige Untersicht.

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 einer Holzdecke zu berücksichtigen. Weitere Ausführungen siehe C7. Schallschutz, Abschn. 3. „Trittschalldämmung, Decken“ ab Seite 133.

Bei den schalltechnisch optimierten Deckenkonstruktionen ist es notwendig, dass der Zimmerer Anforderung und Ausführung des Estrichs definiert. Hinweise siehe E2. „Estrichaufbau“ ab Seite 168.

- A. Neubau
A3. Decke
1. Balkenlage, sichtbar (EFH)

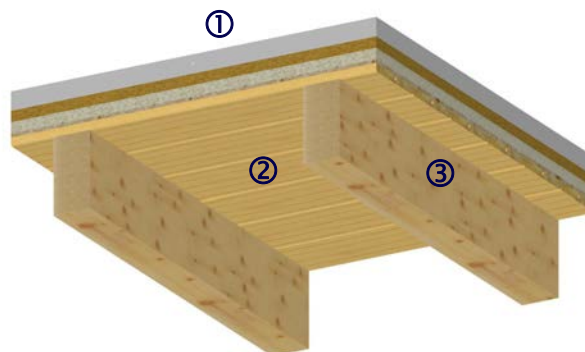
1. Balkenlage, sichtbar (EFH)

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.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.16, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 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



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 50 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 4 \text{ dB}$
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich, $d \geq 20 \text{ mm}$	Estrich, $d \geq 50 \text{ mm}$
	Alternativ: Trockenestrich (bitte beachten: der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ ist höher)	HW, $d \geq 16 \text{ mm}$ Alternativ: - GP, $d \geq 9,5 \text{ mm}$ - Bretter ^a , $d \geq 16 \text{ mm}$	
	jeweils auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, $s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$, $d \geq 40 \text{ mm}$
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung, ggf. mit Rieselschutz als diffusionsoffene Bahn		TS, $d \geq 30 \text{ mm}$, $m' \geq 45 \text{ kg/m}^2$
②	Tragende und aussteifende Beplankung ^b nach den statischen Berechnungen ausführen (Dicke z. B. 22 mm), NKL 1; bei Brandschutzanforderungen kann eine zusätzliche oder dickere Beplankung erforderlich werden (vgl. Abb. C6.17 auf Seite 117)	HW, $d \geq 25 \text{ mm}$	HW, $d \geq 22 \text{ mm}$, $m' \geq 15 \text{ kg/m}^2$
	Alternativ: Dielung, sichtbar bleibend, Nut-Feder, Holzfeuchte $u \leq 12\%$, Dicke $d \geq 22,5 \text{ mm}$, Brettbreite ca. 140 mm, Kanten gefast, Oberfläche fein gehobelt, vor der Montage allseitig grundiert, ggf. Endbehandlung der Sichtseite mit einer pigmentierten Lasur	$d \geq 28 \text{ mm}$ (Nettoquerschnitt)	$d = 28 \text{ mm}$, zusätzlich 12 mm BFU-Platte
③	Balkenlage aus Brettschichtholz (Auslesequalität), NKL 1, GK 0, Breite $\geq 100 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$; Oberfläche fein gehobelt, ggf. geschliffen, vor der Montage mit einer filmbildenden Grundierung ohne Pigmentierung behandelt	Bemessung nach Norm für den Brandfall	Balkenl.

^a mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

^b In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist $b \geq 1,0 \text{ Meter}$ (vgl. Seite 142).

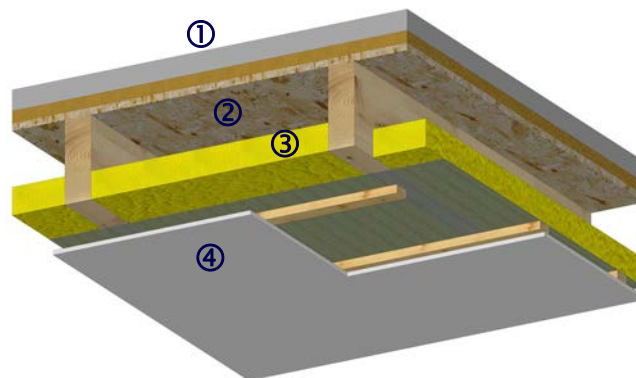
2. Balkenlage, bekleidet (EFH)

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.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 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



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 54 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 7 \text{ dB}$
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich, $d \geq 20 \text{ mm}$	Estrich, $d \geq 50 \text{ mm}$
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, $s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$, $d \geq 40 \text{ mm}$
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 46 \text{ dB}$ ($C_{1,50-2500} = 12 \text{ dB}$) möglich, mit verbesserter Trittschalldämmung und Deckenbeschwerung als trockene Schüttung		DES, $s' \leq 8 \text{ MN/m}^3$, $d \geq 20 \text{ mm}$; TS, $d \geq 30 \text{ mm}$, $m' \geq 45 \text{ kg/m}^2$
②	Tragende und ggf. aussteifende ^a Beplankung nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 1,	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®, NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ	DZ30, $d \geq 60 \text{ mm}$	HD, $d \geq 100 \text{ mm}$
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		
	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt $24 \times 60 \text{ mm}$ (trocken), Abstand $e \approx 40 \text{ cm}$	$e \leq 62,5 \text{ cm}$	Lattung $24 \times 48 \text{ mm}$, $e \geq 415 \text{ mm}$
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GP, $d \geq 12,5 \text{ mm}$ Alternativ: - GF, $d \geq 10 \text{ mm}$

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

- A. Neubau
A3. Decke
3. Balkenlage, bekleidet (MFH)

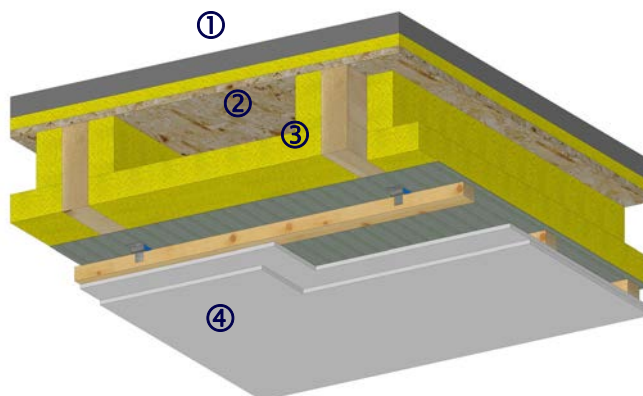
3. Balkenlage, bekleidet (MFH)

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 Abschnitt C7 auf Seite 122 „Schallschutz“ beachten.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe 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



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 39 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 11 \text{ dB}$
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich, $d \geq 20 \text{ mm}$	Estrich, $d \geq 50 \text{ mm}$
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, $s' \leq 7 \text{ MN/m}^3$, $d \geq 40 \text{ mm}$
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 37 \text{ dB}$ möglich, mit CD-Profil		
②	Tragende und ggf. aussteifende ^a Beplankung nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 1,	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®, NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ, $d = 200 \text{ mm}$ oder $d = 100 \text{ mm}$ und am Balken seitlich hochgezogen	DZ30, $d \geq 60 \text{ mm}$	HD, $d = 100 \text{ mm}$, seitl. hochgezogen
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		
	Unterkonstruktion als optimierte Abhänger mit Traglattung aus Holz S10, Querschnitt $24 \times 60 \text{ mm}$, GK 0, Abstand $e \geq 40 \text{ cm}$, Abhängehöhe $d \geq 57 \text{ mm}$	$e \leq 62,5 \text{ cm}$	Lattung $24 \times 60 \text{ mm}$, $e \geq 400 \text{ mm}$
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GKF, zweilagig, $d = 12,5 \text{ mm}$, $m' \geq 10 \text{ kg/m}^2$

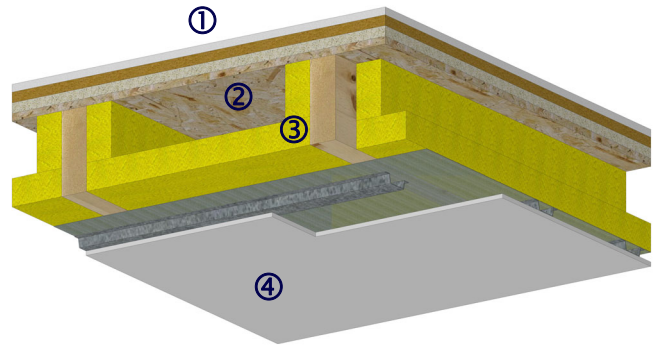
^a In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist $b \geq 1,0 \text{ Meter}$.

→ Einbauleuchten nicht bei Brand- oder Schallschutzanforderungen

4. Balkenlage, bekleidet, Trockenestrich

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 122 beachten.



Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe 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

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 41 \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = 8 \text{ dB}$
①	Trockenestrich (symbolisch dargestellt)	HW, $d \geq 16 \text{ mm}$ Alternativ: - GP, $d \geq 9,5 \text{ mm}$ - Bretter ^a , $d \geq 16 \text{ mm}$	GF, $d \geq 22 \text{ mm}$, $m' \geq 29 \text{ kg/m}^2$
	auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES, $d \geq 15 \text{ mm}$	DES, $s' \leq 20 \text{ MN/m}^3$, $d \geq 30 \text{ mm}$
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung, ggf. mit Rieselschutz als diffusionsoffene Bahn		TS, $d \geq 30 \text{ mm}$, $m' \geq 45 \text{ kg/m}^2$
②	Tragende und ggf. aussteifende ^b Beplankung nach den statischen Berechnungen ausführen, NKL 1,	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®, NKL 1, GK 0, Breite $\geq 60 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl.
	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ, $d = 100 \text{ mm}$	DZ30, $d \geq 60 \text{ mm}$	HD, $d = 100 \text{ mm}$
④	Rieselschutz z. B. als diffusionsoffene Bahn, falls erforderlich		
	Unterkonstruktion als Federschiene, Abstand $e \geq 40 \text{ cm}$, Abhängenhöhe $d \geq 27 \text{ mm}$	$e \leq 62,5 \text{ cm}$	Federschiene $e \geq 417 \text{ mm}$
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GKF, einlagig, $d = 12,5 \text{ mm}$, $m' \geq 8,5 \text{ kg/m}^2$

^a mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

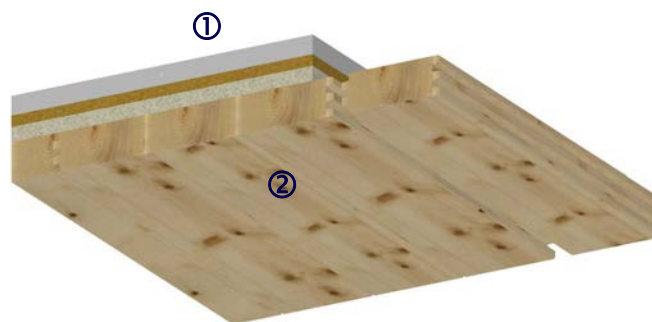
^b In dem Fall der Aussteifung können Anforderungen an die Plattenbreite bestehen, üblich ist $b \geq 1,0 \text{ Meter}$.

➔ Einbauleuchten nicht bei Brand- oder Schallschutzanforderungen

- A. Neubau
- A3. Decke
- 5. Holzmassiv, sichtbar

5. Holzmassiv, sichtbar

Holzmassivdecke aus BS-Holz-Elementen 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 Holzmassivdecke wird als dekoratives Element in der Raumgestaltung innerhalb einer Nutzungseinheit eingesetzt. Es ist möglich, dass die Mindestanforderungen an den Schallschutz nicht erreicht werden.



Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz: die Konstruktion ist in DIN 4102-4 nicht aufgeführt
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 24/25 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

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz ^a	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 56$ dB $C_{1,50-2500} = 3$ dB
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich ^b , $d \geq 20$ mm	Estrich, $d \geq 50$ mm
	Alternativ: Trockenestrich (bitte beachten: der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ ist höher)	HW, $d \geq 16$ mm Alternativ: - GP, $d \geq 9,5$ mm - Bretter ^c , $d \geq 16$ mm	
	jeweils auf Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES ^b , $d \geq 15$ mm	DES, $s' \leq 7$ MN/m ³ , $d \geq 40$ mm
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 46$ dB ($C_{1,50-2500} = 5$ dB) möglich, mit 40 mm Deckenbeschwerung als trockene Schüttung		TS, $d \geq 40$ mm, $m' \geq 60$ kg/m ²
	Verbesserung des Schallschutzes auf $L_{n,w} = 40$ dB ($C_{1,50-2500} = 8$ dB) möglich, mit 60 mm Deckenbeschwerung als trockene Schüttung		TS, $d \geq 60$ mm, $m' \geq 90$ kg/m ²
②	Brettschichtholz-Elemente, gespundet, NKL 1, GK 0, Empfehlung: Breite ≤ 40 cm (Verteilung der Schwindverformung) Dicke nach Statik (Berechnungsansatz: Festigkeitsklasse C24), Oberfläche fein gehobelt, ggf. geschliffen, ggf. vor der Montage mit einer filmbildenden Grundierung behandelt	Bemessung nach Norm für den Brandfall (siehe unten)	

^a Hinweise in [3] „Brettstapelbauweise“ und „Grundlagen des Brandschutzes“ Ausgabe 8/97.

^b Abgeleitet von Tabelle 10.16 der Norm.

^c mit Nut-Feder als Dielung oder Parkett

Bemessung nach Norm für den Brandfall

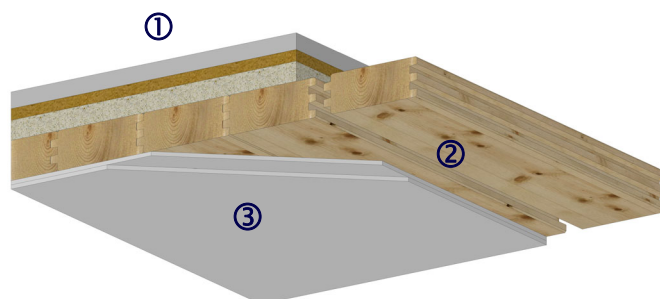
Der statisch erforderliche Querschnitt ist um die Abbranddicke größer zu dimensionieren. Bei Brettschichtholz beträgt dieses $\Delta h \geq 21$ mm bei einer Abbrandgeschwindigkeit von 0,7 mm/min. Zu berücksichtigen sind:

- 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

6. Holzmassiv, bekleidet

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 Abschnitt C7 auf Seite 122 „Schallschutz“ beachten.



Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz: die Konstruktion ist in DIN 4102-4 nicht aufgeführt
- 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

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz ^a	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$L_{n,w} = 40$ dB $C_{1,50-2500} = 7$ dB
①	Estrich (symbolisch dargestellt)	Estrich ^b , $d \geq 20$ mm	Estrich, $d \geq 50$ mm, $m' \geq 120$ kg/m ²
	Trittschalldämmung abgestimmt auf den Estrich	DES ^b , $d \geq 15$ mm	DES, $s' \leq 7$ MN/m ³ , $d \geq 40$ mm,
	Deckenbeschwerung als trockene Schüttung oder Betonplatten		TS, $d \geq 60$ mm, $m' \geq 90$ kg/m ²
②	Brettstapelholz-Elemente, gespundet, NKL 1, GK 0, Empfehlung: Breite ≤ 40 cm (Verteilung der Schwindverformung) Dicke nach Statik (Berechnungsansatz: Festigkeitsklasse C24)		$d \geq 120$ mm
③	Bekleidung aus Gipswerkstoffplatten	GKF ^c , $d \geq 12,5$ mm	2 x GF, $d = 15$ mm, $m' \geq 17$ kg/m ²

^a Hinweise in [3] „Brettstapelbauweise“ und „Grundlagen des Brandschutzes“ Ausgabe 8/97.

^b Abgeleitet von Tabelle 10.16 der Norm.

^c Abgeleitet von Tabelle 10.19 der Norm, ggf. Prüfzeugnis des Herstellers anfordern, Ausführungshinweise beachten.

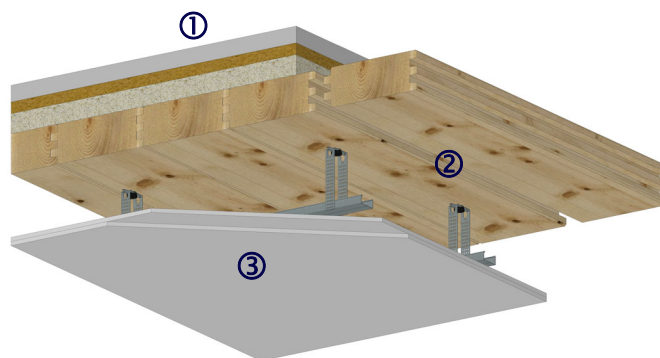
7. Holzmassiv, Installationsraum

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 Abschnitt C7 auf Seite 122 „Schallschutz“ beachten.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz: die Konstruktion ist in DIN 4102-4 nicht aufgeführt
- 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



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

^a Hinweise in [3] „Brettstapelbauweise“ und „Grundlagen des Brandschutzes“ Ausgabe 8/97.

^b Abgeleitet von Tabelle 10.16 der Norm

^c Abgeleitet von Tabelle 10.19 der Norm, ggf. Prüfzeugnis des Herstellers anfordern, Ausführungshinweise beachten.

A4. Dach mit Abdichtung

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. Wie bei allen „kalten Abdichtungen“ kommt es unterseitig zu Kondensatbildung. Die Menge an Kondensat kann sehr unterschiedlich sein, viele Faktoren spielen eine Rolle.

- Wie sind die Klimaverhältnisse an den einzelnen Dachbereichen?
- Wie zuverlässig funktioniert die raumseitige Luftdichtung?
- Gibt es Verschattungen, Dachbekiesungen oder Dachbegrünungen?
- Gibt es Leckagen im Bereich von Durchdringungen (z. B. Installationen)?
- Welche Dampfbremse / Dampfsperre wird eingebaut?

Die Konstruktionen auf Seite 30 bis Seite 37 sind in DIN 68800 Teil 2 aufgeführt und werden damit der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet.

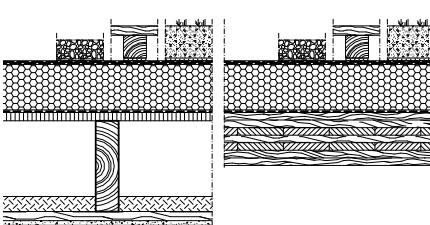
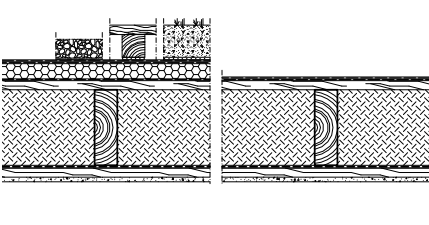
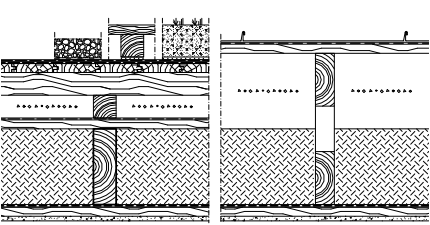
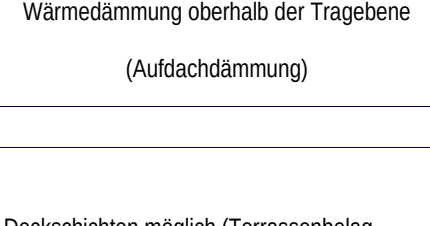
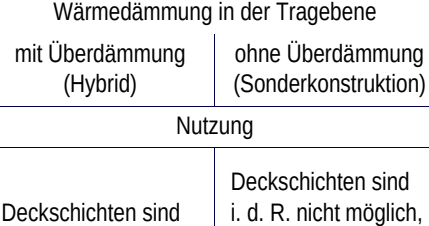
➔ Hinweis:

Dächer mit Abdichtungen gehören zu den feuchtesensiblen Bauteilen und bedürfen hoher planerischer Aufmerksamkeit.



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

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.

Typ I	Typ II	Typ III	Typ IV	Typ V
				
Wärmedämmung oberhalb der Tragebene (Aufdachdämmung)	Wärmedämmung in der Tragebene mit Überdämmung (Hybrid)	Wärmedämmung in der Tragebene ohne Überdämmung (Sonderkonstruktion)	belüftet separate Belüftungsebene	Belüftung im Dachraum
Nutzung				
Deckschichten möglich (Terrassenbelag, Bekiesung oder extensive Begrünung)	Deckschichten sind bauphysikalisch zu planen	Deckschichten sind i. d. R. nicht möglich, Eignung für Gaubendächer, Verschattung problematisch	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. aufliegende Dämmung (Typ I) 2. aufliegende Dämmung, 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.

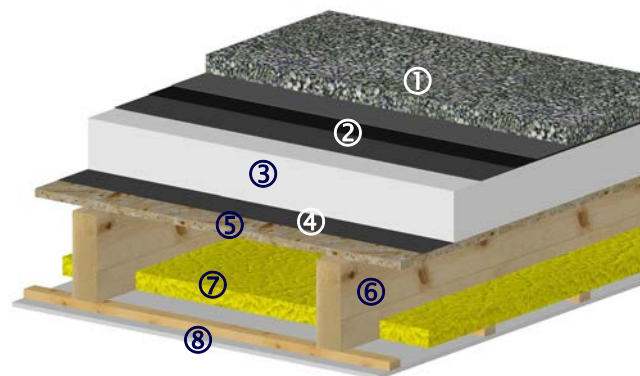
- A. Neubau
A4. Dach mit Abdichtung
1. aufliegende Dämmung (Typ I)

1. aufliegende Dämmung (Typ I)

Die Holzkonstruktion einschl. der Schalung befinden sich auf der Warm-seite. 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 dieser Konstruktion: Haustechnische Installationen können zwischen den Balken verzogen werden (z. B. Rohre von Lüftungsanlagen). Auf dem Dach sind Verschattungen oder Begrünungen unproblematisch.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A18, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, s. Legende im Anh.
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 14, s. Legende im Anhang

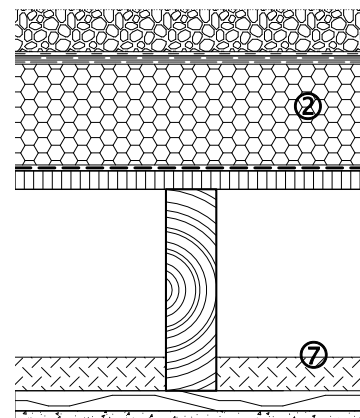


Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 42 \text{ dB}$
①	Bekiesung (symbolisch dargestellt), stellvertretend für Arten der Dachnutzung wie Begrünung, Terrassendecks		ohne; mit 30 mm Kies $R_w = 45 \text{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

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

^b Bezogen auf den Wärmedurchlasswiderstand R der gesamten Konstruktion.

U-Werte [W/m²K]	Dämmung ⑦ zwischen den Balken „ $\leq 20\%$ “		Dicke [mm] der Dämmung ② oberhalb der Schalung bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK] „ $\geq 80\%$ “		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,035	0,028	0,022
0,20	ohne	—	170	130	110
	30 mm	0,035 W/mK	120	100	80
0,17	ohne	—	190	160	120
	40 mm	0,035 W/mK	150	120	90
0,14	ohne	—	240	190	150
	50 mm	0,035 W/mK	180	145	110
0,11	ohne	—	310	250	190
	60 mm	0,035 W/mK	240	190	150

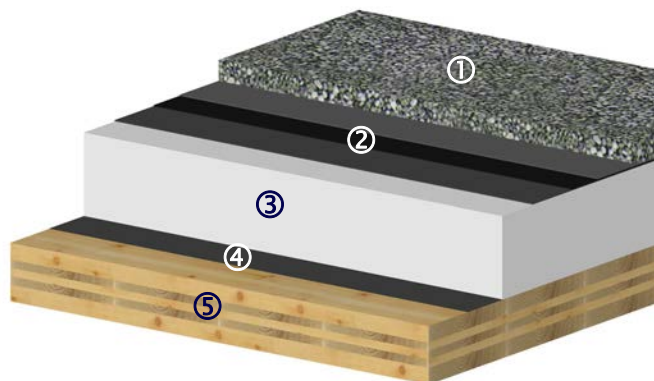


Tab. A4.3 Dämmwerte nach GEG bis Effizienzhaus-Standard 40. Dämmung zwischen den Balken max. 20% der gesamten Dämmwirkung.

2. aufliegende Dämmung, 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 ausragenden bzw. rückspringenden Geschossen bzw. bei Dachüberständen
- Extrem schneller Bauablauf
- Einfaches herstellen der Luftdichtung
- Große Spannweiten möglich



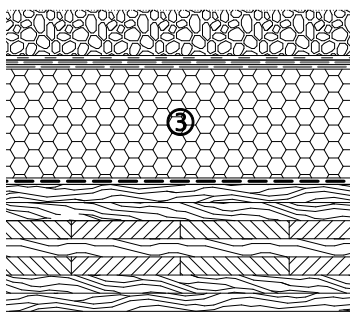
Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, abgeleitet von Bild A19, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 abgeleitet nach Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach IFO [4]

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz ^a	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse 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, ein- oder mehrlagig	DA	1,5 mm
③	druckfeste Dachdämmung mit Gefälle (≥ 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 ^b erforderlich	d ≥ 100 mm, m' ≥ 45 kg/m ²
	Option: Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm	e ≤ 40 cm	
	Option: Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, d ≥ 12,5 mm	

^a Abgeleitet von Tabelle 10.19 der Norm, ggf. Prüfzeugnis des Herstellers anfordern, Ausführungshinweise beachten.

^b Hinweise siehe „Bemessung nach Norm für den Brandfall“ auf Seite 26

U-Werte [W/m ² K]	Dicke [mm] der Dämmung ③ bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]			
	0,035	0,028	0,022	
0,20	130	100	80	
0,17	160	130	100	
0,14	200	160	130	
0,11	270	220	170	

Tab. 1 Dämmwerten nach GEG bis Effizienzhaus-Standard 40.

Das tragende Holzmassivelement ist mit einer Dicke von 140 mm berechnet.

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

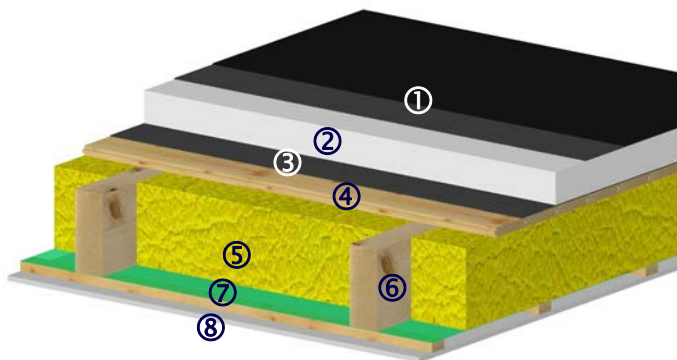
3. unbelüftetes Dach, mit Zusatzdämmung (Typ II)

Flachdach mit „kalter Schalung“

Für unbelüftete und im Balkenquerschnitt voll gedämmte Dächer mit Abdichtungen gelten strenge Vorschriften. Dauerhaft sind diese Konstruktionen nur, wenn die „Umkehrdiffusion“ zuverlässig für eine Austrocknung der Konstruktion sorgt (siehe Seite 89).

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Feuchteschutz nach DIN 4108-3, danach ist ein genauer Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 14, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material		F 30 feuerhemmend	R _w = 42 dB
	Bekiesung, Begrünung o. ä. (nicht dargestellt)		ohne; mit 30 mm Kies R _w = 45 dB
①	Dachabdichtung, ein- oder mehrlagig	DA	
②	druckfeste Dachdämmung mit Gefälle (≥ 2%)		
③	Dampfsperre verschweißt, als Behelfsabdichtung ausgeführt		
④	Rauspund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte u ≤ 18%, Dicke d ≥ 24 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm, NKL 2, GK 0 ^a	HW, d ≥ 16 mm Alternativ: - BS, d ≥ 21 mm	HW, 22 mm
⑤	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ		HD, d ≥ 60 mm
⑥	Balkenlage aus KVH®, NKL 2, GK 0 ^a , Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm, Ausführung nach Statik	b ≥ 40 mm	Balkenl., h ≥ 160 mm
⑦	Dampfbremse aus Bahnen mit variablem s _d -Wert ^a ; 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 ≤ 40 cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, d ≥ 12,5 mm	GP, d ≥ 12,5 mm

^a Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich.

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 (Abb. A4.6). Teil der Lösung sind die feuchtevariablen / feuchteadaptiven Dampfbremsen auf der Raumseite. Der Feuchteschutznachweis ist nach DIN EN 15026 mit den spezifischen Rahmendaten individuell für das jeweilige Dach zu führen.

Holzschutz nach DIN 68800

Im Anhang A von Teil 2 der Norm (Bild A.20) ist eine vergleichbare Konstruktion aufgeführt. Diese basiert auf den „7 goldenen Regeln“ renommierter Bauphysiker. Die Konstruktion aus Bild A.20 der Norm konnte bisher nachweisfrei im Sinne der Gebrauchsklasse GK 0 ausgeführt werden. Seit Gültigkeit der DIN 4108-3: 2014-11 kann davon ohne Weiteres nicht mehr ausgegangen werden. Dennoch machen die besagten Regeln deutlich, welche Bedingungen Einfluss auf die Reduzierung des Feuchtegehaltes in der Konstruktion haben.

Auf der Grundlage hygrothermischer Simulationen wurden in der Broschüre „Flachdächer in Holzbauweise“ des Informationsdienstes Holz für den Typ II (Hybrid) das Verhältnis der Zusatzdämmung zur Gesamtdämmung untersucht.

Die Mindestdicke der Zusatzdämmung lässt sich nach folgender Gleichung ermitteln:

$$d_z = d_G \cdot \frac{\lambda_z}{\lambda_G} \cdot \frac{V}{(100 - V)}$$

Dabei bedeuten:

d_z Dicke der Zusatzdämmung (Aufdachdämmung)
 d_G Dicke der Dämmung im Gefach
 $\lambda_{z,G}$ Wärmeleitfähigkeit der Zusatz- bzw. Gefachdämmung
 V Verhältnis von Zusatz- zu Gefachdämmung

Werte für den V-Anteil der Zusatzdämmung sind für verschiedene Deckschichten in Tab. A4.4 und Tab. A4.5 zusammengestellt. Diese gelten für einen Wärmedurchlasswiderstand $R_G \leq 6,86 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Für die folgenden Beispiele zur Ermittlung der Mindestdicke der Zusatzdämmung d_z sollen folgende Randbedingungen gelten:

- Jahresmitteltemperatur: Bad Nauheim $> 9^\circ \text{C}$
- Gefachdämmung: Mineralfaser $\lambda = 0,035$; $d_G = 200 \text{ mm}$
- Zusatzdämmung: EPS $\lambda = 0,032$; $d_z = ?$
- Luftdichtheit: $q_{50} = 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
- Holzfeuchte: max. 18 M.-%

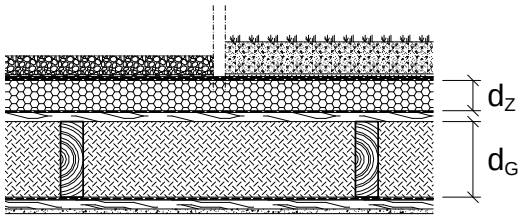
Beispiel 1: Flachdach mit Bekiesung, verschattet
Der V-Anteil gemäß Tab. A4.4 beträgt $V = 43,8 \%$.

Mindestdicke der Zusatzdämmung:
 $d_z = 200 \cdot (0,032/0,035) \cdot (43,8 \% / (100 \% - 43,8 \)) = 142,5 \text{ mm}$
gewählt: $d_z = 160 \text{ mm}$

Beispiel 2: Flachdach mit Terrassenbelag, besonnt
Das V-Anteil gemäß Tab. A4.5 beträgt $V = 19,6 \%$.

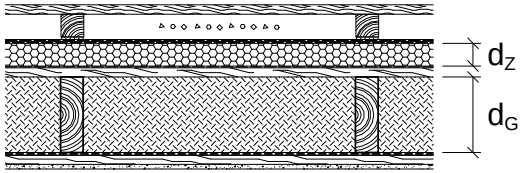
Mindestdicke der Zusatzdämmung:
 $d_z = 200 \cdot (0,032/0,035) \cdot (19,6 \% / (100 \% - 19,6 \)) = 44,6 \text{ mm}$
gewählt: $d_z = 60 \text{ mm}$

Jahresmitteltemperatur	Gefachdämmung	Verhältnis der Zusatz- zur Gesamtdämmung [%]	
		besonnt	verschattet
$6,5^\circ \text{C} - 9^\circ \text{C}$	Mineralfaser	34,8	46,7
	Zellulose oder Holzfaser	41,9	51,4
$\geq 9^\circ \text{C}$	Mineralfaser	28,0	43,8
	Zellulose oder Holzfaser	35,7	48,6



Tab. A4.4 Anteil der Zusatzdämmung bei Bekiesung oder Dachbegrünung bei einer Luftdurchlässigkeit von $q_{50} \leq 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Jahresmitteltemperatur	Gefachdämmung	Verhältnis der Zusatz- zur Gesamtdämmung [%]	
		besonnt	verschattet
$6,5^\circ \text{C} - 9^\circ \text{C}$	Mineralfaser	22,6	40,5
	Zellulose oder Holzfaser	33,3	45,5
$\geq 9^\circ \text{C}$	Mineralfaser	19,6	36,8
	Zellulose oder Holzfaser	28,0	41,9



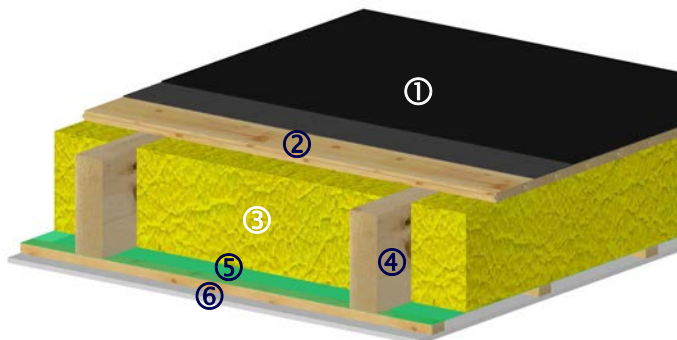
Tab. A4.5 Anteil der Zusatzdämmung bei Terrassenbelag bei einer Luftdurchlässigkeit von $q_{50} \leq 3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

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

4. unbelüftetes Dach, ohne Zusatzdämmung (Typ III)

Flachdach für kleine Flächen ($A < 12 \text{ m}^2$)

Für unbelüftete und im Balkenquerschnitt voll gedämmte Dächer mit Abdichtungen gelten strenge Vorschriften. Dauerhaft sind diese Konstruktionen nur, wenn die „Umkehrdiffusion“ zuverlässig für eine Austrocknung der Konstruktion sorgt (siehe Seite 89). Die Mindestvoraussetzungen werden auf der Folgeseite aufgeführt.



Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A20, Gebrauchsklasse GK 0
- Feuchteschutz nach DIN 4108-3, danach ist ein genauer Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 14, siehe Legende im Anhang

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material		F 30 feuerhemmend	$R_w = 42 \text{ dB}$
①	Dachabdichtung, ein- oder mehrlagig	DA	
②	Raupund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte $u \leq 18\%$, Dicke $d \geq 24 \text{ mm}$, Brettbreite $b \leq 160 \text{ mm}$, NKL 2, GK 0 ^a	HW, $d \geq 16 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, 22 mm
③	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ		HD, $d \geq 60 \text{ mm}$
④	Balkenlage aus KVH®, NKL 2, GK 0 ^a , Breite $\geq 60 \text{ mm}$, Abstand $e \leq 80 \text{ cm}$, Ausführung nach Statik	$b \geq 40 \text{ mm}$	Balkenl., $h \geq 160 \text{ mm}$
⑤	Dampfbremse aus Bahnen mit variablem s_d -Wert ^a ; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen		
⑥	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt $24 \times 60 \text{ mm}$ (trocken), Abstand $e \approx 40 \text{ cm}$; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	$e \leq 40 \text{ cm}$	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GP, $d \geq 12,5 \text{ mm}$

^a Nachweis nach DIN EN 15026 erforderlich.

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 (Abb. A4.6). Teil der Lösung sind die feuchtevariablen / feuchteadaptiven Dampfbremsen auf der Raumseite. Der Feuchteschutznachweis ist nach DIN EN 15026 mit den spezifischen Rahmendaten individuell für das jeweilige Dach zu führen.

Holzschutz nach DIN 68800

Im Anhang A von Teil 2 der Norm (Bild A.20) ist eine vergleichbare Konstruktion aufgeführt. Diese basiert auf den „7 goldenen Regeln“ renommierter Bauphysiker. Die Konstruktion aus Bild A.20 der Norm konnte bisher nachweisfrei im Sinne der Gebrauchsklasse GK 0 ausgeführt werden. Seit Gültigkeit der DIN 4108-3: 2014-11 kann davon ohne Weiteres nicht mehr ausgegangen werden. Dennoch machen die besagten Regeln deutlich, welche Bedingungen Einfluss auf die Reduzierung des Feuchtegehaltes in der Konstruktion haben.

Voraussetzungen für eine funktionierende Umkehrdiffusion

Warme, trockene Abdichtungsbahn durch:

1. Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung
2. dunkle Färbung (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$), unverschattet und
3. keine Deckschichten (z. B. Bekiesung, Gründach, Terrassenbeläge).

Begrenzter Feuchteintrag von der Raumseite:

4. durch eine feuchtevariable/-adaptive Dampfbremse (siehe unten) und
5. eine geprüfte Luftdichtheit.

Trockener homogener Konstruktionsaufbau:

6. keine unkontrollierbaren Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht.
7. Dokumentation der Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung vor dem Schließen des Aufbaus ($u \leq 15\% \pm 3\%$) bzw. Holzwerkstoffbeplankung ($u \leq 12\% \pm 3\%$).

Gefordert wird die werksseitige Vorfertigung zu Dachelementen (Qualitätssicherung). Weiter ist zu beachten:

- Der Schutz der Konstruktion vor Niederschlägen (Notabdichtung, Behelfsabdichtung, Abplanung)
- Der Schutz der Konstruktion vor Baufeuchte (trockene Baustoffe, techn. Bautrocknung)
- Die Installationsführungen sind raumseitig der Luftdichtung zu führen, Durchdringungen sind abzudichten.

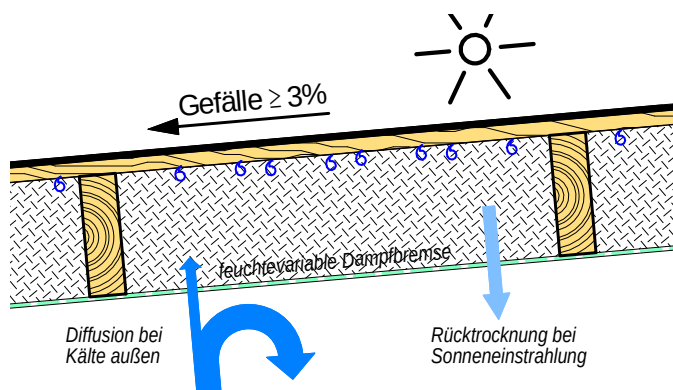


Abb. A4.6 Dächer mit Abdichtung bilden im Bereich der Schalung beträchtliche Kondensatmengen. Bei feuchtevariablen Dampfbremsen soll die Rücktrocknung deutlich größer sein. Dies ist nachzuweisen.

Dampfbremse

Winterfall (Tauperiode): Verläuft der Dampfstrom von innen nach außen, soll die Dampfbremse den Feuchteeintrag in die Konstruktion reduzieren. Der s_d -Wert sollte möglichst hoch sein.

Sommerfall (Verdunstungsperiode): Die Aufheizung des Daches bewirkt einen Dampfstrom zum Raum - außen ist es wärmer als innen. Die Konstruktion kann zum Raum austrocknen, der s_d -Wert sollte möglichst gering sein.

Feuchtevariable/feuchteadaptive Dampfbremsen können die zuvor gestellten Anforderungen in einem bestimmten Umfang leisten. Man akzeptiert, dass die Konstruktion in der Tauperiode maßvoll an Feuchte zunimmt und dies in einer höheren Menge, als bei einer Dampfsperre wie sie früher üblich war.

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. DIN 68800 hat zu dem Adaptivverhalten Vorgaben gemacht, die sich auf den s_d -Wert bei bestimmter Luftfeuchte beziehen (siehe Tab. A4.7). In der Norm wird für diese Art von Dampfbremsen ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis gefordert, der z. Zt. lediglich von nur wenigen Produkten erfüllt wird. Zur besseren Einschätzung der s_d -Werte werden in C4. 3. die Hintergründe erläutert.

	s_d -Wert trocken (Winterfall)	s_d -Wert feucht (Sommerfall)
Vorgaben der DIN 68800 ^a	$\geq 3,0$ m bei rLf. $\leq 45\%$	$1,5 \leq s_d \leq 2,5$ m bei rLf. = 70%
pro clima INTELLO ^b	$34 \text{ m} \pm 20\%$ bei rLf. 25%	$1,7 \text{ m} \pm 20\%$ bei rLf. 71,5% $0,3 \text{ m} \pm 40\%$ bei rLf. 90%

Tab. A4.7 s_d -Werte von feuchtevariablen/feuchteadaptiven Dampfbremsen in Bezug auf die Luftfeuchte.

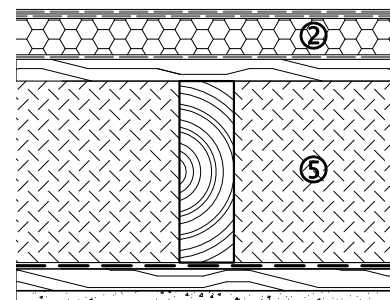
^a Als Anforderung gilt ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis.

^b Beispiel für ein zugelassene feuchteadaptive Dampfbremse (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-853).

Angabe wird der Ausgangswert, der für die Berechnungen nach DIN EN 15026 maßgebend ist.

U-Werte [W/m ² K]	Aufdachdämmung ②		Dicke [mm] der Dämmung ⑤ im Balkengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040	0,035	0,032
0,20	ohne	—	210	190	170
	40 mm	0,028 W/mK	140	120	110
0,17	40 mm	0,028 W/mK	180	160	150
	60 mm	0,028 W/mK	150	130	120
0,14	60 mm	0,028 W/mK	200	180	170
	80 mm	0,028 W/mK	170	150	140
0,11	80 mm	0,028 W/mK	260	230	210
	100mm	0,028 W/mK	230	210	190

Tab. A4.8 Dämmwerte nach GEG bis Effizienzhaus-Standard 40. Die Art und Dicke der Aufdachdämmung kann variiert werden.



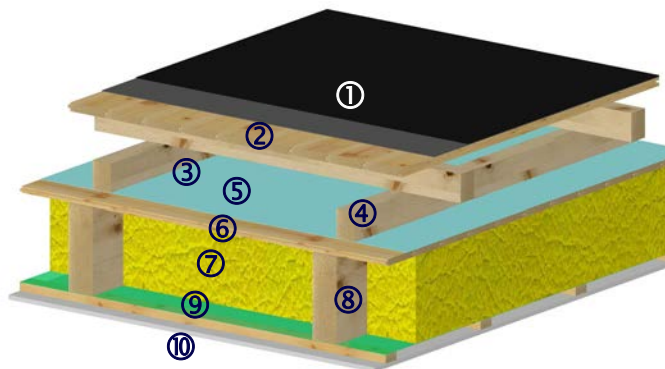
- A. Neubau
- A4. Dach mit Abdichtung
- 5. belüftetes Dach (Typ IV)

5. belüftetes Dach (Typ IV)

Belüftete Dächer sind nur dann zu empfehlen, wenn die Luftschicht ausreichend dimensioniert ist und das Dach durch den Wind frei anströmbar ist (Luv / Lee). Die Querschnittshöhe der Luftschicht ist abhängig von der Dachneigung. Im Zweifel sollten die Konstruktionen mit aufliegender Dämmung gewählt werden.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A17, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 14, siehe Legende im Anhang



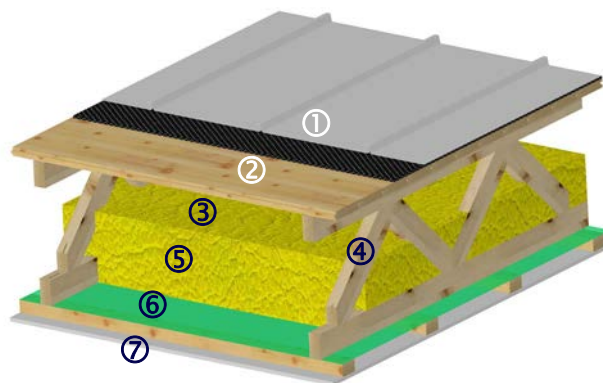
Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	R _w = 42 dB
	Bekiesung, Begrünung o. ä. (nicht dargestellt)		ohne; mit 30 mm Kies R _w = 45 dB
①	Dachabdichtung, ein- oder mehrlagig	DA	
②	Raupund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte u ≤ 18%, Dicke d ≥ 24 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm	HW, d ≥ 16 mm Alternativ: - BS, d ≥ 21 mm	HW, 22 mm
③	Luftschicht aus einer Lattenkonstruktion, einachsig gespannt (Normkonstruktion) oder zweiachsig gespannt (Kreuzlattung als Empfehlung), Mindestquerschnitt siehe unten		
④	Lattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitte nach Bedarf (trocken), Abstand e ≈ 60 cm		
⑤	diffusionsoffene Feuchteschutzbahn, damit wird das unmittelbare Eindringen von Feuchte in die Konstruktion reduziert (gilt jedoch nicht als Behelfsdeckung) Überlappungen verklebt, unter der Lattung mit Nageldichtband ausgeführt		
⑥	raue Schalung, Holzfeuchte u ≤ 18%, Dicke d ≥ 18 mm, Brettbreite b ≤ 160 mm		
⑦	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ		HD, d ≥ 60 mm
⑧	Balkenlage aus KVH®, NKL 1, GK 0, Breite ≥ 60 mm, Abstand e ≤ 80 cm, Ausführung nach Statik	b ≥ 40 mm	Balkenl., h ≥ 160 mm
⑨	Dampfbremse aus Bahnen, s _d -Wert 2,0 m bis 5,0 m; mit luftdichter Abklebung der Überlappungen		
⑩	Querlattung aus Holz S10, NKL 1, GK 0; Querschnitt 24 x 60 mm (trocken), Abstand e ≈ 40 cm; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	e ≤ 40 cm	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, d ≥ 12,5 mm	GP, d ≥ 12,5 mm

Ausführung von Lüftungsquerschnitten bei Flachdächern

- Die Minstdachneigung soll 3° betragen.
- Zwischen 3° und 5° soll der Lüftungsquerschnitt 150 mm betragen. Empfehlung: Kreuzlattung herstellen und allseitige Lüftungsöffnungen am Dachrand.
- Ab 5° darf der Querschnitt auf 80 mm reduziert werden.
- Die Zuluftöffnungen am Dachrand sollen jeweils min. 50% des Querschnitts betragen.

6. belüftetes Dach, Binder (Typ V)

Bei flach geneigten Dächern mit einem kostengünstigen Tragwerk aus freispannenden Bindern erfolgt die Belüftung in der Konstruktionsebene.



Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Bild A17, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.19, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 14, siehe Legende im Anhang

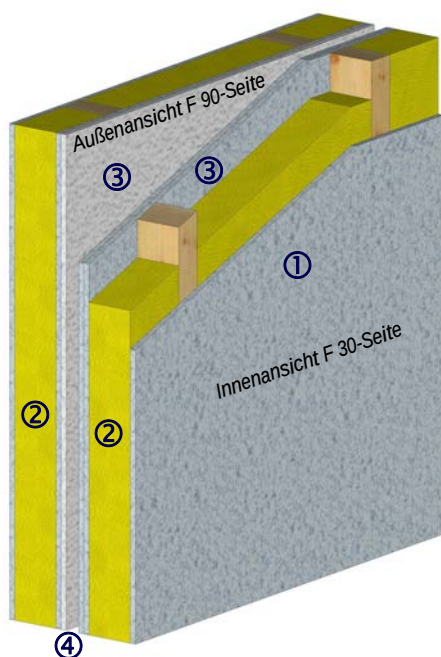
Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 42 \text{ dB}$
	Bekiesung, Begrünung o. ä. (nicht dargestellt)		ohne; mit 30 mm Kies $R_w = 45 \text{ dB}$
①	Dachabdichtung, ein- oder mehrlagig oder Metalldeckung auf strukturierter Trennlage (ab 7° empfohlen)	DA	
②	Raupund, Nut-Feder nach DIN 4072, Holzfeuchte $u \leq 18\%$, Dicke $d \geq 24 \text{ mm}$, Brettbreite $b \leq 160 \text{ mm}$	HW, $d \geq 16 \text{ mm}$ Alternativ: - BS, $d \geq 21 \text{ mm}$	HW, 22 mm
③	belüfteter Hohlraum, Mindestquerschnitt siehe unten		
④	Tragkonstruktion als vorgefertigte Binderkonstruktion		
⑤	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ		HD, $d \geq 60 \text{ mm}$
⑥	Dampfbremse 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 $e \approx 30 \text{ cm}$; ggf. mit Hohlraumdämmung, Anwendungsgebiet DI	$e \leq 40 \text{ cm}$	Lattung
	Deckenbekleidung z. B. aus Gipswerkstoffplatten	GKF, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	GP, $d \geq 12,5 \text{ mm}$

Ausführung von Lüftungsquerschnitten bei Flachdächern

- Die Mindestdachneigung soll 3° betragen.
- Zwischen 3° und 5° soll der Lüftungsquerschnitt 150 mm betragen.
Empfehlung: allseitige Lüftungsöffnungen am Dachrand.
- Ab 5° darf der Querschnitt auf 80 mm reduziert werden.
- Die Zuluftöffnungen am Dachrand sollen jeweils min. 50% des Querschnitts betragen.

A5. Gebäudeabschlusswand

Die Gebäudeabschlusswand ist bei Reihen- und Doppelhäusern erforderlich, wenn eine Grundstücksgrenze zwischen den einzelnen Gebäuden besteht. Die Brandschutz-Anforderungen an eine Gebäudeabschlusswand ist gewöhnlich F 90 von außen und F 30 von innen. 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 und das Dach sind ebenfalls als F 30-Konstruktion 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.

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.

1. Gipswerkstoffe

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.9, s. Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 5 und [4], siehe Legende im Anhang

Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen (DIN 4102-4 Tabelle 10.9)		Beispiel Prüfzeugnis ^a	R _w = 70 dB C ₅₀₋₅₀₀₀ = -12 dB
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten ^b GKF nach DIN 18180, d ≥ 12,5 mm, ausgeführt als luftdichte Ebene	Fermacell Gipsfaserplatte, d ≥ 12,5 mm	GF, d ≥ 12,5 mm
②	Rahmenwerk aus KVH [®] oder Duobalken [®] , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 40 x 80 mm mit einer maximalen Druckspannung ≤ 2,5 N/mm ² , Abstand e = 62,5 cm	b / d ≥ 60 / 100 mm zul. Ausnutzungsgrad α ≤ 1	b / d ≥ 60 / 120 mm, e ≥ 600 mm
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralfaser nach DIN EN 13162 ρ ≥ 30 kg/m ³ und d ≥ 80 mm	MiFa, d ≥ 100 mm	WH, d ≥ 120 mm
③	Tragende und aussteifende Beplankung aus (HW ^c) z. B. aus OSB/3-Platten, d ≥ 13 mm; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14)	Fermacell Gipsfaserplatte, zweilagig d ≥ 2 x 15 mm	GF, zweilagig, d ≥ 2 x 15 mm
	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180, zweilagig d ≥ 2 x 18 mm		
④	Luftschicht		d ≥ 40 mm

^a Antragsteller ist die Fermacell GmbH, Nr. GA 3368/618/14 MPA BS; Diese Konstruktion weist ein Luftschallschutzwert von R_{w,R} = 66 dB aus.

^b ersetzbar durch Holzwerkstoffplatten ρ ≥ 600 kg/m³ und d ≥ 13 mm

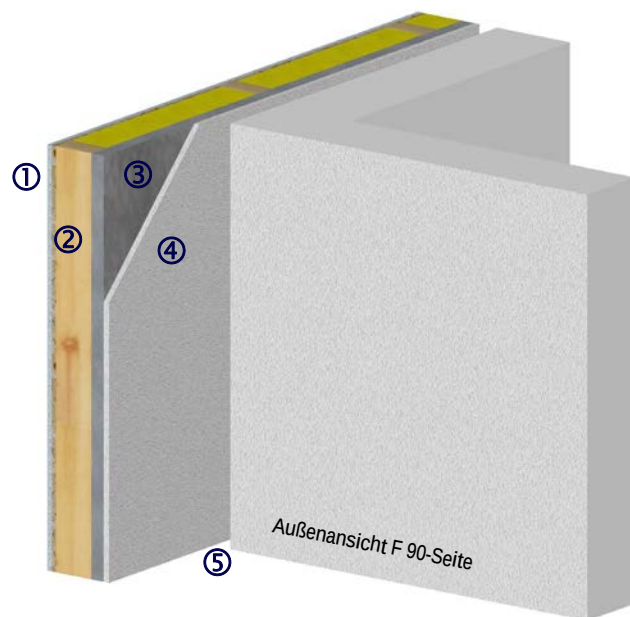
^c ersetzbar durch GKF, d ≥ 12,5 mm

2. mit Witterungsschutz

Versetzen die angrenzenden Gebäude, so wird eine Gebäudeabschlusswand mit Witterungsschutz notwendig.

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.9, F 30 / F 90, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz: diese Konstruktion wurde in DIN 4109 Bbl. 1: 1989-11, Tabelle 37, Zeile 6 geführt, danach ist ein $R'_{w,R} = 48 \text{ dB}$ möglich (die Norm wurde allerdings zurück gezogen)



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen (DIN 4102-4 Tabelle 10.9)		Beispiel abZ ^a	$R_w = 66 \text{ dB}^b$ $C_{50-5000} = -17 \text{ dB}$
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF, $d \geq 9,5 \text{ mm}$, ausgeführt als luftdichte Ebene	Fermacell Gipsfaserplatte, $d \geq 12,5 \text{ mm}$	Fermacell Gipsfaserplatte, $d \geq 12,5 \text{ mm}$
	Tragende und aussteifende Beplankung (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 16 \text{ mm}$; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14), ausgeführt als luftdichte Ebene		
②	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $40 \times 80 \text{ mm}$ mit einer maximalen Druckspannung $\leq 2,5 \text{ N/mm}^2$, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	$b / d \geq 60 / 160 \text{ mm}$ zul. Ausnutzungsgrad $\alpha \leq 0,7$	$b / d \geq 60 / 120 \text{ mm}$
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralfaser nach DIN EN 13162 $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ und $d \geq 80 \text{ mm}$	MiFa, $d \geq 160 \text{ mm}$	MiFa, $d \geq 120 \text{ mm}$
③	Holzwohle-Leichtbauplatten nach DIN EN 13168, $d \geq 35 \text{ mm}$	Fermacell Powerpanel HD, $d \geq 15 \text{ mm}$	Fermacell Powerpanel HD, $d \geq 15 \text{ mm}$
④	Putz nach DIN EN 998-1 mit DIN 18550-1, $d \geq 15 \text{ mm}$		Putzsystem mit Armierung
⑤	Luftschicht		$d = 35 \text{ mm}$

^a Antragsteller ist die James Hardie Europe GmbH, Z-19.32-2254.

^b Prüfbericht Nr. 04-00802, MPA Braunschweig. Bei einem Schalenabstand (Luftschicht) von 145 mm beträgt $R_w = 70 \text{ dB}$.

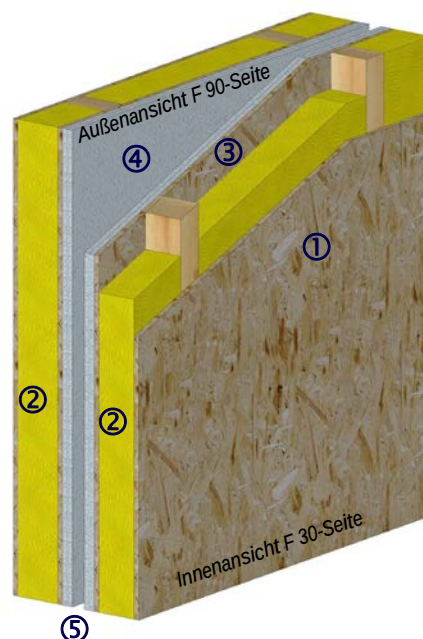
- A. Neubau
- A5. Gebäudeabschlusswand
- 3. Holzwerkstoffe

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.

- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.9, F 30 / F 90, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung

Bauteilschicht und Material
nach Brandschutzanforderungen (DIN 4102-4 Tabelle 10.9)

①	Tragende und aussteifende Beplankung (HW ^a) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 13$ mm; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14), ausgeführt als luftdichte Ebene
②	Rahmenwerk aus KVH [®] oder Duobalken [®] , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 40 x 80 mm, zul. Ausnutzungsgrad $\alpha_7 \leq 1$, Abstand $e = 62,5$ cm mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralfaser nach DIN EN 13162, $d \geq 80$ mm
③	Tragende und aussteifende Beplankung (HW ^a) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 13$ mm; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14)
④	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180, zweilagig $d \geq 2 \times 18$ mm
⑤	Luftschicht

^a ersetzbar durch GKF, $d \geq 12,5$ mm

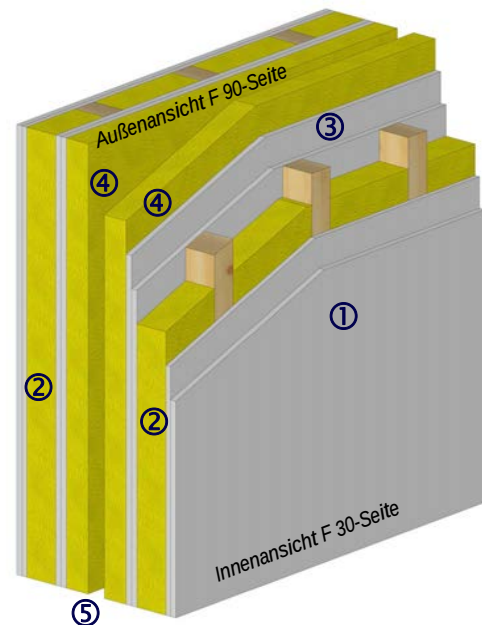
4. Gipswerkstoffe, Schallschutz

Gebäudeabschlusswand als optimierte Konstruktion (Schallschutz)

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

■ Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.9, F 30 / F 90 lt. Legende

■ Schallschutz nach [4], siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Schallschutz
Bauteilschicht und Material nach Brandschutzanforderungen (DIN 4102-4 Tabelle 10.9)		$R_w = 69 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -2 \text{ dB}$
①	Innenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten ^a GKF nach DIN 18180, $d \geq 12,5 \text{ mm}$, ausgeführt als luftdichte Ebene	GF, zweilagig $d = 15 + 12,5 \text{ mm}$
②	Rahmenwerk aus KVVH [®] oder Duobalken [®] , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $40 \times 80 \text{ mm}$ mit einer maximalen Druckspannung $\leq 2,5 \text{ N/mm}^2$, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	$b / d \geq 60 / 80 \text{ mm}$, $e = 313 \text{ mm}$
	mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH aus Mineralfaser nach DIN EN 13162 $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$ und $d \geq 80 \text{ mm}$	WH, $d \geq 80 \text{ mm}$
③	Tragende und aussteifende Beplankung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten ^a , die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen sind, $d \geq 12,5 \text{ mm}$; Befestigung nach Statik	GF, zweilagig, $d \geq 2 \times 15 \text{ mm}$
	Außenbekleidung aus Gipskarton-Feuerschutzplatten GKF nach DIN 18180, zweilagig $d \geq 2 \times 18 \text{ mm}$	
④	Dämmung aus Mineralfaser, brandschutztechnisch nicht erforderlich	MiFa, $d \geq 60 \text{ mm}$, an Tragstruktur fixiert
⑤	Luftsicht	$d \geq 45 \text{ mm}$

^a ersetzbar durch Holzwerkstoffplatten $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$ und $d \geq 13 \text{ mm}$

- A. Neubau
A6. Innenwand, tragend-aussteifend
1. einschalige Wand

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 ein Übersicht und mögliche Ausführungsvarianten.

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

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

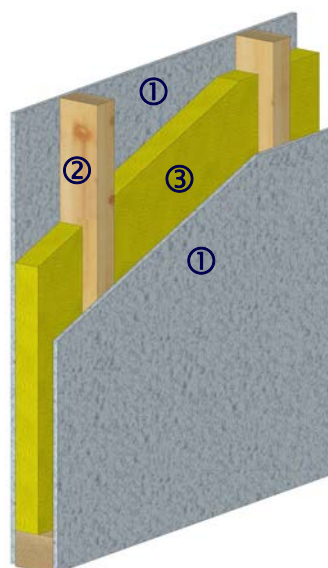
1. einschalige Wand

1a. Beplankung mit Gipswerkstoffplatten

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.5, ausgeführt tragend und nichtraumabschließend, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 3, siehe Legende im Anhang

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

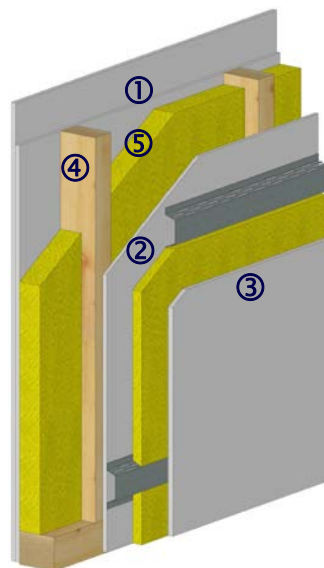


Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 38$ dB
①	Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, $d \geq 12,5$ mm	GKF $d \geq 15$ mm bzw. GKB $d \geq 18$ mm	GP, $d \geq 12,5$ 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 60×80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 50 / 80$ mm	$b \leq 60$ mm, $d \geq 60$ mm, $e \geq 600$ mm
③	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	WTR, $d \geq 40$ mm

1b. Beplankung mit Gipswerkstoffplatten, Schallschutz

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.5, ausgeführt tragend und nichttraumabschließend, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 4, Zeile 5 und [4], siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 60$ dB
①	Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, zweilagig	GKF, $d = 12,5 + 9,5$ mm	GF, $d = 12,5 + 10$ mm
②	Gipswerkstoffplatte	GKF, $d = 12,5 + 9,5$ mm	GF = 10 mm
③	Gipswerkstoffplatte auf Federschiene (entkoppelte Bekleidung), Federschiene mit Achsabstand 500 mm, Hohlraum zwischen den Federschiene gedämmt		GF = 10 mm auf Federschiene
④	Rahmenwerk aus KVLH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 60 x 80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 50 / 80$ mm	$b \leq 60$ mm, $d \geq 100$ mm, $e \geq 600$ mm
⑤	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	WTR, $d \geq 60$ mm

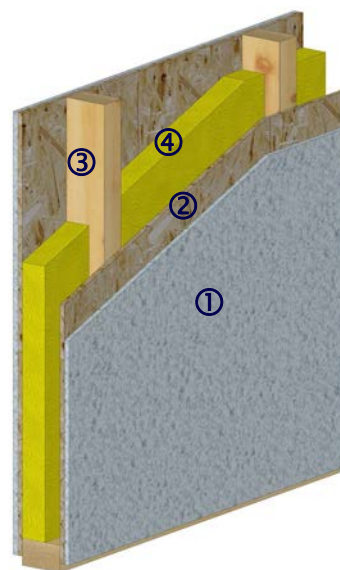
- A. Neubau
A6. Innenwand, tragend-aussteifend
1. einschalige Wand

1c. Beplankung mit Holzwerkstoffplatten

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.5 Zeile 7, ausgeführt tragend und nichtraumabschließend, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 3, Zeile 10, siehe Legende im Anhang

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



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 48 \text{ dB}$
①	Bekleidung aus Gipsplatten, $d \geq 9,5 \text{ mm}$, die Fugen sind versetzt zur Vollschalung auszuführen	GP, $d \geq 9,5 \text{ mm}$	GP, $d = 9,5 \text{ mm}$
②	Tragende und aussteifende Beplankung (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 12 \text{ mm}$; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14)	HW $d \geq 13 \text{ mm}$	Spanplatte EN 312, $d = 13 \text{ mm}$
③	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $60 \times 80 \text{ mm}$, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	$b / d \geq 40 / 80 \text{ mm}$	$b \leq 60 \text{ mm}$, $d \geq 60 \text{ mm}$, $e \geq 600 \text{ mm}$
④	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	nicht erforderlich	WTR, $d \geq 40 \text{ mm}$

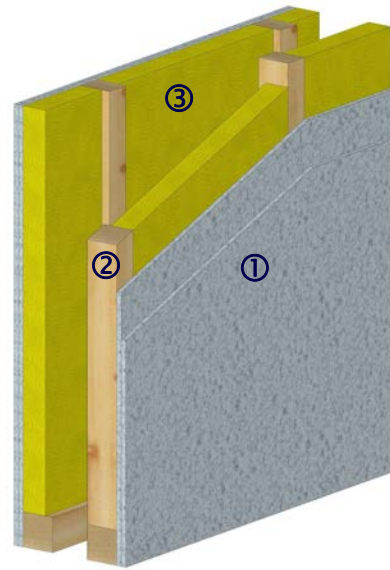
2. zweischalige Wand

2a. Beplankung mit Gipswerkstoffplatten

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.6 Zeile 12, ausgeführt tragend und raumabschließend, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 3, siehe Legende im Anhang

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



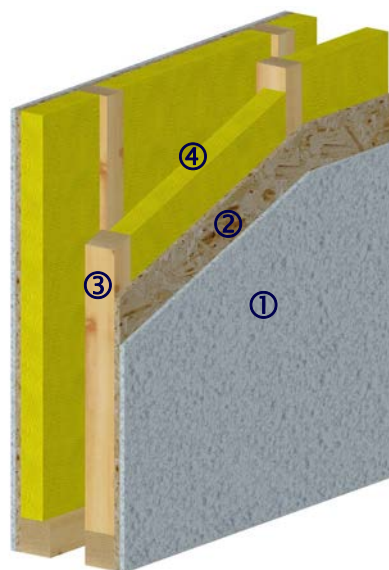
Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 66 \text{ dB}$
①	Gipswerkstoffplatte, die für den Zweck der Gebäudeaussteifung vorgesehen ist, zweilagig, $d \geq 2 \times 12,5 \text{ mm}$	GKF $d \geq 12,5 \text{ mm}$ bzw. GKB $d \geq 18 \text{ mm}$	GF, zweilagig $d \geq 12,5 + 10 \text{ mm}$
②	Rahmenwerk aus KVH® oder Duobalken®, NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt $60 \times 80 \text{ mm}$, Abstand $e = 62,5 \text{ cm}$	$b / d \geq 40 / 80 \text{ mm}$	Schalenabstand $S \geq 140 \text{ mm}$, Rähm und Schwelle getrennt, $b \leq 60 \text{ mm}$, $h \geq 60 \text{ mm}$, $e \geq 600 \text{ mm}$
③	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	WTR, $d \geq 40 \text{ mm}$	WTR, $d \geq 60 \text{ mm je Schale}$

- A. Neubau
A6. Innenwand, tragend-aussteifend
2. zweischalige Wand

2b. Beplankung mit Holzwerkstoffplatten

Beschreibung / Nachweise lt. Tabelle

- Holzschutz nach DIN 68800-2, Gebrauchsklasse GK 0
- Brandschutz nach DIN 4102-4 Tabelle 10.6 Zeile 1, ausgeführt tragend und raumabschließend, siehe Legende im Anhang
- Schallschutz nach DIN 4109-33, Tabelle 3, siehe Legende im Anhang



Text für eine Leistungsbeschreibung		Brandschutz	Schallschutz
Bauteilschicht und Material (Gebrauchsklasse GK 0)		F 30 feuerhemmend	$R_w = 54$ dB
①	Bekleidung aus Gipsplatten, $d \geq 9,5$ mm, die Fugen sind versetzt zur Vollschalung auszuführen	nicht erforderlich	
②	Tragende und aussteifende Beplankung (HW) z. B. aus OSB/3-Platten, $d \geq 12$ mm; Befestigung nach Statik (Hinweise siehe Tab. G2.14)	HW, $d \geq 13$ mm bzw. Brettschalung, $d \geq 22$ mm ^a	GF, zweilagig $d \geq 12,5 + 10$ mm
③	Rahmenwerk aus KVH [®] oder Duobalken [®] , NKL 1, GK 0, Mindestquerschnitt 60 x 80 mm, Abstand $e = 62,5$ cm	$b / d \geq 40 / 80$ mm	Schalenabstand $S \geq 140$ mm, Rähm durchlaufend, $b \leq 60$ mm, $h \geq 60$ mm, $e \geq 600$ mm
④	Hohlraumdämmung (Raumtrennwände), Anwendungstyp WTR	WTR, $d \geq 80$ mm	WTR, $d \geq 140$ mm

^a Nettodicke, Fasen oder Fälze sind in der Dicke hinzu zu rechnen



B. Altbau

Dach und Wand

Die Bestandsgebäude bieten ein breites Betätigungsfeld für die Betriebe des Holzbaus. Ob es der nachträgliche Ausbau ist oder die nachträgliche Dämmung von außen (Abschn. B1. und B2.), der Holzbau bietet hochwertige und variantenreiche Lösungen.

B1. Dachsanierung von außen	49
1. Innenbekleidung: Putz auf Putzträgerplatten.....	52
2. Innenbekleidung: Gipsplatten	54
3. Innenbekleidung: Profilbretter oder Paneele	56
B2. Wand	58
1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung ..	59
2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung	61

Beratung oder Planung?

Der Altbau ist kein Neubau. Eine Binsenweisheit? Sicherlich. Allerdings werden allzu leichtfertig 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 und
- 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 nur selten honoriert.

Es gibt einen entscheidenden Denkfehler bei der Beratung von Hauseigentümerfamilien. Beratung ist nämlich 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. Vorteil: Gute Beratung statt halbherzige; saubere Grundlagenermittlung statt ungefähre Annahmen; Baumaßnahmen, die das Beste für den Kunden heraus holen. Die Hauseigentümerfamilie hat 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 einer Modernisierung 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

Unterdeckung mit Holzfaserdämmplatten

Bei der Dachsanierung von außen gibt es ganz wesentliche Punkte zu beachten. Bei der Beratung der Kunden sind Fragen zu beantworten. Was erwartet die Hauseigentümerfamilie bezüglich:

- winterlichem Wärmeschutz.
- sommerlichem Hitzeschutz (besonders wichtig bei Arbeits- oder Schlafräumen unter dem Dach).
- Schallschutz gegenüber Außenlärm (ebenfalls wichtig bei Arbeits- oder Schlafräumen unter dem Dach).
- Gewährleistung des Feuchteschutzes.
- der Gewährleistung für die Räume im Dachgeschoss (Sicherung von Wärmeschutz und Schallschutz).



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

Nachweise für die Dampfbremse

Dampfbremsen / -sperrern und diffusionshemmende Schichten sind auf der Raumseite einzubauen. Dies ist notwendig um den Tauwasserausfall in einer Konstruktion zu begrenzen. Dabei wird die Dampfbremse und die äußere Abdeckung der Dämmschicht bezüglich ihrer s_d -Werte in ein bestimmtes Verhältnis gesetzt – z. B. „Faktor 10“.

➔ bitte weiterlesen in Abschn. C4. „Feuchteschutz“ ab Seite 83

Lediglich 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes darf raumseitig der dampfbremsenden Schicht angeordnet werden¹, wenn auf einen einzelnen Tauwassernachweis für die Konstruktion verzichtet werden soll.

Dieser Zusammenhang ist für die Dachsanierung von außen besonders relevant, weil oft der Wunsch besteht die Funktionsschicht Dampfbremse von der Außenseite einzubauen. Dabei werden die Bahnen ①

Um die ersten vier Anforderungen in optimaler Art zu lösen, wird ein Dachaufbau mit Holzfaserdämmplatten als vollflächige Aufsparrendämmung empfohlen. Holzfaserdämmplatten stellen sozusagen die „eierlegende Wollmilchsau“ bei 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 darüberhinaus die vorhandene Innenbekleidung von entscheidender Bedeutung. Wir haben für die Vorschläge von Konstruktionen drei verschiedene Innenbekleidungen angenommen. Diese dürften die Mehrzahl der vorhandenen Dächer darstellen, die bis ca. 1995 gebaut worden sind.

- Putz auf Putzträgerplatten wie
 - Strohmatten (frühere Markenbezeichnung „Sirofa“)
 - Holzwolleleichtbauplatten (Markenbezeichnung „Heraklith“), auch „Sauerkrautplatten“ genannt
 Diese Konstruktionen entweder ohne Dämmung, oder mit geringer Dämmung aus in Bitumenpappe eingesteppter Glaswolle.
- Gipskartonplatten, dann meist im Zusammenhang mit Glaswolle als alukaschierte Randleistenmatte.
- Holzbekleidung mit Nut-Feder, ebenfalls im Zusammenhang mit Glaswolle als alukaschierte Randleistenmatte.

Bei jeder der drei bezeichneten Konstruktionen ist der Aufbau mit Holzfaserdämmplatten über den Sparren eine optimale Lösung. Allerdings ist die Frage der Luftdichtung sowie der Diffusion zu klären.

➔ Zusätzliche Dämmung im Dach ist recht preisgünstig. Ein wenig mehr Dämmung kann den Neubaustandard oder sogar besser bewirken.

von außen über die Sparren ② und dann wieder in Richtung der Innenbekleidung geführt. Diese Methode wird „sub&top-Verlegung“ genannt (siehe Abb. B1.2).

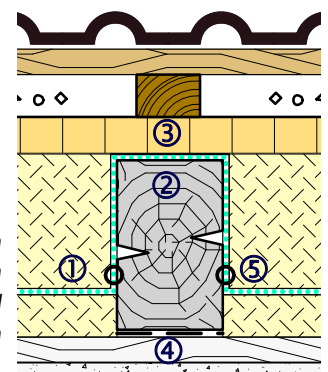


Abb. B1.2 Die Sparren werden in der „sub&top-Verlegung“ quasi von drei Seiten eingeschlagen und verlieren dabei in einem bestimmten Umfang an Austrocknungsvermögen.

¹ Quellen: DIN 68800-2 Abschn. 5.2.4, DIN 4108-3 Abschn. 5.3.3.2

B. Altbau

B1. Dachsanierung von außen

Durch die sub&top-Verlegung wird der Diffusionsstrom an einer besonders ungünstigen Stelle behindert. An der Oberseite der Sparren ② kann in der Tauperiode (Winter) die Temperatur an der Stelle bereits so gering sein, dass hier Tauwasser anfallen kann. Vielleicht entstehen sogar Vereisungen, die zusätzlich ungünstig wirken (dampfdicht). Gleichzeitig ist die Austrocknung durch die Anordnung der Dampfbremse reduziert. Um die Feuchtemenge zu begrenzen sind konstruktiv einige Punkte zu beachten:

- Die Dämmung ③ oberhalb der Sparren ist möglichst groß zu wählen.
- Die unterseitige Bekleidung ④ sollte möglichst luftundurchlässig sein.
- Ist die Luftdurchlässigkeit der Innenbekleidung unklar, sollte die Dampfbremse im unteren Bereich des Sparrens verklebt werden ⑤. Auf diese Weise kann zusätzliche Feuchte aus Konvektion an der Sparrenoberseite ② vermieden werden.
- Als Dampfbremse ① sollte eine Bahn mit feuchtevariablen Eigenschaften gewählt werden.

Luftdichtung von außen

Eine technische Verbesserung für das Dachgeschoss kann es nur mit guter Luftdichtung geben. Fehlt die Luftdichtung, 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 Luftdichtung für die Wohnräume unter dem Dach herbei zu führen.



Abb. B1.3 Bei der „Blower-Door-Messung“ wird ein Luftdruck wie bei Windstärken 4-5 simuliert. Ursachen für Zugluft im Raum (Leckagen) werden dann erkennbar.

Bild: Swiss Krono Tex

Die Qualität der Luftdichtung des Raumes ergibt sich aus allen einschließenden Bauteilen und ihren Anschlüssen. Das Maß einer Luftdichtung wird dabei für den Raum angegeben (n_{50} -Wert). Bei der Bestandsaufnahme lassen sich Schwachstellen erkennen und bewerten. Dabei ist die Bauteilfläche selbst, wenn sie aus einer Putzschicht oder Gipswerkstoffplatten besteht, zumeist unproblematisch. Diese Materialien sind in der Fläche überwiegend luftdicht. Es sind in den meisten Fällen allein die Anschlüsse, die undicht sind. In Abb. B1.4 werden einige Beispiele gezeigt.

Die genannten konstruktiven Maßnahmen ermöglichen unter Umständen, dass diese Konstruktionsart durchgeführt werden kann. Voraussetzung ist jedoch dass ein einzelner Feuchteschutznachweis geführt wird. Dies kann auf zwei Arten erfolgen:

1. Nachweis nach DIN 4108-3 („Glaser“) für den Sparrenbereich, dabei:
 - darf die Dampfbremse lediglich mit ihrem statischen s_d -Wert angesetzt werden; und
 - die Verdunstungsmenge muss um mindestens 250 g höher sein als die Tauwassermenge.
2. Nachweis nach DIN EN 15026 („Wufi“). Hier werden die genauen Klimadaten und die feuchteabhängigen Werkstoffdaten verwendet.

→ Wichtig:

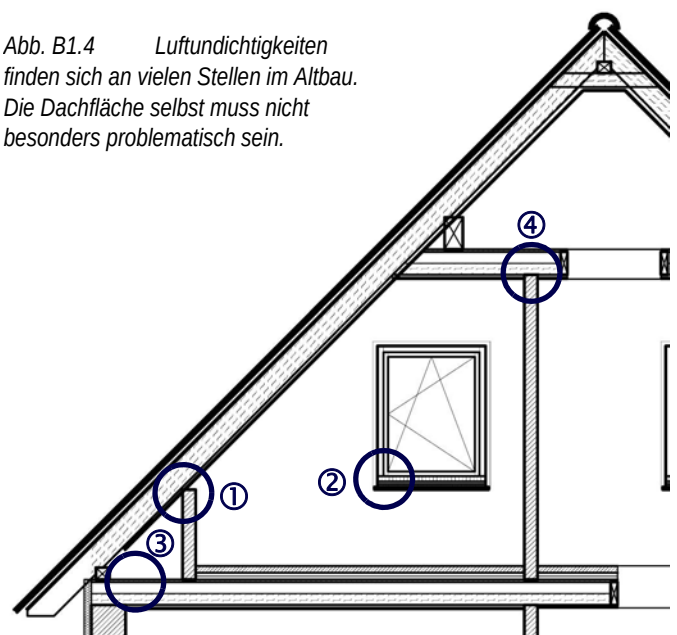
Wird die Luftdichtheit der vorhandenen Innenbekleidung nachgewiesen (siehe unten), so ist es unnötig die Dampfbremse über die Sparren zu führen (siehe „Innenbekleidung: Gipsplatten“ auf Seite 54). Sodann kann auf das oberseitige Einschlagen des Sparrens verzichtet werden.

→ Eine Luftdichtungsbahn in der Dachebene allein kann die Luftdichtung des Dachgeschosses kaum verbessern!

Hinweis zur Gewährleistung

Der Handwerker kann nicht die Gewährleistung für die Luftdichtung eines 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 klären.

Abb. B1.4 Luftundichtigkeiten finden sich an vielen Stellen im Altbau. Die Dachfläche selbst muss nicht besonders problematisch sein.



1. Anschlüsse des Giebelmauerwerkes und der Innenwände zum Dach oder der Dachgeschossdecke; hier könnten Spalten auftreten. Bei einer malermäßigen 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. Die Holzbalkendecke zum Erdgeschoss kann der größte Schwachpunkt sein, es kommt aber auf die Konstruktion an. 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). Dazu sollte in diesem Bereich die Balkenlage vollständig gedämmt werden (Einblasdämmung).
4. Einbindende Innenwände aus Hochlochziegeln sollten oberhalb (kopfseitig) verputzt werden.

Sonderfall: Einbau einer Luftdichtungsbahn von außen

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 inneren Bauteilschichten bilden die Luftdichtung. Bei älteren Gebäuden und Mauerwerk sind es die Putzschichten. Bei Dächern sind es die verspachtelten Gipskartonplatten. Bei jüngeren Gebäuden wird die Luftdichtung u. a. mit verklebten Dampfbremsbahnen hergestellt. Im Holzrahmenbau sind es OSB-Platten, deren Fugen mit Klebebändern gedichtet werden.

Von der Außenseite sprechen die komplexen geometrischen Formen gegen eine geschlossene Luftdichtungsebene. Gerade bei Dächern ragen die Holzkonstruktionen z. B. an den Traufseiten heraus. Oder es sind Gauben eingebaut. Angrenzende Alt-Mauerwerke müssen für luftdichte Anschlüsse erst hergerichtet werden.

➔ Bei unbeheizten Dachböden ist der Verlauf der luftdichten Hülle im Einzelnen zu klären.

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

Es gibt zwei Gründe, die Luftdichtungsbahn von außen einzubauen:

1. Die vorhandene innere Bekleidung wurde als luftdurchlässig begutachtet, und
2. eine Nachbesserung von innen ist nicht möglich, oder werden von der Bauherrschaft abgelehnt.

1. Methode „ebene“ diffusionsoffene Luftdichtungsbahn

- Es ist eine geschlossene Innenbekleidung ① notwendig.
- Es ist ein Nachweis erforderlich über die luftdichten Eigenschaften der Bahn ③.
- Die Luftdichtungsbahn ③ ist diffusionsoffen ($s_d \leq 0,05 \text{ m}$).
- Die Luftdichtungsbahn ③ ist an den Nähten und zu den seitlichen Anschlüssen verklebt.
- Die Dämmung ④ oberhalb der Luftdichtungsbahn hat ein Mindestmaß von z. B. 60 mm (Holzfaserdämmplatte), wenn die Dämmdicke ② unterhalb z. B. max. 160 mm beträgt (siehe Herstellerempfehlungen).
- Die Herstellerangaben sind zu beachten, mit den genauen Angaben über die zulässigen Dämmdicken.
- Ein Feuchteschutznachweis kann erforderlich sein.

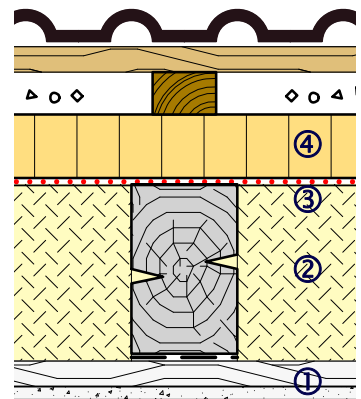


Abb. B1.5
„Ebene“ Luftdichtungsbahn.

2. Methode „sub&top-Verlegung“, feuchteadaptive Dampfbremse

- Eine geschlossene Innenbekleidung ① ist empfehlenswert.
- Es ist eine feuchteadaptive Dampfbremse ② erforderlich.
- Die Dampfbremse ② wird seitlich zum Sparren mit Leisten fixiert (vgl. auch Seite 56); sie ist an den Nähten und zu den seitlichen Anschlüssen zu verkleben.
- Die Dämmung ④ oberhalb des Sparrens wird mit einem Mindestmaß von z. B. 60 mm empfohlen (Holzfaserdämmplatte).
- Die Herstellerangaben sind zu beachten, genauere Angaben dort.
- Ein Feuchteschutznachweis kann nach DIN 4108-3 Abschn. A.2.1 sowie Merkblatt „Wärmeschutz bei Dach und Wand“ Abschn. 1.3 des ZVDH erforderlich sein.

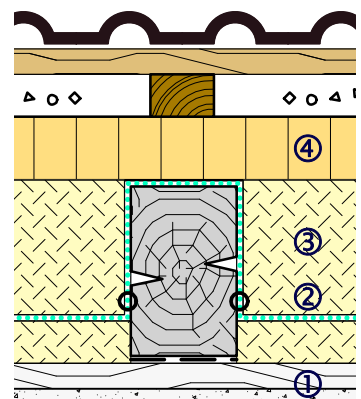


Abb. B1.6
„sub & top“
feuchteadaptive Dampfbremse.

➔ Ob die Luftdichtung mit einer Maßnahme von außen tatsächlich verbessert werden kann, hängt von den Ausführungsbedingungen ab. Eine Differenzdruckmessung gibt Aufschluss.

➔ Vorzuziehen ist grundsätzlich der Einbau einer Luftdichtungsbahn / Dampfbremsbahn von der Raumseite (siehe Abb. B1.16 auf Seite 57, Variante 2).

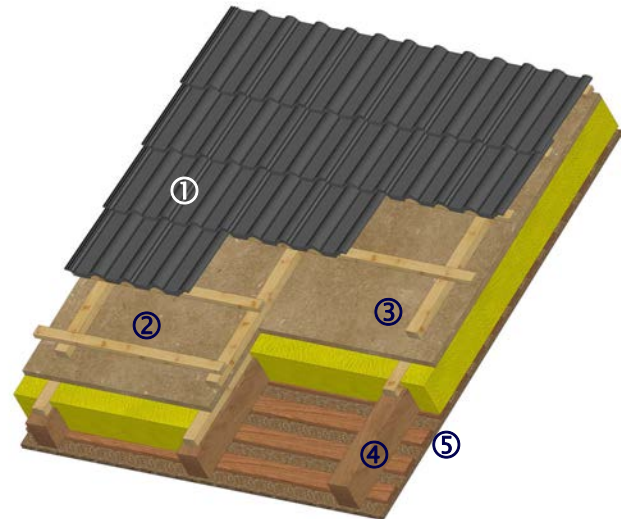
- B. Altbau
 B1. Dachsanierung von außen
 1. Innenbekleidung: Putz auf Putzträgerplatten

1. Innenbekleidung: Putz auf Putzträgerplatten

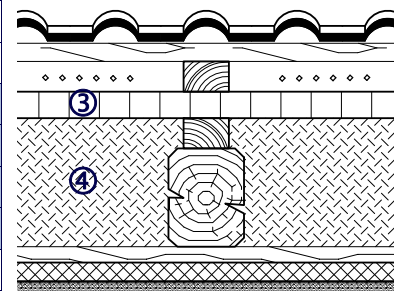
Ausgangssituation: Dieses Dachbauteil mit innenseitiger Putzbeschichtung stellt eine sehr hochwertige Innenbekleidung dar. Dies gilt, wenn die Putzschicht fest haftend ist. Die Dampfbremse ist ausreichend, die Luft-

dichtung in der Fläche gegeben. Die Luftdichtung der Anschlüsse ist mit Hilfe einer Blower-Door-Prüfung festzustellen. Im Zuge des Rückbaus können Leckagen ggf. von der Außenseite nachgearbeitet werden.

Bauteilschicht und Material	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung (S10, NKL 2, GK 0, Empfehlung: trocken $u \leq 20\%$) Ausführung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 164.
③	Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Element. Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben Holzfaserplatten ausführen bzw. siehe auch Tab. E1.19, Seite 163. Unterdeckung als Holzfaserdämmplatte (siehe [15] E5 Abs. 4).
④	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0, ggf. ist eine Prüfung der Tragfähigkeit erforderlich sowie ein statischer Nachweis; Aufdoppelung aufgrund von Wärmeschutzanforderungen, S10, NKL 1, GK 0, mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ
⑤	Innenbekleidung (Altbestand) siehe „Ausgangssituation“



U-Werte [W/m²K]	UDP - Unterdeckung ③ aus Holzfaserdämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ④ im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,24	keine	Unterdeckbahn	200	180	180
	15 mm	0,090 W/mK	200	180	160
	22 mm	0,050 W/mK	180	160	140
0,20	keine	Unterdeckbahn	240	220	220
	15 mm	0,090 W/mK	240	220	200
	22 mm	0,050 W/mK	220	200	180
	35 mm	0,050 W/mK	200	180	180
0,17	35 mm	0,050 W/mK	240	220	200
	60 mm	0,045 W/mK	200	180	180
0,14	35 mm	0,050 W/mK	300	280	260
	60 mm	0,045 W/mK	260	240	220
	80 mm	0,045 W/mK	240	220	200

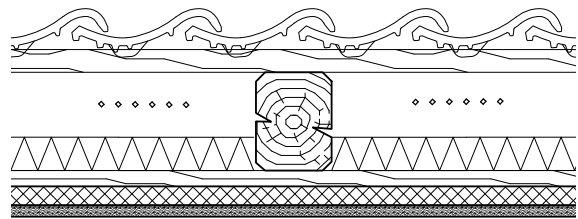


Tab. B1.7 Dämmwerte – Dachkonstruktionen nach GEG sowie verschiedene KfW-Standards mit Holzwolleleichtbauplatten ($d = 25 \text{ mm}$) und Putz.

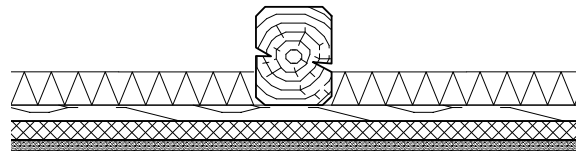
➔ Konstruktionen mit Putzschicht oder Holzbekleidungen auf der Raumseite liegen bezüglich des U-Wertes geringfügig besser als in Tab. B1.7 dargestellt.

Abb. B1.8 Phase Rückbau

Es ist stets erforderlich die Dachdeckung einschl. der Traglattung abzutragen. Die Dachrinne und das Ortangesims müssen dabei ebenfalls entfernt werden. Grund ist, dass eine Unterdeckung einzubauen ist (ZVDH-Fachregeln).



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.



In diesem geöffneten Zustand erfolgt die Blower-Door-Messung. Im Bedarfsfall kann die Luftdichtung auch von außen nachgebessert werden.

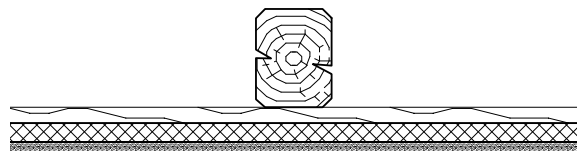
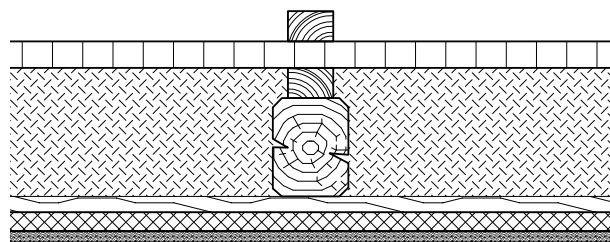
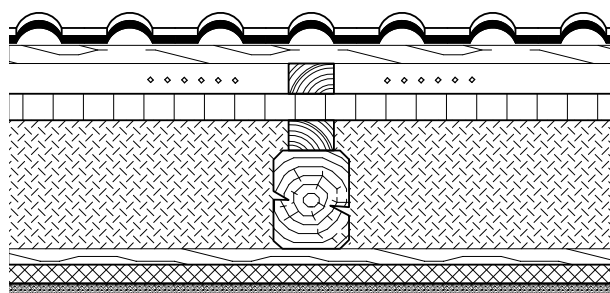


Abb. B1.9 Phase Neuaufbau – Montage

Sparren aufdoppeln, den gesamten Hohlraum mit Faserdämmstoff füllen und eine mindestens 35 mm dicke Holzfaserdämmplatte mit Nut-Feder vollflächig als Unterdeckung verlegen. Die aufliegende Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) ist statisch relevant. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben ausführen (siehe auch Tab. E1.19, Seite 163).



Dacheindeckung als Hartdach nach Wahl. Die Traglattung (S10, NKL 2, GK 0) für die Eindeckung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 164.



- B. Altbau
 B1. Dachsanierung von außen
 2. Innenbekleidung: Gipsplatten

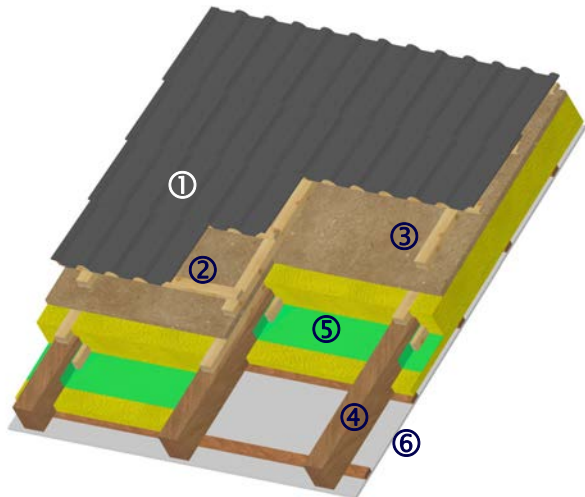
2. Innenbekleidung: Gipsplatten

Ausgangssituation (Baujahr ab ~ 1970, vor ~1995):

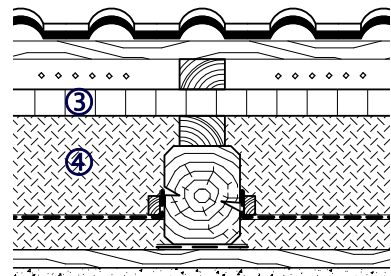
Die Konstruktion mit innenseitiger verspachtelter Gipskartonplatte stellt eine in der Fläche ausreichend luftdichte Innenbekleidung dar. Die GKB-Platte allein genügt jedoch als Dampfbremse nicht. Die Luftdichtung der Anschlüsse ist mit Hilfe einer Blower-Door-Prüfung festzustellen. Im Zuge des Rückbaus können Leckagen möglicherweise einfacher von der

Außenseite nachgebessert werden. Bei dieser Konstruktion besteht eine Unterdeckung (z. B. ölgehärtete Hartfaserplatte oder „Gitterfolie“). Beide sind für eine Vollsparrendämmung zu diffusionsdicht und sollten entfernt werden. Bei der Gitterfolie besteht außerdem das Problem der geringen Dauerhaftigkeit. Zersetzungen sind oft bereits nach wenigen Jahrzehnten erkennbar.

Bauteilschicht und Material	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung (S10, NKL 2, GK 0, Empfehlung: trocken $u \leq 20\%$) Ausführung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 164.
③	Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Element. Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben Holzfaserplatten ausführen bzw. siehe auch Tab. E1.19, Seite 163. Unterdeckung als Holzfaserdämmplatte (siehe [15] E5 Abs. 4).
④	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0, ggf. ist eine Prüfung der Tragfähigkeit erforderlich sowie ein statischer Nachweis; Aufdoppelung aufgrund von Wärmeschutzanforderungen, S10, NKL 1, GK 0, mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ
⑤	Einlegen der Dampfbremse (s_d -Wert = 2,0 bis 5,0 m) in das Sparrenfeld (seitlich am Sparren mit einer Leiste fixieren). Eine Verklebung ist nicht notwendig, Unterlage als Faserdämmmatte DZ (d = 40 mm).
⑥	Innenbekleidung (Altbestand) siehe „Ausgangssituation“



U-Werte [W/m²K]	UDP - Unterdeckung ③ aus Holzfaserdämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ④ im Sparrengefach bei einer Wärmeleitfähigkeit von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,24	keine	Unterdeckbahn	200	180	180
	15 mm	0,090 W/mK	200	180	160
	22 mm	0,050 W/mK	180	160	140
0,20	keine	Unterdeckbahn	240	220	220
	15 mm	0,090 W/mK	240	220	200
	22 mm	0,050 W/mK	220	200	180
	35 mm	0,050 W/mK	200	180	160
0,17	35 mm	0,050 W/mK	240	220	200
	60 mm	0,045 W/mK	200	180	180
0,14	35 mm	0,050 W/mK	300	280	260
	60 mm	0,045 W/mK	260	240	220
	80 mm	0,045 W/mK	240	220	200



Tab. B1.10 Dämmwerte – Dachkonstruktionen nach GEG sowie verschiedene KfW-Standards mit Gipskartonplatten als Innenbekleidung.

Abb. B1.11 Phase Rückbau

Es ist stets erforderlich die Dachdeckung einschl. der Traglattung abzutragen. Die Dachrinne und das Ortangesims müssen dabei ebenfalls entfernt werden. Grund ist, dass eine diffusionsoffene Unterdeckung einzubauen ist (siehe DIN 68800 „Holzschutz“ und ZVDH-Fachregeln).

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 eingestepte 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.

In diesem geöffneten Zustand erfolgt die Blower-Door-Messung. Im Bedarfsfall kann die Luftdichtung auch von außen nachgebessert werden.

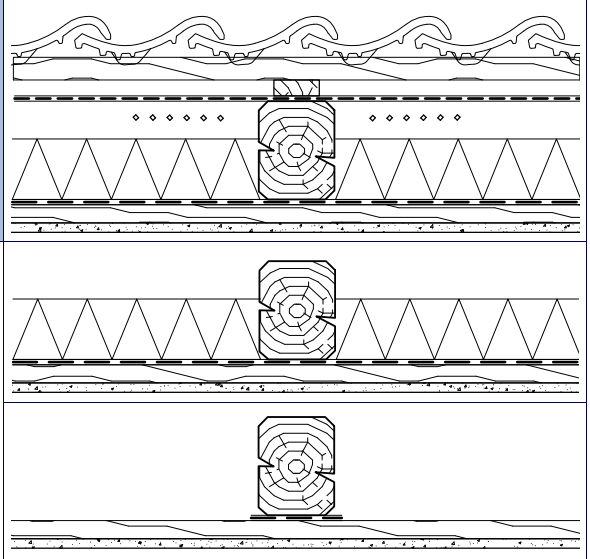


Abb. B1.12 Dampfbremse einbauen – Drei Varianten

Variante 1: Einbau einer Dampfbremse von außen: Das einfache Einlegen der Dampfbremse (s_d -Wert = 2,0 bis 5,0 m) in das Sparrenfeld genügt (seitlich am Sparren mit einer Leiste fixieren). Eine Verklebung ist nicht notwendig, weil die Luftdichtung in der Fläche durch die GKB-Platte gewährleistet wird. Zum Schutz der Dampfbremse wird vorher eine dünne Faserdämmmatte ($d = 40$ mm) eingelegt. Damit werden mögliche heraus stehende Nägel und Schrauben abgedeckt und eine mögliche Kaltluftströmung unterhalb der Folie vermieden.

Variante 2: Dies ist technisch die beste Lösung, bedeutet aber, dass im Innenbereich Bauarbeiten notwendig sind. Eine zweite GKB-Platte wird aufgebracht und dabei eine Dampfbremse (s_d -Wert = 2,0 bis 5,0 m) eingelegt. Wird die Bahn in der Fläche verklebt und zu den seitlichen Flächen angeschlossen, könnte die Luftdichtung verbessert werden.

Variante 3: 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.

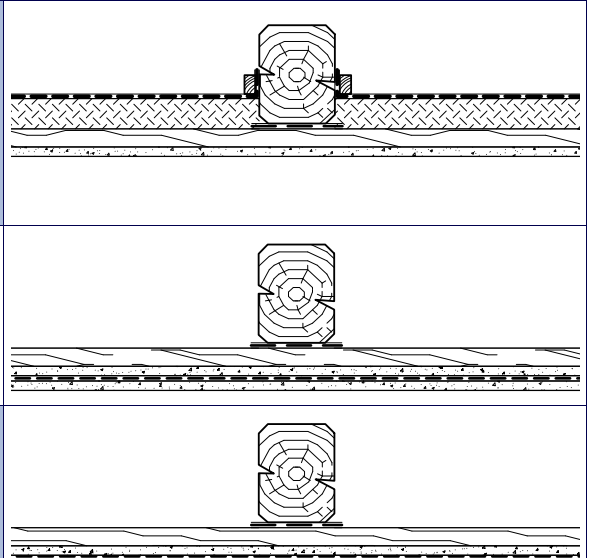
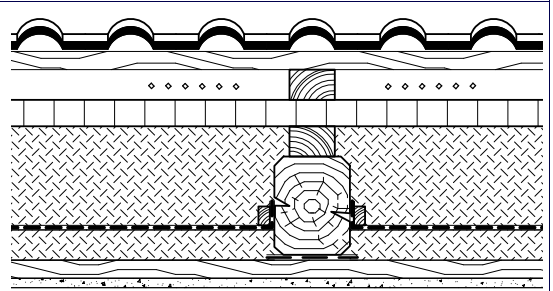


Abb. B1.13 Phase Neuaufbau – Montage

Sparren aufdoppeln, den gesamten Hohlraum mit Faserdämmstoff füllen und eine mindestens 35 mm dicke Holzfaserdämmplatte mit Nut-Feder vollflächig als Unterdeckung verlegen. Die aufliegende Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) ist statisch relevant, Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben (siehe auch Tab. E1.19, Seite 163).

Dacheindeckung als Hartdach nach Wahl. Die Traglattung (S10, NKL 2, GK 0) für die Eindeckung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 164.



- B. Altbau
 B1. Dachsanierung von außen
 3. Innenbekleidung: Profilbretter oder Paneele

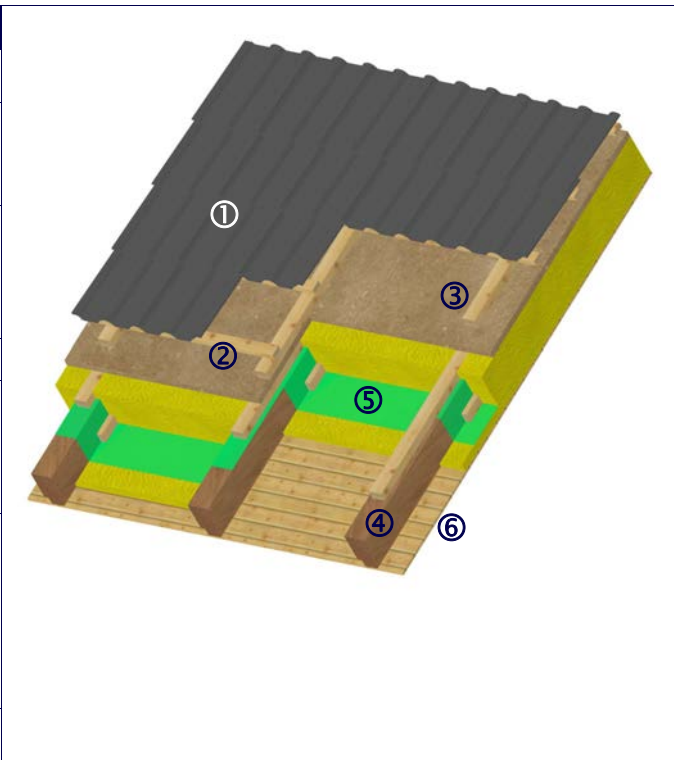
3. Innenbekleidung: Profilbretter oder Paneele

Ausgangssituation (Baujahr bis ~1995):

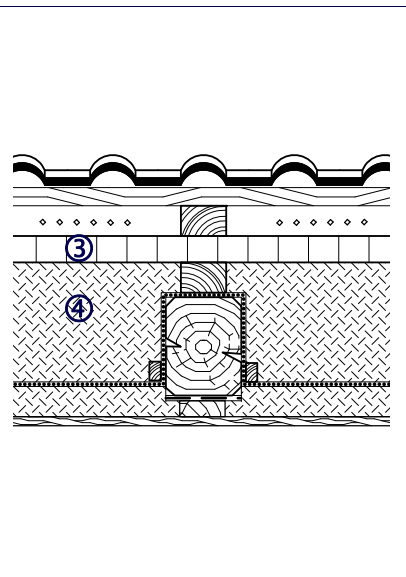
Die Konstruktion mit innenseitiger Bekleidung aus Profilbrettern ist aus heutiger Sicht unvollständig. Die dahinter liegende, alukaschierte Glas-
 wolle kann den Anspruch an Luftdichtung im Regelfall nicht erfüllen.
 ➔ Der Einbau einer Luftdichtung ist notwendig.

Bei dieser Konstruktion besteht eine Unterdeckung (z. B. ölgehärtete Hartfaserplatte oder „Gitterfolie“) Beide sind für eine Vollsparrendäm-
 mung zu diffusionsdicht und sollten entfernt werden. Bei der Gitterfolie
 besteht außerdem das Problem der geringen Dauerhaftigkeit. Zersetzun-
 gen sind oft bereits nach wenigen Jahrzehnten erkennbar.

Bauteilschicht und Material	
①	Neue Ziegeleindeckung
②	Traglattung für die Eindeckung (S10, NKL 2, GK 0, Empfehlung: trocken $u \leq 20\%$) Ausführung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 164.
③	Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) als statisch tragendes Element. Verbindungselement der Dachdeckung zum Sparren. Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben Holzfaserplatten ausführen bzw. siehe auch Tab. E1.19, Seite 163. Unterdeckung als Holzfaserdämmplatte (siehe [15] E5 Abs. 4).
④	Sparrenlage (Altbestand), NKL 1, GK 0, ggf. ist eine Prüfung der Tragfähigkeit erforderlich sowie ein statischer Nachweis; Aufdoppelung aufgrund von Wärmeschutzanforderungen, S10, NKL 1, GK 0, mit Hohlraumdämmung, Anwendungstyp DZ
⑤	Einbau einer Dampfbremse und Luftdichtung von außen. Die spezielle Dampfbremsbahn (s_d -Wert = „feuchtevariabel“) wird auf eine vorher eingelegte dünne Faserdämmmatte ($d = 40\text{ mm}$) gelegt und über den Sparren geführt (seitlich am Sparren verklebt und mit einer Leiste fixiert). Eine Verklebung in der Fläche und zu den seitlichen Anschlüssen (Ortgang, Traufe usw.) ist unbedingt notwendig.
⑥	Innenbekleidung (Altbestand) siehe „Ausgangssituation“



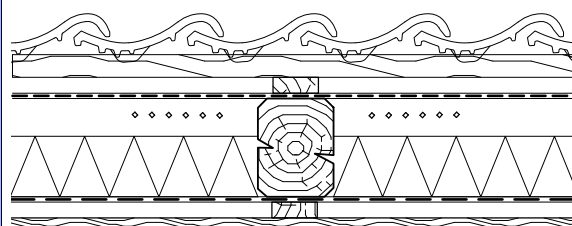
U-Werte [W/m²K]	UDP - Unterdeckung ③ aus Holzfaserdämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ④ im Sparren- gefach bei einer Wärmeleitfähigkeit von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,24	keine	Unterdeckbahn	200	180	180
	15 mm	0,090 W/mK	200	180	160
	22 mm	0,050 W/mK	180	160	140
0,20	keine	Unterdeckbahn	240	220	220
	15 mm	0,090 W/mK	240	220	200
	22 mm	0,050 W/mK	220	200	180
	35 mm	0,050 W/mK	200	180	160
0,17	35 mm	0,050 W/mK	240	220	200
	60 mm	0,045 W/mK	200	180	180
0,14	60 mm	0,045 W/mK	260	240	220
	80 mm	0,045 W/mK	240	220	200



Tab. B1.14 Dämmwerte – Dachkonstruktionen nach GEG sowie verschiedene KfW-Standards mit Profilbrettern als Innenbekleidung.

Abb. B1.15 Phase Rückbau

Es ist stets erforderlich die Dachdeckung einschl. der Traglattung abzutragen. Die Dachrinne und das Ortangesims müssen dabei ebenfalls entfernt werden. Grund ist, dass eine diffusionsoffene Unterdeckung einzubauen ist (siehe DIN 68800 „Holzschutz“ und ZVDH-Fachregeln).



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.

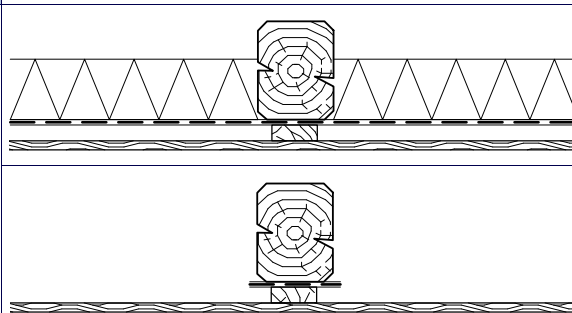
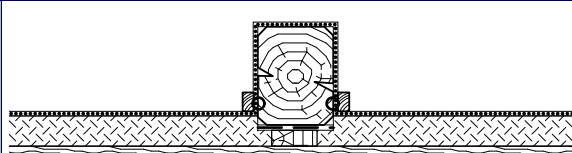


Abb. B1.16 Dampfbremse einbauen – Zwei Varianten

Variante 1: Einbau einer Dampfbremse und Luftdichtung von außen: Die spezielle Dampfbremsbahn (s_d -Wert = „feuchtevariabel“) wird auf eine vorher eingelegte dünne Faserdämmmatte ($d = 40 \text{ mm}$) gelegt und über den Sparren geführt (seitlich am Sparren verklebt und mit einer Leiste fixiert). Eine Verklebung in der Fläche und zu den seitlichen Anschlüssen (Ortgang, Traufe usw.) ist unbedingt notwendig.



Variante 2: Dies ist technisch die bessere Lösung, bedeutet aber, dass im Innenbereich Bauarbeiten notwendig und auf die Optik der bisherigen Profilbrettbekleidung verzichtet wird. Die Profilbretter werden mit dem Sparren kraftschlüssig verschraubt. Eine GKB-Platte wird aufgebracht und dabei eine Dampfbremse (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 Flächen angeschlossen.

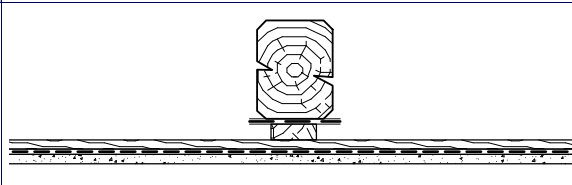
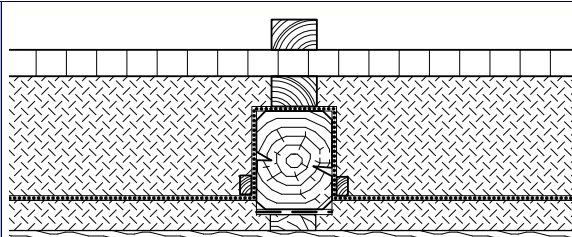
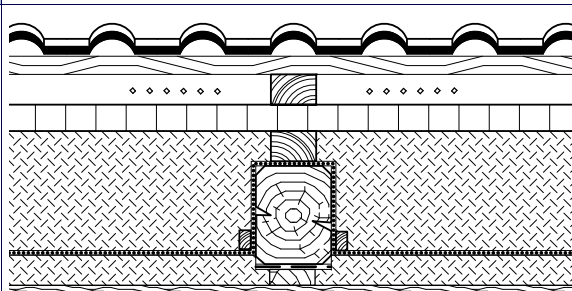


Abb. B1.17 Phase Neuaufbau – Montage

Sparren aufdoppeln, den gesamten Hohlraum mit Faserdämmstoff füllen und eine mindestens 35 mm dicke Holzfaserdämmplatte mit Nut-Feder vollflächig als Unterdeckung verlegen. Die aufliegende Konterlatte (S10, NKL 2, GK 0) ist statisch relevant, Querschnitt und Befestigung nach Herstellerangaben (siehe auch Tab. E1.19, Seite 163).



Dacheindeckung als Hartdach nach Wahl. Die Traglattung (S10, NKL 2, GK 0) für die Eindeckung nach Angabe des Herstellers. Querschnitt nach Tab. E1.22, Seite 163.



B2. Wand

Altes Mauerwerk mit wärmegeämmten Fassaden

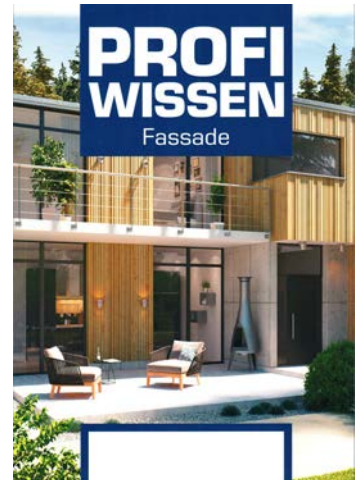
Bei den nachfolgenden Beispielen wurde bei den Bestandskonstruktionen von einschaligem Mauerwerk ausgegangen. Bei zweischaligem Mauerwerk gilt, dass entweder die äußere Verblendschale abgetragen wird (nur bei nichttragendem Mauerwerk), oder der Zwischenraum der Wandschalen mit mineralischer Dämmung im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



→ Zum Thema Fassade ist im Jahr 2018 das „Handbuch für den Profi“ in der zweiten Auflage erschienen. Auf mehr als 170 Seiten werden die Hintergründe dargestellt.



Bilder: Sonae Arauco / Agepan® System

Konstruktionen auf Altbau-Mauerwerk

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

Charakteristisch für die Altbauwand können sein z. B.:

- Übergänge unterschiedlicher Bauarten
 - Maßungenauigkeiten / Unebenheiten
 - Brüchige Putzbeschichtungen
- Beschichtungen, die ein Verkleben von Wandbelägen verhindern

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

1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung

Bauteilschicht und Material	
①	Grundlattung, horizontal auf das Mauerwerk gedübelt. Querschnitt der Latte mindestens 60 x 80 mm (NKL 2, S10, GK 0)
②	Vertikallattung. Verbindung mit zwei Schrauben pro Kreuzungspunkt. Querschnitt mindestens 60 x 60 mm (NKL 2, S10, GK 0)
③	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH (siehe [15] E5 Abs. 1 / 3)
④	Unterdeckung als Holzfaserdämmplatte. 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. E1.19, Seite 163
⑤	Fassadenbekleidung mit Traglattung nach Anforderung (siehe auch [14] C13 Abs. 1.3)

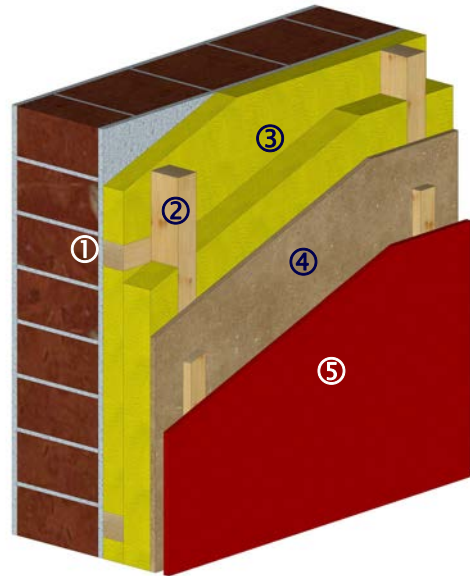
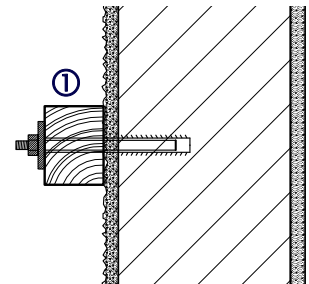


Abb. B2.1 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Vertikalschnitte)

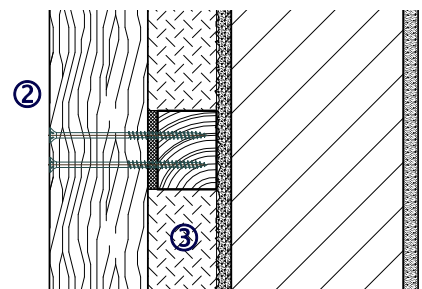
Die Grundlattung ① wird horizontal auf das Mauerwerk gedübelt. Der Querschnitt der Latte beträgt mindestens 60 x 80 mm (NKL 2, S10, GK 0). Zu empfehlen ist, dass die Grundlatte flach auf dem Mauerwerk befestigt wird. Damit soll die Verformung (Abkippen) vermieden werden, außerdem wird die Anschlussfläche für die Befestigung der vertikalen Latte vergrößert. Pro Kreuzungspunkt sind mindestens zwei Schrauben erforderlich.



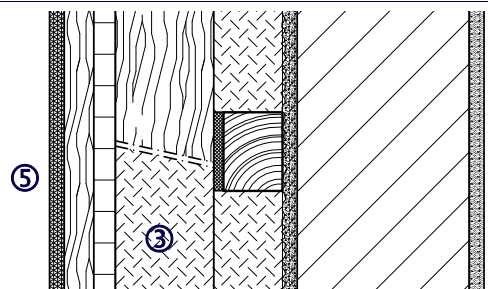
Mit dem Aufbringen der vertikalen Latte ② (NKL 2, S10, GK 0) wird die Ebenheit der Konstruktion hergestellt.

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 Zimmerhandwerks „Außenwandbekleidung aus Holz und Holzwerkstoffen“ sowie [14]. (zu beziehen unter www.fg-holzbau.de)



B. Altbau
 B2. Wand
 1. Vorgehängte hinterlüftete Fassade VHF auf Grundlattung

Bauteilschicht und Material (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 halbierter Stegträgern (mittig aufgetrennt, siehe [15] E3 Abs. 7), NKL 2, S10, GK 0, bei verklebter Verbindung ist eine Zulassung erforderlich).
③	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH als Einblasdämmung
④	Unterdeckung als Holzfaserdämmplatte. 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. E1.19, Seite 163
⑤	Fassadenbekleidung mit Traglattung nach Anforderung (siehe auch [14] C13 Abs. 1.3)

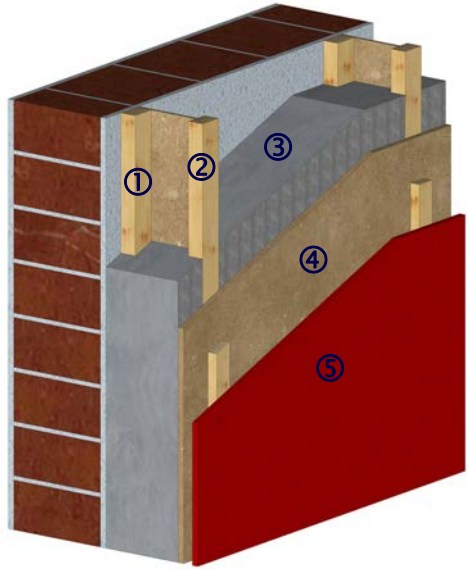
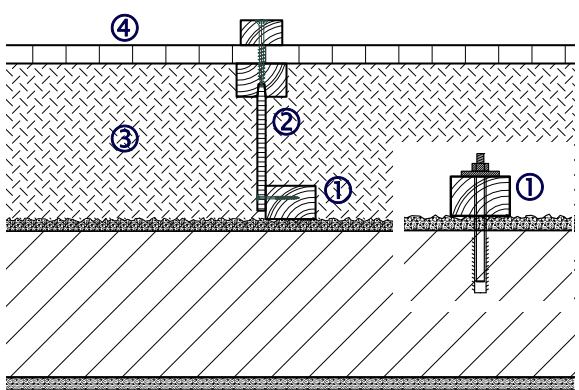
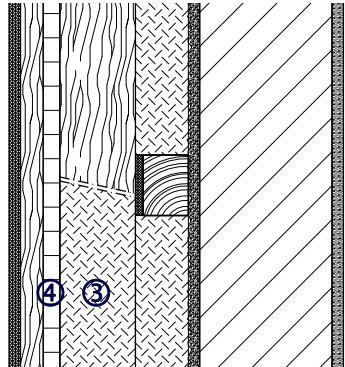


Abb. B2.2 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Horizontalschnitte)	
Diese Variante hat einige Vorteile. Alle Latten können vertikal montiert werden, die Holzquerschnitte sind reduziert. Als Grundlatte ① genügt ein Querschnitt von 40 x 60 mm, flach auf dem Mauerwerk gedübelt (kleines Bild). Gepaart 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.	

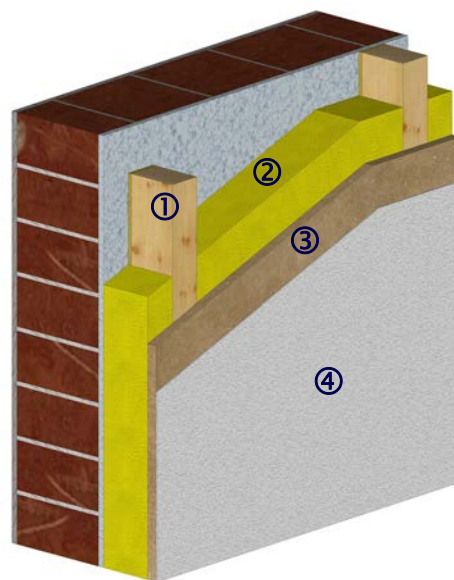
U-Werte [W/m²K]	Unterdeckung ④ aus Holzfaserdämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ③ im Gefach (Aufdoppelung erforderlich) bei einer Wärmeleitfähigkeit von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,24	15 mm	0,090 W/mK	160	160	140
	22 mm	0,050 W/mK	160	140	140
0,20	22 mm	0,050 W/mK	200	180	160
	35 mm		180	160	160
0,17	22 mm	0,050 W/mK	240	220	200
	35 mm		220	200	180
	60 mm	0,045 W/mK	200	180	160



Tab. B2.3 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie verschiedene KfW-Standards.
 Vorhandenes Mauerwerk aus 240 mm Hochlochziegel beidseitig Putz, R ≈ 0,34 (m²K/W).

2. Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung

Bauteilschicht und Material	
①	Grundlattung, vertikal auf das Mauerwerk gedübelt. Querschnitt der Latte mindestens 60 x 60 mm (NKL 2, S10, GK 0)
②	Hohlraumdämmung, Anwendungstyp WH (siehe [15] E5 Abs. 1 / 3)
③	Holzfaserdämmplatte als WDVS mit Zulassung Befestigung und Anschlüsse nach Herstellerangaben (siehe [15] E5 Abs. 4)
④	Putzbeschichtung mit Armierung gemäß Zulassung WDVS (siehe [14] C13. Abs. 2)

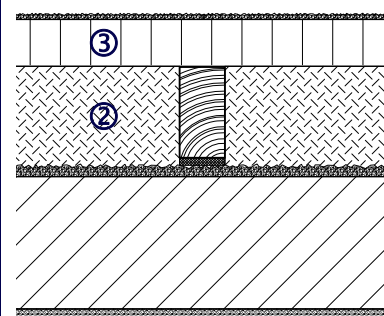


Das hier gezeigte WDVS wird mit Breitrückenklemmern auf dem Untergrund montiert. So kann mit einfachen und zuverlässigen Mitteln eine dauerhaft hoch tragfähige Konstruktion mit perfekter Ebenheit hergestellt werden.

➔ Bei höheren Wärmeschutzanforderungen können Kreuzlattungen verwendet werden (siehe Seite 59).

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

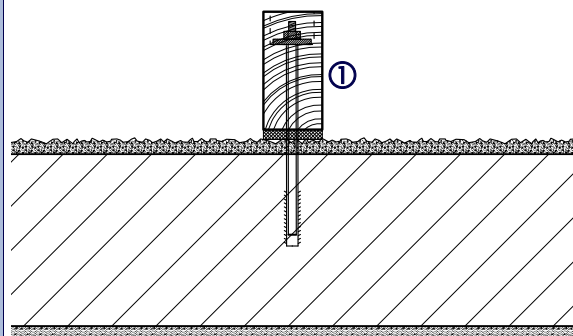
U-Werte [W/m²K]	Putzträgerplatte ③ aus Holzfaserdämmplatten		Dicke [mm] der Dämmung ② im Gefach (Aufdoppelung erforderlich) bei einer Wärmeleitfähigkeit von		
	Dicke	Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/mK	0,035 W/mK	0,032 W/mK
0,24	60 mm	0,045 W/mK	120	100	100
0,20	60 mm	0,045 W/mK	140	140	120
	80 mm		120	120	100
0,17	60 mm	0,045 W/mK	180	160	160
	80 mm		160	140	140
	100 mm		140	120	120



Tab. B2.4 Dämmwerte – Konstruktionen nach GEG sowie verschiedene KfW-Standards.
Vorhandenes Mauerwerk aus 240 mm Hochlochziegel beidseitig Putz, $R \approx 0,34$ (m²K/W).

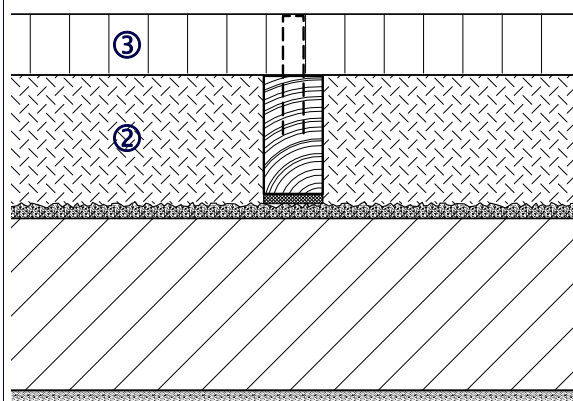
Abb. B2.5 Erläuterungen zum Konstruktionsaufbau (Vertikalschnitte)

Die Grundlattung ① wird vertikal auf das Mauerwerk gedübelt. Der Querschnitt der Latte beträgt mindestens 60 x 60 mm (NKL 1, S10, 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 sollten 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 Breit Rückenklammern gemäß Zulassung und den Herstellerangaben.



Die Putzbeschichtung erfolgt im System gemäß Zulassung.

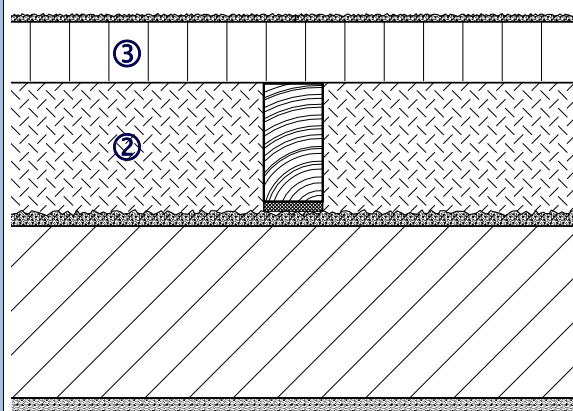
→ Hinweis:

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 59 ausgeführt werden. In dem Fall wird eine hinterlüftete Putzträgerplatte als Fassadenbekleidung ausgeführt.





C. Bauphysik

C1. Wärmeschutz.....	64	C5. Holzschutz.....	97
1. U-Wert – was ist das?	64	1. Gefährdungspotenziale	98
2. Der Energiebedarf	67	2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser	100
3. Wärmeschutzstandards.....	71	3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen	100
4. sommerlicher Hitzeschutz	72	4. Lattungen bei Dach und Wand	106
5. Innendämmung.....	75	5. Chemischer Holzschutz.....	107
C2. Luftdichtung	76	6. Fassaden an Außenwänden	108
1. Konzept zur Luftdichtung im Neubau	76	C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz.....	110
2. Ausführung von Luftdichtungen	78	1. Gebäude und Nutzung	110
3. Luftdichtungen überprüfen.....	80	2. Bauteile und Ausrüstung	114
C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen	81	3. Baustoffe	116
C4. Feuchteschutz.....	83	4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten.....	118
1. Klima und Feuchte.....	83	5. Gebäudeklasse 4	120
2. Dampfbremse versus Dampfsperre.....	85	C7. Schallschutz	122
3. Der s_d -Wert.....	87	1. Luftschalldämmung, Wände	124
4. Umkehrdiffusion.....	89	2. Luftschalldämmung, Außenbauteile	131
5. Winddichtung.....	91	3. Trittschalldämmung, Decken	133
6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk	91	C8. Tragwerk.....	139
7. Schimmel.....	93	1. Gliederung der Eurocodes	139
		2. Begriffe aus der Tragwerksplanung	140
		3. Überschlägige Ermittlung von Wandscheiben.....	141
		4. Deckenbeplankung.....	142

C1. Wärmeschutz

1. U-Wert – was ist das?

Der U-Wert ist ein spezifischer Kennwert eines Bauteils. Er dient 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).
- 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.

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.

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

Die Energiemenge von einem Joule entspricht einer Wattsekunde.

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

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 Einzelsvorgänge unterschieden:

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

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

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

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

^a R steht für „Resistance“ und bedeutet Widerstand.

U aus engl. „Unit of heat-transfer“, übersetzt Einheit der Wärmeübertragung.

zu 2.:

Ein Bauteil setzt der Übertragung der Wärmeenergie einen Widerstand entgegen, der durch das Verhältnis der Dicke d zur Wärmeleitfähigkeit λ 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 „ λ “ die Wärmeleitfähigkeit der jeweiligen Schicht.

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

Wärmedurchlasswiderstände von Bauteilschichten im Gefach bei einer typischen Holzrahmenbauwand mit Holzfaser-WDVS (Abb. C1.2) sind in Tab. C1.3 aufgeführt.

zu 1. und 3.:

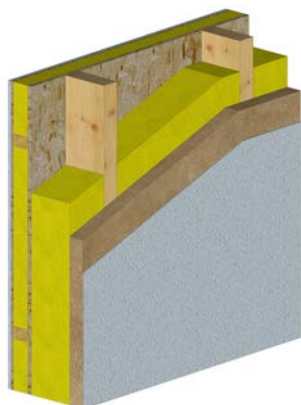
Bei der Wärmeübertragung werden neben dem Wärmedurchlasswiderstand R noch die Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} berücksichtigt. Der Index „si“ steht für „surface internal (Oberfläche innen)“, der Index „se“ steht für „surface external (Oberfläche außen)“.

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:

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

Wie berechnet sich 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 Querlattung einer Installationsebene. Der Holzanteil kann je nach Achsabstand und Breite der Stiele bzw. Sparren unterschiedlich sein. In Tab. C1.3 wird ein vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung des U-Wertes dargestellt.



U-Wert Ermittlung über den Holzanteil (Beispiel)

Bei einem üblichen Achsmaß der 60 mm breiten Stiele ergibt sich ein Holzanteil von $(100 * 0,06) / 0,625 = 9,6 \%$

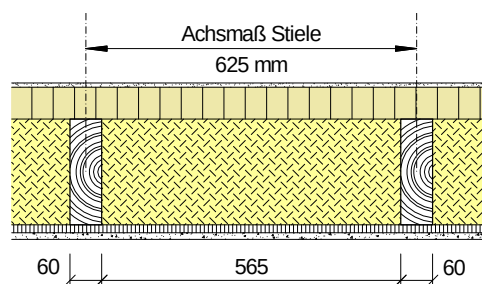


Abb. C1.2 Beispiel Holzrahmenbauwand mit Holzfaser-WDVS ohne Installationsebene. Der Holzanteil beträgt hier 9,6 %.

Die U-Werte werden getrennt für die Bereiche Gefach und Stiel ermittelt. Der mittlere U-Wert errechnet sich wie folgt

$$U_m = (0,149 * 90,4 + 0,308 * 9,6) / 100 \% = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$$

➔ Die Ergebnisse mit dem vereinfachten Verfahren über den Holzanteil haben sich als hinreichend genau erwiesen.

Bauteilschichten von innen nach außen	Dicke d [m]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK]	R = d / λ [m²K/W]	
			Gefach	Stiel
Wärmeübergangswiderstand R_{si}			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
Holzfaserdämmplatte (WDVS)	0,06	0,044	1,364	1,364
Putz	0,008	0,7	0,011	0,011
Wärmeübergangswiderstand R_{se}			0,04	0,04
Wärmedurchgangswiderstand R_T		(Summe)	6,71	3,248
U-Wert		(Kehrwert)	0,149	0,308

Tab. C1.3 Wärmedurchlasswiderstände R und U-Werte von Bauteilschichten bei einer Holzrahmenbauwand.

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.

- 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. C1.4). So können der Planer und die Bauherrschaft über den angestrebten Wärmedämmstandard besser diskutieren.

Die Bezugsgröße in Tab. C1.4 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]	Wärmedämmstandard	Wärmeenergiebedarf als grober Schätzwert in Liter Heizöl bezogen auf 100 qm Außenbauteilfläche (Mitteleuropa)	erforderliche Dämmdicke bei Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK (Standarddach ^a)
2,0	ungedämmt (Altbau)	1.250 Liter	10 mm
1,0	gering gedämmt (Altbau)	650 Liter	30 mm
0,25	veralteter Standard von 1995	150 Liter	160 mm
0,20	bisheriger Standard im Holzbau	125 Liter	220 mm
0,15	mit überschaubaren Mitteln erreichbar	95 Liter	280 mm
0,10	oberer Passivhausstandard	60 Liter	350 mm

Tab. C1.4 Vergleichszahlen für den Energiebedarf bezogen auf die typischen U-Werte von Außenbauteilen.

^a Sparren mit der Breite 60 mm und dem Abstand 0,60 m; Oberseite Unterdeckbahn; Unterseite Gipsplatten)



Abb. C1.5 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. C1.7).

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. C1.7).

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. C1.8).

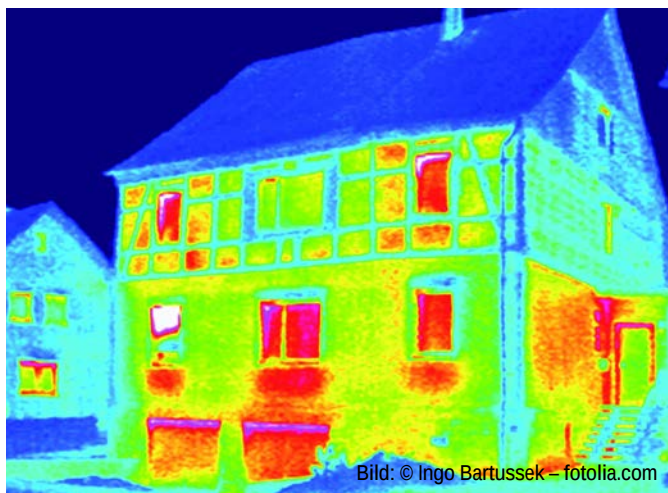


Abb. C1.6 Thermografische Aufnahme.

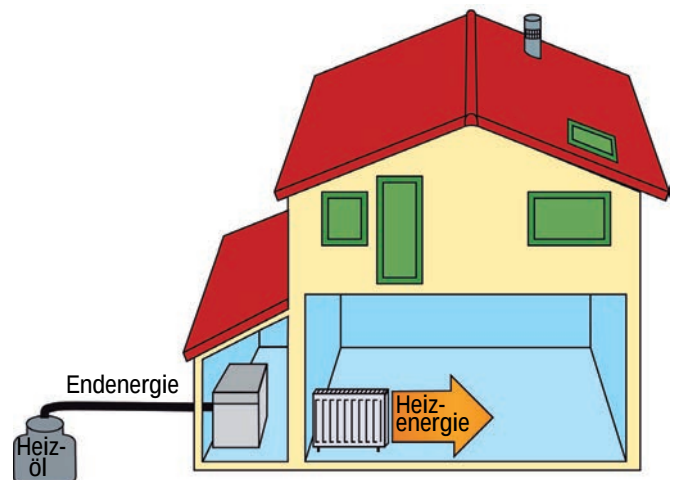


Abb. C1.7 Mit den Begriffen von „Energiebedarf“ können unterschiedliche Dinge gemeint sein.

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, Solarthermie, Umgebungswärme u. ä.)	0,0
Erdkälte, Umgebungskälte	0,0
Abwärme	0,0
Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung	Ermittlung nach DIN V 18599-9: 2018-09
Siedlungsabfälle	0,0

Tab. C1.8 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

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. Es gibt zunächst keine Verschärfung der energetischen Anforderungen für Neubauten und Bestandsgebäude. Im Jahr 2023 sollen die Anforderungen überprüft werden.

Änderung beim Nachweis im Wohnungsneubau

Für den Wohnungsneubau entfällt der nach Gebäudetyp definierte max. zulässige Wert für den Transmissionswärmeverlust als Nachweisgröße. Daraus ergeben sich Gestaltungsspielräume für hohe Fensterflächenanteile. Der sommerliche Wärmeschutz ist jedoch unbedingt zu beachten!

Nutzung erneuerbarer Energien

Die Anforderung zur Nutzung erneuerbarer Energien bei Neubauten kann auch durch gebäudenah erzeugten Strom aus erneuerbaren Energien erfüllt werden. Der Wärme- und Kälteenergiebedarf muss dabei zu mindestens 15 Prozent gedeckt werden. Für Wohngebäude mit PV-Anlagen lässt sich der Nachweis auch über die Anlagengröße (Nennleistung) führen.

Wärmebrücken

Das GEG verweist auf das novellierte Beiblatt 2 zu DIN 4108: 2019-06. Das Beiblatt 2 wurde um zahlreiche zusätzliche Konstruktionen und Anschlüsse erweitert. Die Unterscheidung zwischen Wärmebrücken der Kategorie A und B definiert zwei unterschiedliche energetische Niveaus und dient zur Ermittlung des pauschalen Wärmebrückenzuschlags ΔU_{WB} . Der Gleichwertigkeitsnachweis kann bildlich und rechnerisch erfolgen.

Informatorisches Beratungsgespräch

Mit einer zur Ausstellung von Energieausweisen berechtigten Person, soll ein „informatorisches 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 ein "Modellgebäudeverfahren" mittels Tabellen an. Unterschieden werden freistehende, einseitig oder zweiseitig angebaute Wohngebäude (Reihenhäuser). Für dieses vereinfachte Verfahren gelten bestimmte Anwendungsvoraussetzungen, siehe Tab. C1.13.

Werden die Bedingungen erfüllt, so kann der erforderliche Dämmstandard (A, B, C, D - siehe Tab. C1.9) in Abhängigkeit folgender Faktoren ermittelt werden:

- Größe der beheizten Bruttogrundfläche und
- Haustechnik (10 Varianten, Tab. C1.12)

Bauteile	max. U-Werte [W/m²K] Wärmeschutzvariante			
	A	B	C	D
Außenwände	0,15	0,19	0,23	0,28
Bodenplatte, Decke zum unbeheizten Keller	0,20	0,26	0,29	0,35
Dach, oberste Geschossdecke	0,11	0,14	0,16	0,20
Fenster, Fenstertüren	0,90	0,95	1,1	1,3
spezielle Fenstertüren ^a	1,6			
Außentüren	1,8			
Dachflächenfenster	1,4			

Tab. C1.9 Wärmeschutzvarianten für Wohngebäude nach GEG (Anlage 5, auszugsweise).

^a Klapp-, Falt- Schiebe- oder Hebemechanismus

Beispiel 1: Wohnhaus mit Wärmepumpe

Für ein freistehendes Einfamilienhaus wird als Anlagenvariante eine Wärmepumpe mit zentraler Trinkwassererwärmung gewählt. Daraus ergibt sich die Wärmeschutzvariante D. Die zugehörigen U-Werte entsprechen in etwa denen des Referenzgebäudes. Heute werden bereits höhere Wärmeschutzniveaus realisiert.



Abb. C1.10 Dämmstandard für ein Wohnhaus mit Wärmepumpe und zentraler Trinkwassererwärmung. Bild: © KB3 / adobe.stock.com

Beispiel 2: Wohnhaus mit Brennwertgerät

Alternativ wird für das Wohnhaus ein Brennwertgerät (Erdgas), eine Solaranlage zur zentralen Trinkwassererwärmung und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgewählt. Es ergeben sich nun erhöhte U-Wert Anforderungen gemäß Wärmeschutzvariante B. Dieser Dämmstandard ist jedoch ohne weiteres zu erfüllen. Das Anforderungsniveau entspricht in etwa dem Effizienzhaus 55 nach Referenzwerten.

➔ Das bedeutet: Je besser die Anlagenvariante, desto geringer sind die Anforderungen an den Dämmstandard.

Dies könnte falsch interpretiert werden. Richtig ist: Der höhere Dämmstandard (Beispiel 2) ermöglicht eine freie Wahl der Haustechnik nach wirtschaftlichen Kriterien.

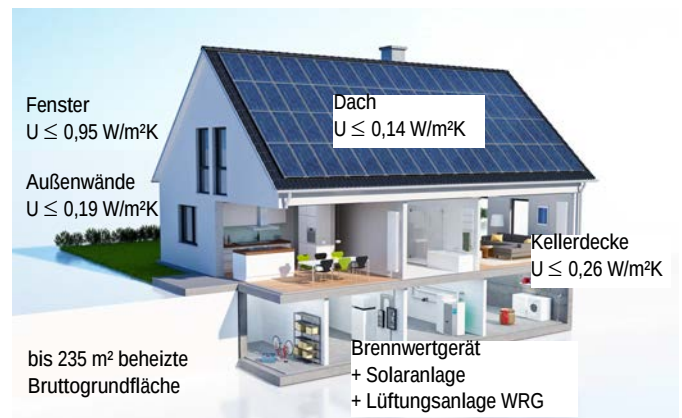


Abb. C1.11 Dämmstandard für ein Wohnhaus mit Brennwertgerät.
Bild: © KB3 / adobe.stock.com

Anlagenvarianten		beheizte Bruttogrundfläche des Wohngebäudes	115 - 235 m²	236 - 880m²
			Wärmeschutzvariante	
Kessel für feste Biomasse (z. B. Holz)	mit Pufferspeicher, zentrale Trinkwassererwärmung		D	
Wärmepumpen	Luft-Wasser, Wasser-Wasser, Sole-Wasser, zentrale Trinkwassererwärmung		D	
	Luft-Wasser, dezentrale Trinkwassererwärmung, Lüftungsanlage mit WRG		D	
	wie vor, jedoch <u>ohne</u> Lüftungsanlage mit WRG		D	a
Nah-/Fernwärme	oder lokale Kraft-Wärme-Kopplung, zentrale Trinkwassererwärmung, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung		D	
	wie vor, jedoch ohne Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung		D	b
Brennwertgerät (Erdgas, leichtes Heizöl)	Solaranlage zur zentralen Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung (Kombianlage), Pufferspeicher, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung		C	
	wie vor, jedoch Solaranlage <u>ohne</u> Heizungsunterstützung, <u>ohne</u> Pufferspeicher		B	A

Tab. C1.12 Ausführungsvarianten für Wohngebäude (GEG, Anlage 5, auszugsweise).

^a ab 281 m² bei freistehenden Gebäuden bzw. ab 236 m² bei ein- oder zweiseitig angebauten Gebäuden gelten höhere Anforderungen

^b ab 236 m² gelten höhere Anforderungen

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	$2,5 \text{ m} \leq h_{G,m} \leq 3,0 \text{ m}$
Anteil Fensterflächen	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 (n_{50} -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. C1.13 Voraussetzungen für die Anwendung des vereinfachten Nachweisverfahrens nach GEG (Anlage 5, auszugsweise).

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 72.

Für das Beispiel aus Abb. C1.16 soll ein Nachweis geführt werden. Es werden die U-Werte und der Wärmebrückenzuschlag des Referenzgebäudes verwendet. Aus den Werten der Tab. C1.14 ergibt sich ein maximal zulässiger Wert von

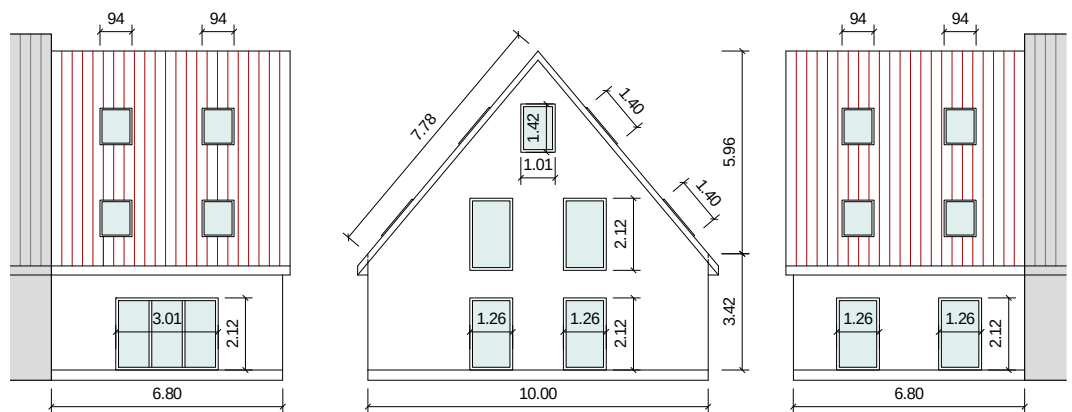
$$H'_T = H_T / A \cdot 1,2 = 117,47 / 284,4 = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Bauteil	Fläche A _i	U-Wert U _i	Faktor F _x	F _x * U _i * A _i
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 ^a	14,28
A _{ges} [m²]	248,3	Σ(F _x * U _i * A _i) =		103,26
Wärmebrückenzuschlag ΔU _{WB} =		0,05	ΔU _{WB} * A _{ges} = 14,22	
H _T = Σ(F _x * U _i * A _i) + ΔU _{WB} * A _{ges} =				117,47

Tab. C1.14 Berechnung des Transmissionswärmeverlustes.

^a Zur Vereinfachung wurde bei der Bodenplatte der Temperatur-Korrekturfaktor F_x pauschal mit 0,6 angenommen (Heizperiodenverfahren).

Abb. C1.16
Giebelseitiger Anbau
als Fortsetzung eines
bestehenden Wohn-
hauses.



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 Bagatelgrenze. 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. C1.15 um nicht mehr als 40 % überschreitet.

Gebäudetyp	max. H'_T
freistehendes Wohngebäude Gebäudenutzfläche $\leq 350 \text{ m}^2$ Gebäudenutzfläche $> 350 \text{ m}^2$	0,40 W/m²K 0,50 W/m²K
einseitig angebautes Wohngebäude	0,45 W/m²K
alle anderen Wohngebäude	0,65 W/m²K

Tab. C1.15 Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlustes bei der energetischen Bewertung eines bestehenden Wohngebäudes.

3. Wärmeschutzstandards

Neubaustandards

Die Energieeffizienz eines Gebäudes wird durch zwei Kennwerte bestimmt:

- Anforderung an den Wärmeschutz der Gebäudehülle (U-Werte, Wärmebrücken) als maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust (H_T) und
- maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf (Q_P) des Gebäudes als Hauptanforderung

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. 45% unterschritten, so können Förderungen für dieses Gebäude beantragt werden. Dann spricht man von einem „Effizienzhaus 55“. Das Anforderungsniveau des Effizienzhauses bezieht sich dabei auf das Referenzgebäude nach GEG. Im Neubau gelten energetische Anforderungen mit einem zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf Q_P von max. 75 % des Jahres-Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes.

Entsprechenden U-Wert-Anforderungen sind in Tab. C1.17 aufgeführt.

U-Werte (W/m ² K)	Dach	Wand	Bodenplatte
GEG (Referenzgebäude)	0,20	0,28	0,35
Empfehlung Holzbau	0,17	0,20	0,22
Effizienzhaus 55 *	0,14	0,15	0,20
Effizienzhaus 40 *	0,11	0,12	0,14

Tab. C1.17 Auswahl einiger Wärmeschutz-Kennwerte für Außenbauteile im Neubau (*Schätzwerte). Die Angaben dienen allein zur Einschätzung der Größenordnung.

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.

GEG-Mindeststandard

Seit November 2020 gilt das GEG. 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. Diejenigen, die von höheren Steigerungen ausgehen, sollten einen verbesserten Standard anstreben (Effizienzhaus).

Effizienzhaus 55

Um eine staatliche Förderung für einen Neubau zu erhalten, ist das Gebäude so herzustellen, dass maximal 55 % Primärenergie des GEG-Mindeststandards benötigt werden (siehe Tab. C1.17).

Effizienzhaus 40

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

➔ 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 zu bekommen, ist das Ziel vieler Investoren und Bauherren.

Altbaustandards

Beim Altbau gelten andere Grenzwerte. Tab. C1.18 zeigt Beispiele aus dem GEG und dem Förderprogramm BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude (ab Juli 2021, www.bafa.de). Bis dahin gilt das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ (www.kfw.de).

U-Werte (W/m ² K)	Dämmung	
	Dach	Wand
GEG-Maximalwerte (~140%)	0,24	0,24
GEG-Neubaustandard (~100%)*	0,20	0,20
geförderte Einzelmaßnahmen nach BEG-EM ^a	0,14	0,20
Effizienzhaus 70 (min.)*	0,14	0,17

Tab. C1.18 Auswahl einiger Grenz- bzw. Kennwerte beim Bauen im Bestand (* Schätzwerte).

^a Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen.

4. sommerlicher Hitzeschutz ¹

Der sommerliche Hitzeschutz ist ein eher vernachlässigtes Thema, obwohl weltweit wird mehr Energie für die Kühlung von Gebäuden aufgewendet, als zur Beheizung. In Europa ist dies aufgrund des gemäßigten Klimas zwar anders, aber dennoch beträchtlich. 78.000 GWh ist in 2005 laut EECAC ² 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.

² 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. C1.20 abzulesen.

Das „g“ in Tab. C1.20 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 eingestrahlt 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. C1.19
Außenrollstores bieten einen sehr wirksamen Schutz vor Sonneneinstrahlung, siehe Abminderungsfaktoren in Tab. C1.20.

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. C1.20 Wie wirksam sind Sonnenschutzvorrichtungen? Angegeben werden die Abminderungsfaktoren F_c für den Sonneneintragswert nach DIN 4108-2: 2013-02, in Abhängigkeit vom Glaserzeugnis.

¹ 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 Q_{sp} .
- Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV; der Wert sollte weniger als 10% betragen.
- Die Phasenverschiebung φ ; der Wert sollte mehr als 10 Stunden betragen.

📖 Phasenverschiebung j (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 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 Wärmeenergie zu speichern!

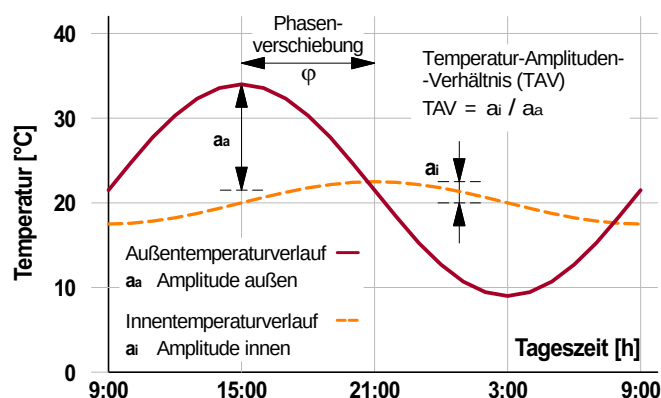


Abb. C1.21 Begriffe zum sommerlichen Hitzeschutz.

Beispiele für Aufdachdämmsysteme	Rohdichte r [kg / m³]	Wärmeleitfähigkeit λ [W / m K]	Spezifische Wärmekapazität c [J / kg K]	Temperaturleitzahl a [cm² / h]
Holzfaserdämmpl.	~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. C1.22 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
- hohe Rohdichte
- hohe spezifische Wärmekapazität

Aus diesen drei Faktoren wird der Kennwert „Temperaturleitzahl“ gebildet, der in die Berechnung der Phasenverschiebung eingeht (siehe Tab. C1.22).

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

Was ist eine optimale Konstruktion?

- Eine möglichst große und funktionierende Luftschicht LS sorgt thermisch für einen Abtransport der übergroßen Sonnenenergie.
- Dazu wirkt eine Holzfaserdämmplatte auf der Außenseite in optimaler Weise als „Bremse“ für den Energiefluss, siehe Tab. C1.22.

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

Die heiße Außenluft sollte nicht ungebeten durch Ritzen und Fugen strömen. Eine gute Luftdichtheit wirkt sich positiv aus (siehe Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 76).

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. C1.24 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. C1.20):
 - $F_c \leq 0,30$ bei Glas $g > 0,40$ bzw.
 - $F_c \leq 0,35$ bei Glas $g < 0,40$

Abb. C1.23

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. C1.24 Zulässige Werte des grundflächenbezogenen Fensterflächenanteils.

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

Verfahren Sonneneintragskennwerte

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

- Größe der Fensterflächen A_{W}
- Gesamtdurchlassgrad des Glases einschl. Sonnenschutz g_{tot}
- Nettogrundfläche des Raumes / Raumbereiches A_{G}

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

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

Als Grenzwert ist der höchstens zulässige Sonneneintragskennwert S_{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. C1.25 aufgeführte Anforderungswert „Übertemperaturgradstunden“ nicht überschritten wird.

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

Tab. C1.25 Anforderungswerte der Übertemperaturgradstunden.

^a 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. C1.26 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. C1.26 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. C1.27).

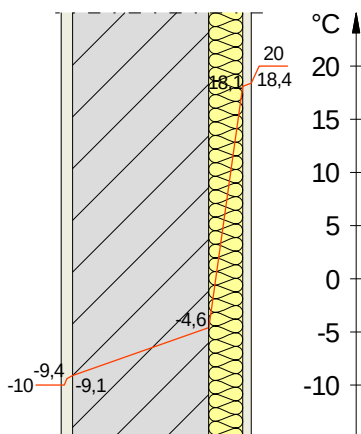


Abb. C1.27 Temperaturverlauf in einer Wand mit Innendämmung bei Randbedingungen nach DIN 4108 mit innen = 20 °C und außen = -10 °C. Kritisch ist die Grenzschicht zwischen Innendämmung und Mauerwerk.

→ 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.

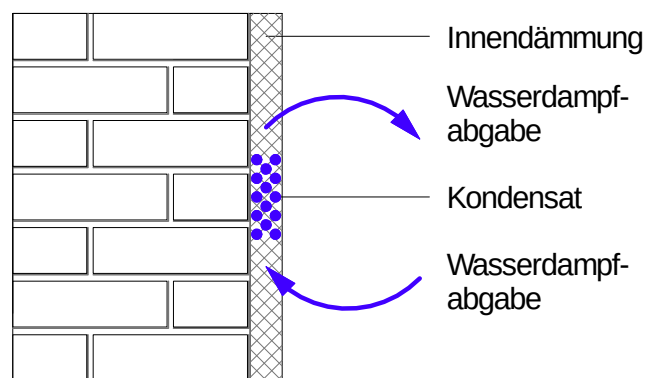
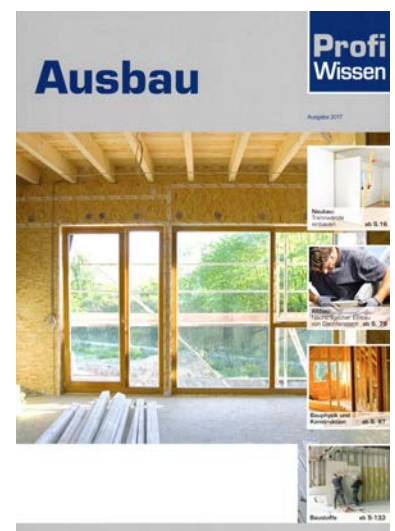


Abb. C1.28 Funktion einer kapillaraktiven Innendämmung

Ausführliche Informationen zu Innendämmungen werden in der Spezialbroschüre „Ausbau - Handbuch für den Profi“ vorgestellt. Im Abschnitt B3 „Innendämmung von Mauerwerk“ werden konkrete Angaben zur Planung und Ausführung einer Innendämmung bei verschiedenen Wandtypen und mit unterschiedlichen Systemen dargestellt.



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.

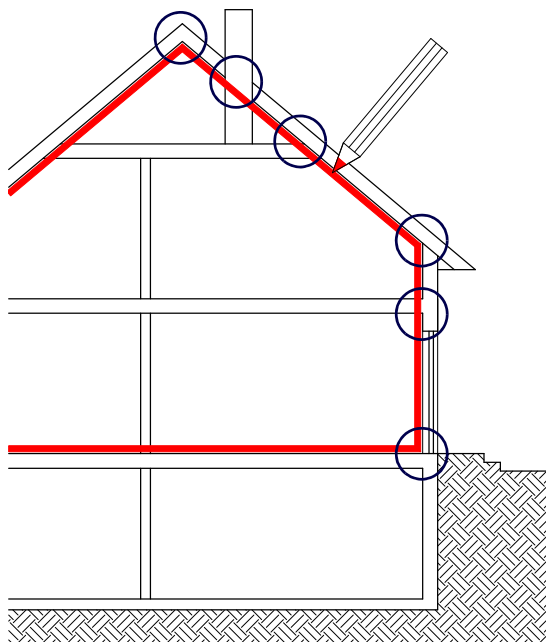


Abb. C2.1 Markiert wird die Luftdichtungsebene üblicherweise auf der Innenseite von Wänden und Dächern. An den Stellen, wo Bauteile einbinden (Decken, Innenwände, Schornstein) sind Details erforderlich.

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.

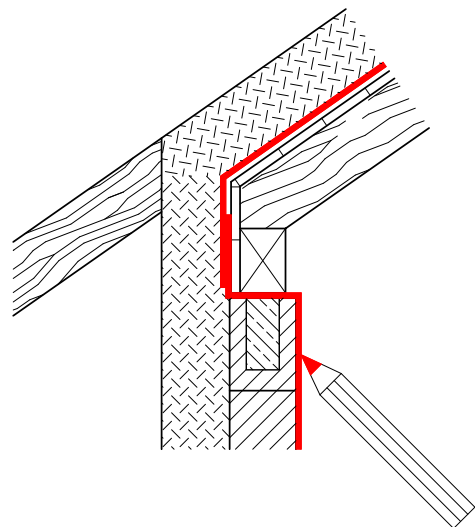


Abb. C2.2 In den Details werden die Schwierigkeiten der durchgängigen Luftdichtung deutlich. Die notwendige Abfolge der Ausbauarbeiten wird nun ersichtlich. Die Materialien werden benannt.

Nutzen der Luftdichtung

Die Vorteile einer Luftdichtung 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.

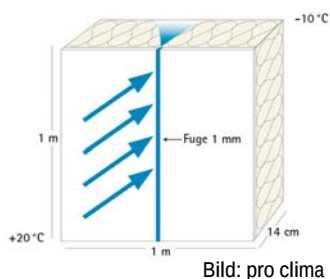


Abb. C2.3
Entsprechend einer Untersuchung des Instituts für Bauphysik in Stuttgart verschlechtert sich der U-Wert einer wärmegeprägten Konstruktion bereits bei einer Fugenbreite von 1 mm um den Faktor 4,8.

Wie hoch ist der Feuchteeintrag 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 (Wärmeluftströmung). Durch Tauwasserausfall an kalten Oberflächen besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Eine durchfeuchtete Dämmung verliert darüber hinaus ihre Dämmwirkung.

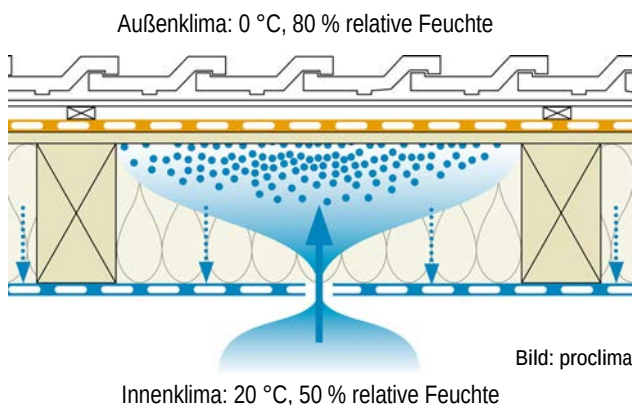


Abb. C2.4 Wie hoch der Feuchteeintrag aufgrund von Konvektion sein kann, zeigt das Beispiel einer Dachfläche. Durch eine 1 mm breite und 1 m lange Fuge in der Luftdichtungsschicht und bei 2 Pa Druckdifferenz dringen pro Tag und Quadratmeter bis zu 360 g Feuchtigkeit in die Dachkonstruktion ein.

Lüftungskonzept

Hohe Anforderungen an die Energieeffizienz erfordern eine "luftdichte" Bauweise. Umso wichtiger ist es, eine ausreichende Wohnraumlüftung sicherzustellen. Durch Mangel an Frischluft steigt die CO₂-Konzentration in der Raumluft und das Allergierisiko wird deutlich erhöht. Richtiges Lüften ist nicht nur für die Verringerung der Schadstoffgehalte unerlässlich. Auch eine unzutragliche 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 notwendige Luftwechsel zum Feuchteschutz den Luftwechsel durch Infiltration↑ (Luftaustausch durch die Gebäudehülle) überschreitet. Eine mögliche Lösung bietet der Einbau einer Lüftungsanlage (Abb. C2.5).



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.

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

Die Luftdichtheit 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 auf der Raumseite die Funktion der luftdichten Ebene. Hier werden häufig OSB-Platten eingesetzt, die ab einer Rohdichte von 600 kg/m^3 als luftdicht gelten. Auch eine dickere Platte hat Einfluss, sowie ein höherer s_d -Wert.

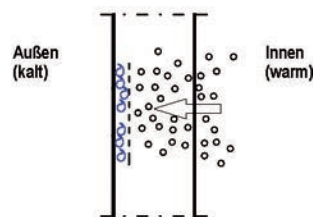


Abb. C2.6 aWand mit man-gelhafter Luftdichtung - Feuchte Luft dringt ein, Kondensat entsteht auf der

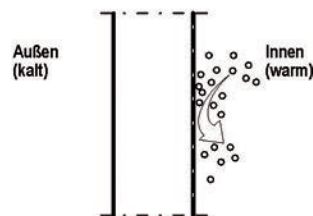


Abb. C2.6 bWand mit Luftdichtung - Die feuchte Luft bleibt im Raum.

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 haben. Bei einer Untersuchung¹ 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 sollten OSB-Platten mit geprüfter Luftdichtheit eingesetzt werden.

Eigenleistungen der Bauherrschaft

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 Luftdichtung eine elementare Eigenschaft eines Gebäudes dar, deren Ausführung vom Fachbetrieb sichergestellt werden muss. Überlässt der Fachbetrieb die Ausführung der Bauherrschaft, so hat er die fachgerechte Ausführung zumindest zu überwachen. Faktisch führt der Fachbetrieb für die Ausbildung der Luftdichtung die Bauleitung durch, auch wenn er dafür keine Vergütung bekommt. Gleiches gilt im Übrigen für Wärme- und Brandschutzmaßnahmen.

¹ EU-Forschungsprojekt 3EnCult, Januar 2014



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.

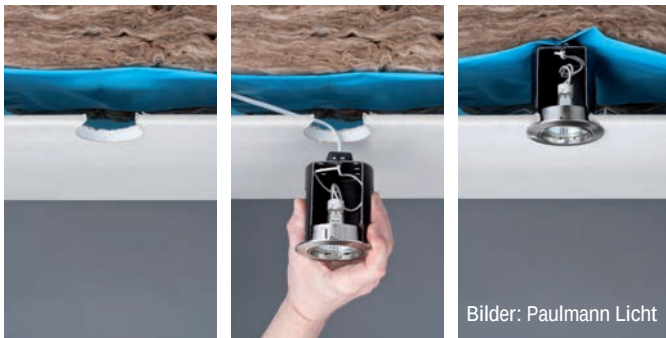


Abb. C2.10 Bedenklich ist der nachträgliche Einbau von Deckeneinbauleuchten. Der fachgerechte Einbau ist nur möglich, wenn im Rahmen des Innenausbau Vorbereitungen getroffen wurden. Zu beachten ist ebenfalls der Brandschutz. Die Betriebstemperatur besonders von Halogenstrahlern kann den Schmelzpunkt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



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

3. Luftdichtungen überprüfen

Die Bauherrschaft hat einen Anspruch, dass die Luftdichtung 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 ¹ 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 ^a
1,5	Wohngebäude mit Lüftungsanlage	
0,6	Wohngebäude im Passivhausstandard	Maßgabe des Passivhaus Institut, Darmstadt

Tab. C2.12 Grenzwerte für die Differenzdruckmessung an Gebäuden.

^a Für Gebäude mit einem Volumen größer als 1500 m³ 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

¹ 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 hergestellt. Die Dampfbremse 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 Luftdichtung und deren Überprüfung vertraglich geregelt werden. Am Beispiel eines Dachausbaus soll aufgezeigt werden, wie die Ausbildung einer Luftdichtung im Holzbau sichergestellt werden kann.

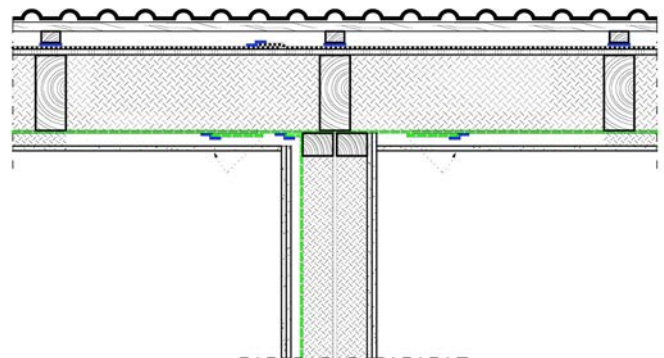


Abb. C2.14 In der Phase des Rohbaus wird die Luftdichtung vorbereitet. Hier wurde vor Montage der Innenwände eine Luftdichtungsbahn über die Innenwandrähme eingelegt. Im Zuge des Innenausbaus kann die LD/DB hier sehr einfach angeschlossen werden.

➔ 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 definiert. Eine Zuweisung von Gebäudebereichen zu den Nutzungsklassen (NKL) bietet eine Reihe von Vorteilen:

- Bereits während der Entwurfsplanung werden die Gebäudebereiche den Nutzungsklassen zugewiesen. Damit wird die Beanspruchung des Holzbauwerks 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 explizit aus.
- Die Nutzungsklasse kann einen ersten Hinweis auf die Zuordnung der Gebrauchsklassen (DIN 68800, Holzschutz) geben (siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 97).

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.

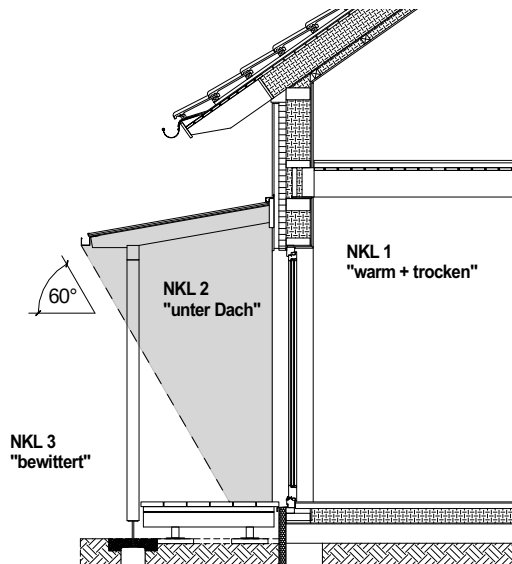


Abb. C3.1 Die drei Nutzungsklassen in einer typischen Bausituation.

Die Holzfeuchte 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.

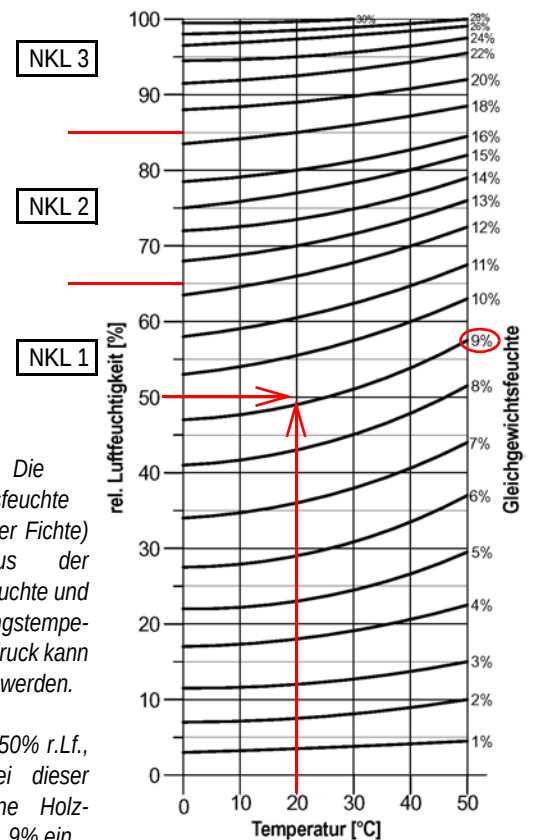


Abb. C3.2 Die Gleichgewichtsfeuchte des Holzes (hier Fichte) resultiert aus der relativen Luftfeuchte und der Umgebungstemperatur. Der Luftdruck kann vernachlässigt werden.
Beispiel:
Bei 20°C und 50% r.Lf., stellt sich bei dieser Holzart ¹ eine Holzfeuchte von ca. 9% ein.

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

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

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

Die Zuordnung von Bauteilen zu den Nutzungsklassen ist erforderlich, weil die Festigkeit der Holzbaustoffe von dem Feuchtegehalt abhängt. Die charakteristischen 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 [15].

C. Bauphysik
C3. Nutzungsklassen und die Klimabedingungen

Bestimmung der Nutzungsklasse	Gleichgewichtsfeuchte des Holzes	umgebendes Klima	Anwendungsbeispiele	
			Holzwerkstoffe	Konstruktionsholz
NKL 1 „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 ^a	 Bild: Swiss Krono Tex	 Bild: Stora Enso
NKL 2 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
NKL 3 ^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.

^a Dieser Wert darf nur für wenige Wochen im Jahr überschritten werden.

^b 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.

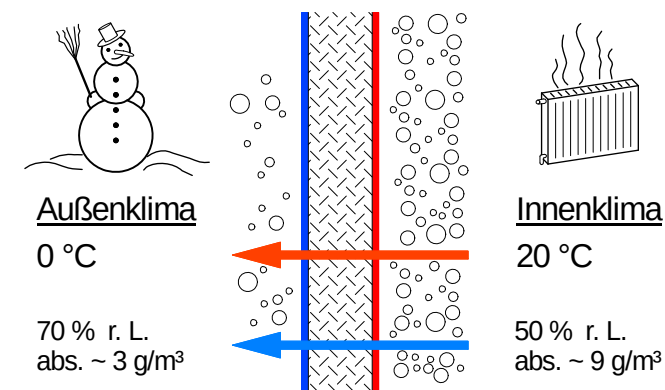


Abb. C4.1 Außenklima und Innenklima.

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°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 Wasserdampfkongvektion, die das Mitführen von Wasserdampf durch eine Luftströmung beschreibt, siehe Seite 77.

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°C kann die Luft maximal $4,8 \text{ g/m}^3$ aufnehmen, bei 20°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°C). Bei 50 % relativer Luftfeuchte enthält 1 m^3 Luft (bei 20°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 $[\text{g/m}^3]$ 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 6–10 g Wasserdampf pro Kubikmeter. Bei niedrigen Temperaturen kann Luft aber nur 2–5 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:

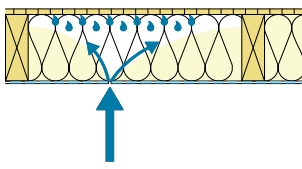
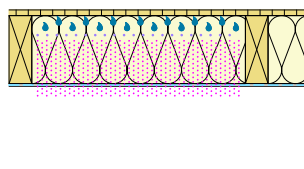
1. Tauwasser auf Bauteiloberflächen

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:

	
Wasserdampfkongvektion bei Luftundichtigkeiten in der Gebäudehülle – feuchtwarme Raumluft strömt in die Konstruktion ein und gelangt an die kalte Außenseite des Bauteils.	Wasserdampfdiffusion bei falschem Konstruktionsaufbau – die durch die Bauteile „wandernden“ Wasserdampfmoleküle treffen „auf dem Weg“ zur Außenseite auf diffusionshemmende und schon kalte Schichten

„Taupunkttemperatur“

Hier besteht die Sättigung der Luft mit Wasserdampf. Die relative Luftfeuchte beträgt dann 100 %. Zur Tauwasserbildung kommt es, wenn sich Luft soweit abkühlt, dass 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.

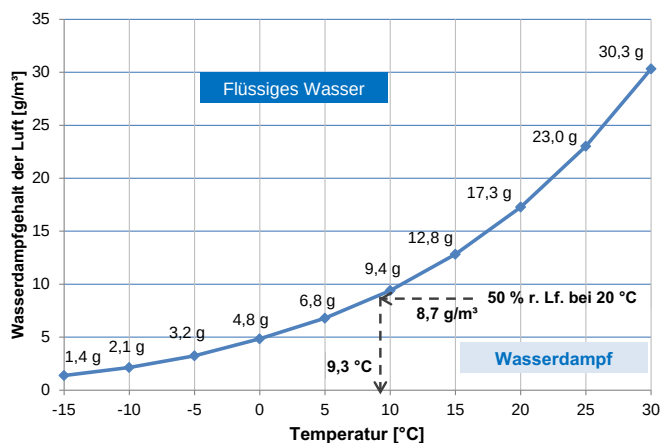


Abb. C4.3 Wasserdampfsättigungs- / Taupunktcurve der Luft.
Kalte Luft kann dramatisch weniger Wasser aufnehmen als warme Luft.

➔ 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 (feuchtheadaptive 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 76).
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 80. 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.

^a 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 $250 \text{ g / m}^2 \text{ Jahr}$.

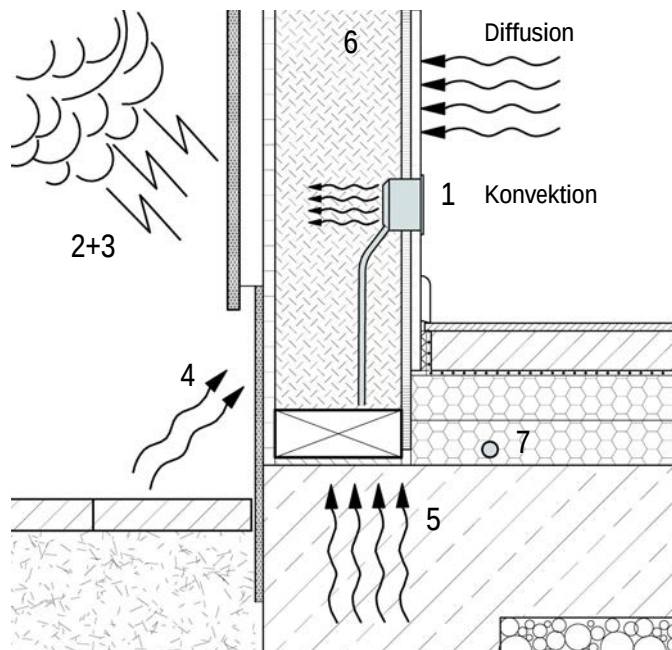


Abb. C4.5 Wie kommt es in einer Außenwand zu Feuchteschäden? Ursache ist die unplanmäßige Feuchtigkeit.

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 feuchteteknisch 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 88), 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.

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 89).

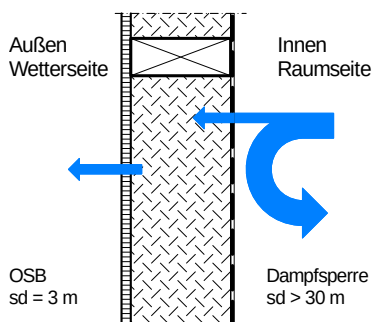
Hinweis: Kritische Konstruktion in der Wand

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:

$$\max. W_V \approx 250 + 25 \approx 275 \text{ g/m}^2$$

Dieser Wert ist sehr gering (vgl. Tab. C4.4).

Abb. C4.6
 Falsche Ausführung!
 Die OSB-Platte sollte besser auf der Raumseite angeordnet werden.



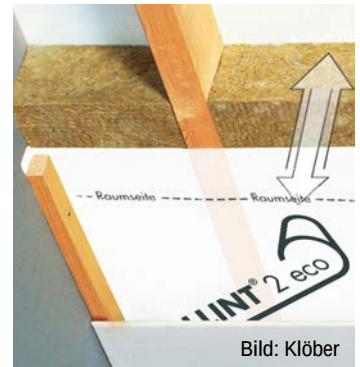
Hinweis: Kritische Konstruktion im Dach

Gerade im Dach werden häufig Standardbahnen eingesetzt. Eine Dampfsperre mit hohem s_d -Wert ? 100 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 89) zu Feuchteanreicherungen in der Konstruktion. Zusätzlich kritisch ist, dass keines der Materialien feuchtespeichernd wirkt. Insbesondere in Kombination mit Dämmstoffen aus Mineralfaser ist zu befürchten, dass Kondensat zum Fußpunkt der Konstruktion abläuft und sich dort ansammelt.

Abb. C4.7

Eine Dampfbremse mit s_d -Wert 2,0 m genügt. Eine hohe Austrocknung nach innen ist so gewährleistet.

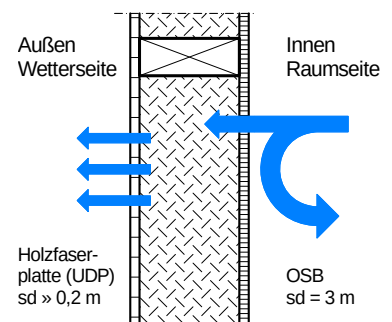


Empfehlung bei Dach und Wand: OSB innen, Holzfaserplatte außen
 Im Gegensatz dazu ergibt die Anordnung der OSP-Platte auf der Innenseite eine zehn mal höhere Austrocknungskapazität (!), denn damit kann auf der Außenseite z. B. eine diffusionsoffene Holzfaserplatte als Unterdeckplatte ($s_d \approx 0,3 \text{ m}$) montiert werden. Daraus ergibt sich eine Austrocknungskapazität W_V von:

$$W_V \approx 2.500 + 400 \approx 2.900 \text{ g/m}^2$$

Abb. C4.8

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, 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/m³, außen 3 g/m³). 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 μ -Wert. Der μ -Wert ist ein materialspezifischer Wert, der ohne eine physikalische Einheit angegeben wird (Tab. C4.11).

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. C4.9). 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 wie eine ein Meter dicke Luftschicht. Der s_d -Wert dient allein einer quantitativen Beurteilung von Bauteilschichten bezüglich Diffusion.

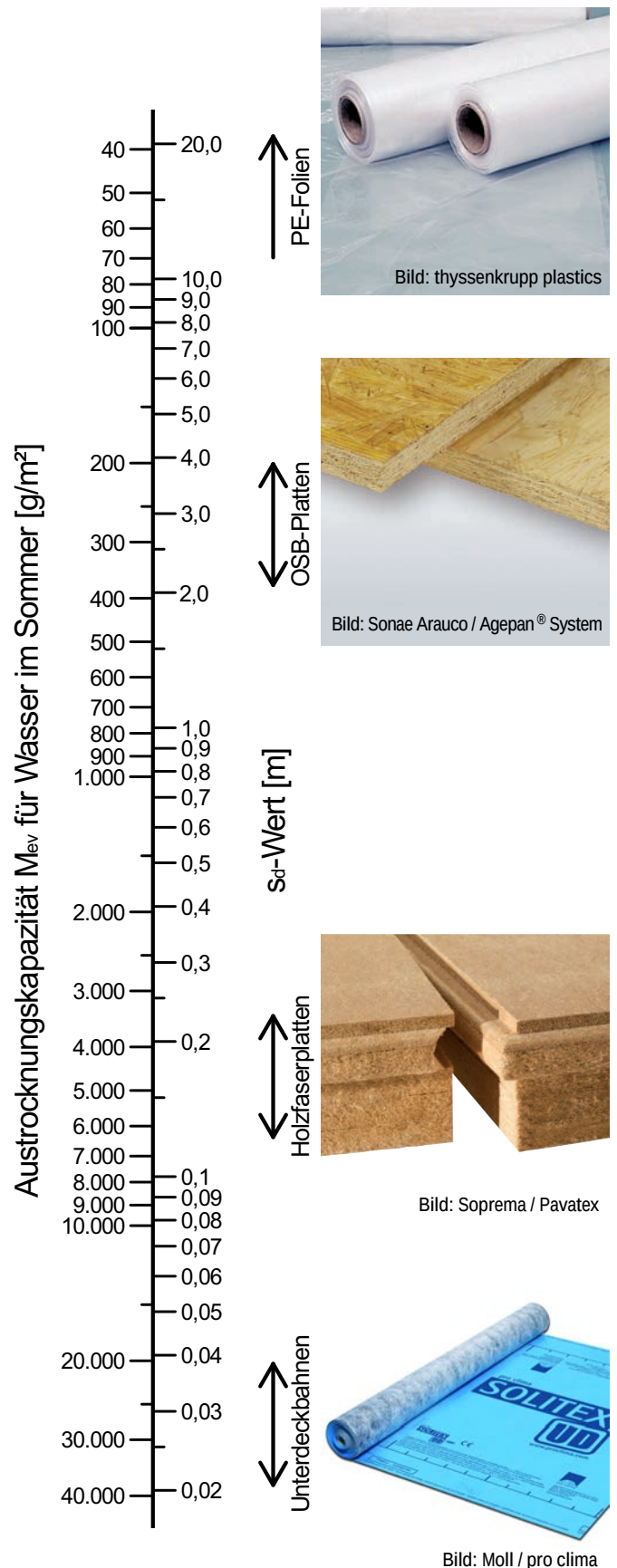
Begriff	Erläuterung
Wasserdampf-	Merkmal einer Schicht bezüglich → Wasserdampf
diffusions-	→ des Diffusionsverhaltens
äquivalente	→ im Verhältnis zu
Luftschichtdicke	→ der Luftschichtdicke 1,0 Meter

Tab. C4.9 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. 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. C4.10 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. C4.12 fasst das Ergebnis zusammen.

Abb. C4.10 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. C4.12).



Baustoffe lassen unterschiedlich viel Wasserdampf durch. Glas und Metalle nichts, leichte Faserdämmstoffe sehr viel. Sie verhalten sich bezüglich Diffusion wie Luft (μ -Wert = 1,0). Alle anderen Materialien im Bauwesen liegen dazwischen. In Abb. C4.10 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.

Austrocknungskapazität

Der s_d -Wert lässt sich am leichtesten nach der Austrocknungskapazität beurteilen. Mit den vier Werkstoffen nach Tab. C4.12, die im Holzbau von großer Bedeutung sind, erhält man einen Überblick. Auf der Skala in Abb. C4.10 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	m -Wert trocken / feucht	Dicke [m]	s_d -Wert [m]
Rauspund Holz	40	0,024	~ 1,0
Holzfaser 500 - 600 kg/m ³	10	0,015	0,15
Holzfaser 250 kg/m ³	5 / 3	0,024	0,12 / 0,07
		0,06	0,3 / 0,18
OSB	300 / 200	0,015	4,5 / 3,0
Mineralfaser	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 ³	25 / 15	0,24	6,0 / 3,6
Kalkputz	35 / 15	0,015	0,53 / 0,23
Gipskartonplatten	8	0,0125	0,1

Tab. C4.11 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 auf der Raumseite (Warmseite)	~ 400 g  2x
Holzfaserplatten 	ab 0,2 m	Unterdeckung auf der Außenseite (Wetterseite)	~ 4.000 g  4x
Unterdeckbahnen 	ab 0,02 m	Unterdeckung auf der Außenseite (Wetterseite)	~ 40.000 g  4x

Tab. C4.12 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 100).

Die ideale Holzbaukonstruktion für Dach und Wand:

- außen Holzfaserplatten, $s_d \leq 0,3$ m
- innen OSB-Platten, $s_d \approx 3,0$ 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 $20^{\circ}\text{C} \pm 30$ 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.

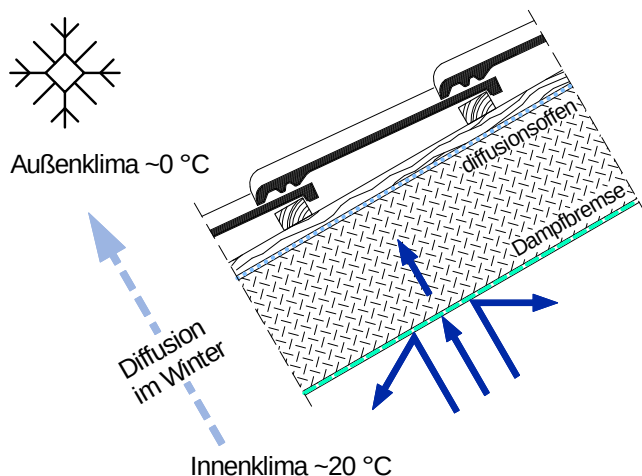


Abb. C4.13 Typisch zur kalten Jahreszeit ist die Diffusion nach außen. Ist eine Dampfbremse und Luftdichtung eingebaut verbleibt die Feuchte im Raum. Nur geringe Mengen diffundieren ein.

➔ 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 Luftundichtigkeiten.
- 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.

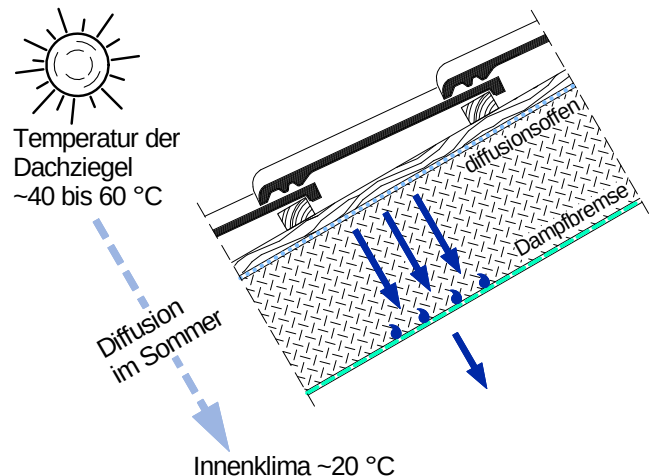


Abb. C4.14 Im Sommer und bei Sonneneinstrahlung dreht sich der Diffusionsstrom um, von außen nach innen (Umkehrdiffusion). Die Temperaturen sind außen höher als innen. Es bildet sich Kondensat an der Dampfbremse. Nur geringe Mengen können zur Raumseite hindurch.

➔ Option: feuchtevariable Dampfbremsen.

➔ Option: feuchtigkeitsspeichernde Baustoffe, wie z. B. Hohlraumdämmung aus Holzfaser oder Cellulose.

Abb. C4.15 Typische Kondensatbildung an einer sperrenden Kunststoff-Folie im Sommer.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Wie kann die Konstruktion den Feuchteeintrag 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 88). 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/m² 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 Feuchteeintrag 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 29 beachten.

Feuchtevariable Dampfbremsen

Für eine ganze Reihe von Konstruktionen, die auf der Außenseite diffusionsgehemmt sind, können Lösungen mit feuchtevariablen (feuchteadaptiven) Dampfbremsen gefunden werden (siehe die folgenden Abbildungen). Allen Lösungen ist gemein, dass ein genauerer Feuchteschutznachweis nach DIN EN 15026 (numerische Simulation) erstellt werden muss. Viele Hersteller dieser Bahnen liefern derartige Nachweise.

Dach im Altbau	Dach mit Metalldeckung	Flachdach
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.	Dächer mit Metalldeckung als nicht belüftete Konstruktionen sollten auf der Raumseite eine feuchtevariable Dampfbremse erhalten, siehe Bauteil Seite 20.	Soll die Balkenlage bei Flachdächern voll gedämmt werden, so sind mehrere Anforderungen zu stellen. Dazu gehört die feuchtevariable Dampfbremse auf der Raumseite, siehe Bauteil Seite 32.

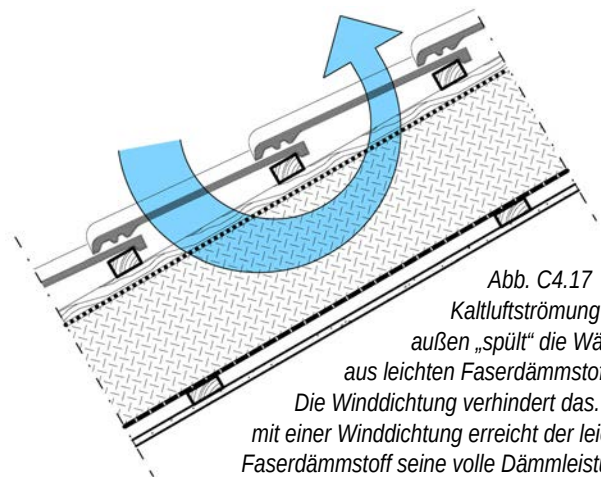
Tab. C4.16 Beispiele für Konstruktionen, die auf der Außenseite dampfdicht konstruiert sind. Feuchtevariable Dampfbremsen können zum Einsatz kommen. In allen Fällen ist gemäß DIN 4108-3 ein genauer Feuchteschutznachweis nach DIN EN 15026 erforderlich.

➔ Außenbauteile mit feuchtevariabler Dampfbremse sollten vor hoher Feuchte im Neubau geschützt werden. Die Konstruktionen können bei langanhaltender hoher Raumfeuchte Wasser anreichern.

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. Auch Holzfaserdämmplatten gelten als winddichte Schicht.



6. Trennbahnen zu Beton und Mauerwerk

Zum Erreichen der Gebrauchsklasse GK 0 nach DIN 68800-2 „Holzschutz“ ist eine Feuchtwanderung aus angrenzenden Bauteilen zum Holz zu unterbinden, damit das Holz keine unzuträgliche Feuchteerhöhung erfährt. Feuchtequellen sind insbesondere dauerhaft kapillar wirkende 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/m³ und einer Plattendicke von 20 cm bedeutet dies ca. 24 Liter Wasser pro m² Rohbetonplatte. Die Ausgleichsfeuchte von Beton C30/37 beträgt 1,8% - 2,2% (massebezogen Gew.-%). Somit entweichen auch dann noch ~ 15 Liter Wasser pro m².
- **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 m³ Außenwand aus Kalksandstein (Rohddichte 1800 kg/m³) 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/m³. Bei einer relativen Luftfeuchte von 60% ist 10% Holzfeuchte vorhanden, das entspricht 33 Liter Wasser pro m³.

➔ Daraus folgt, dass feuchte mineralische Baukörper die Feuchte von angrenzendem Holz erhöhen. Es besteht die Gefahr von Pilzbefall, wenn der Zustand von 30 % Holzfeuchte mehrere Monate anhält.

Um einen andauernden Feuchteeintrag 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. C4.18 Bitumenbahn als Trennlage zwischen Schwelle und Betonaufkantung.

Häufig erfolgt eine vollflächige Abdichtung der Betonbodenplatte vor Beginn der Wandmontage, siehe Abschn. G1. „Betonsohlplatte“ ab Seite 192. 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. C4.19 sind Bahnen aufgeführt, die gemäß DIN SPEC 20000-202
„Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen“ für die waagerechte Abdich-
tung 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 ^a	DIN EN 13967 DIN EN 14909
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlagen ^a	
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Verstärkung ^a	
EPDM-Bahn mit Verstärkung, Polymerbitumenschicht ^a	
Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Kaschierung ^a	

Tab. C4.19 Mauersperrbahnen Anwendungstyp MSB-Q (Auswahl).

^a 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 unbe-
dingt 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 (Bitumenbahn) unterhalb der Balkenköpfe, z. B. G 200 DD
- Anbringen einer diffusionsoffenen, wasserableitenden Folie an den
Seiten der Balkenköpfe

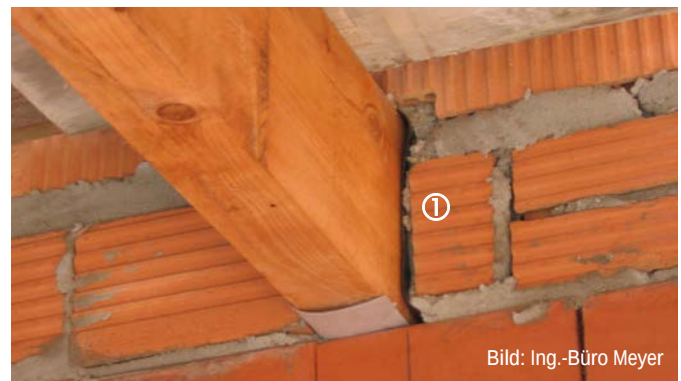


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C4.20 Unter dem Balkenkopf ist eine Trennlage 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 angeordnet.

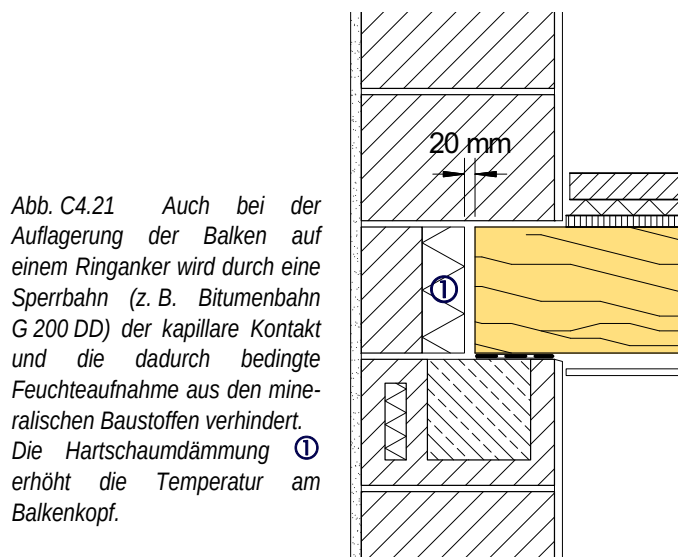


Abb. C4.21 Auch bei der Auflagerung der Balken auf einem Ringanker wird durch eine Sperrbahn (z. B. Bitumenbahn G 200 DD) der kapillare Kontakt und die dadurch bedingte Feuchteaufnahme aus den mineralischen Baustoffen verhindert. Die Hartschaumdämmung ① erhöht die Temperatur am Balkenkopf.

➔ 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, 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 Schimmelpilzwachstum. 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. C4.22). Das bedeutet, keine Bauteilinnenoberfläche darf die kritische Temperatur von 12,6 °C unterschreiten.

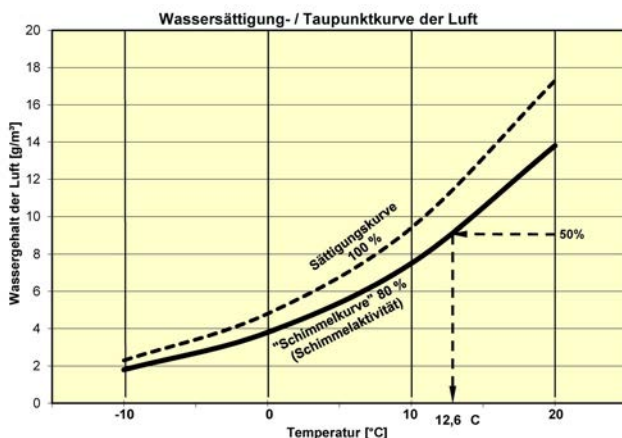


Abb. C4.22 Mithilfe der „Schimmelpilz“-Kurve kann der maximale Wassergehalt der Luft bestimmt werden, der ein Schimmelpilzwachstum gerade noch zulässt.

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. Darüberhinaus 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 m²
- Estrichdicke 6 cm mit 100 Liter Wasser je Kubikmeter

Estrichmenge: $150 \text{ m}^2 \times 0,06 \text{ m} = \text{ca. } 9 \text{ m}^3$

Nach Hydratation verbleiben ca. 60 Liter Wasser / Kubikmeter, d. h. während der Erhärtungsphase verdunsten

$9 \text{ m}^3 \times 60 \text{ Liter/m}^3 = 540 \text{ Liter}$

Tipp: 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 Schimmelpilzwachstum 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.

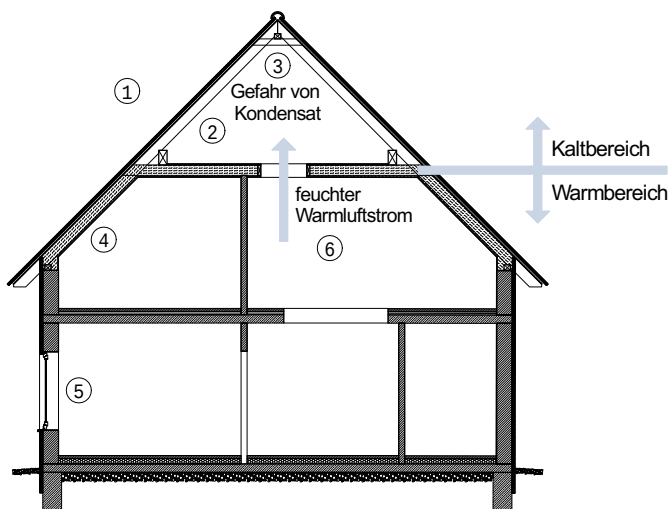


Abb. C4.23 Gefährlich sind verschiedene Temperaturzonen in einem Gebäude. Im Kaltbereich kann Schimmel entstehen.

→ 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. C4.24).

→ Dachböden sind heute zu dicht und lassen sich wegen der Unterdeckung nicht ausreichend belüften.



Abb. C4.24 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 beizeiten 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

Vermehrt 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 Ortsgängen

➔ Weitere konstruktive Hinweise siehe Seite 182.

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.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. C4.25 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. C4.27).

Dazu werden im „Schimmelleitfaden“ des Umweltbundesamtes vier Nutzungsklassen (Raumklassen) definiert (Tab. C4.27). 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. C4.26. Die Flächenangaben sind nicht als Absolutwerte zu betrachten, sondern dienen der Orientierung.

Schimmelbefall geringeren bis mittleren Umfangs (< 0,5 m², 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 cm²	oberflächliche Ausdehnung < 0,5 m², tiefere Schichten sind nur lokal begrenzt betroffen	große flächige Ausdehnung > 0,5 m², auch tiefere Schichten können betroffen sein
daraus resultierende mikrobielle Biomasse	keine bzw. sehr geringe	mittlere	große

Tab. C4.26 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. C4.27 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.

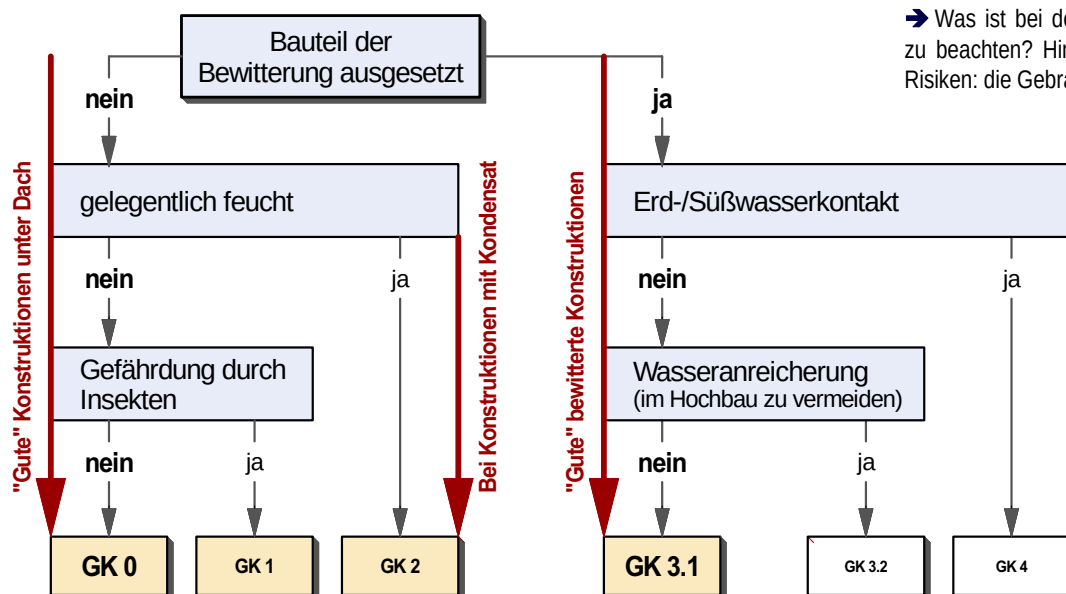


Abb. C5.1 „Dreimal nein“ – im modernen Holzbau erreicht man mit der Gebrauchsklasse GK 0 eine dauerhafte Konstruktion ohne jeden Einsatz von chemischen Holzschutzmitteln, allein durch eine sinnvolle Konstruktion. Die Abbildung zeigt ein Planungsschema zum Holzschutz.

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 ¹

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 107).



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.

¹ Eingeschlossen sind alle Gebäude, die für den Aufenthalt von Menschen gedacht sind.

Herkunft	Handelsname	Holzarten Kurzzeichen ^a	Farbe Splint / Kern	Harzgehalt	Dauerhaftig- keitsklasse ^b	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 ^c	
	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 graugrün / grünlichbraun bis olivbraun		1	
	Massaranduba	MSA / MNXX	blässgelb bis rosagelb / rotbraun bis violettbraun		1	k. A.
	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		2-4 ^d	mäßig
	Teak	TEK / TEGR	grau / goldgelb bis dunkelbraun, glänzend	wenig / kein	1 (-3)	

Tab. C5.3 Dauerhaftigkeit von Kernholz verschiedener Holzarten.

^a Nach DIN 4076-1 (veraltet) / DIN EN 13556.

^b Nach DIN EN 350:2016-12

^c Die Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz weist eine große Bandbreite auf.

^d Es besteht ein Zusammenhang zwischen Rohdichte, Holzfärbung und Resistenz.

2. Feuchteschutznachweis, Vermeidung von Tauwasser

Für die Bauteile der Gebäudehülle ist ein Nachweis zum Tauwasser-schutz 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 Tauwasser-schutz (Feuchteschutznachweis):

- 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. Abschn. A. (Bauteile).
- Es werden die s_d -Werte nach Tab. C5.4 eingehalten.
- Es erfolgt ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren). 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)
$\leq 0,1 \text{ m}$	$\geq 1,0 \text{ m}$
$\leq 0,3 \text{ m}^a$	$\geq 2,0 \text{ m}$

Tab. C5.4 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicken (s_d -Werte) für Außenbauteile.

^a Es dürfen auch Holzfaserdämmstoffe nach DIN EN 13171 eingesetzt werden, die einen höheren s_d -Wert aufweisen.

➔ Beispiele für Außenwände siehe Abschn. A1. Außenwand.

Bauteil	Austrocknungsreserve (pro Jahr, für unplanmäßige Feuchtigkeit aus Kondensat)
Dach	$\geq 250 \text{ g/m}^2$
Außenwand, Decke	$\geq 250 \text{ g/m}^2^a$

Tab. C5.5 Austrocknungsreserve für Bauteile.

^a Dieser Wert gilt als Empfehlung. In der Norm wird ein Wert von 100 g/m^2 genannt, der allerdings als zu gering angesehen wird.

➔ Die Austrocknungsreserve ist das Sicherheitspolster für unplanmäßige Feuchte (siehe „Unplanmäßige“ Feuchte auf Seite 84).

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 76).

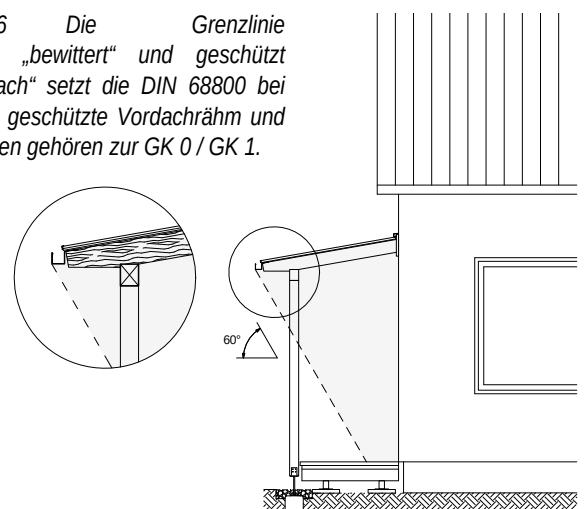
3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen

In diesem Abschnitt werden zu den einzelnen Gebrauchsklassen (GK) Hinweise gegeben, die bei der Planung von Bedeutung sein können. Ausgangspunkt ist das Planungsschema, dass in Abb. C5.1 auf Seite 97 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 entsprechend den Vorgaben der Norm geführt (siehe Abschn. 2.).
- Feuchtigkeit aufgrund von Konvektion 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.



GK 1 – Wie kann das Risiko eines Befalls mit Holz zerstörenden Insekten vermieden werden?

Das Risiko von Bauschäden durch Holz zerstörende Insekten[↑] wird vermieden, wenn eines der nachfolgenden Kriterien zutrifft:

- Räume mit üblichem Wohnklima oder vergleichbaren Räumen.
- Das Holz ist allseitig durch eine geschlossene Bekleidung 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 min. 48 Stunden technisch getrocknet wurde (zutreffend bei KVH®). Dieses Bauschnittholz verbleibt im Gebrauchszustand bei einer Holzfeuchte $\leq 20\%$.
- Bei Holzkonstruktionen in begehbaren¹ 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 $\leq 10\%$ 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 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 GK 1 bitte Abschn. 5 auf Seite 107 beachten.

GK 2 – Wie kann Pilzbefall „unter Dach“ vermieden werden?

Die Norm beschreibt mit der Gebrauchsklasse GK 2 Konstruktionsbereiche mit anhaltend hoher Luftfeuchte ($> 85\%$) bzw. Holzfeuchten über 20% (Siehe Tabelle C5.12 auf Seite 104). 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[↑] 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.
- Für Dächer mit Abdichtungen auf der Kaltseite bitte Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 29 beachten.

- Der Sockelbereich einer Holzkonstruktion wird sorgfältig konstruiert, z. B. nach Anhang A der DIN 68800 Teil 2 (siehe auch F1. Abschn. 1. „Sockelausbildung“ ab Seite 173) und ProfiWissen Sockel [17].
- Einsatz von resistenten Holzarten. Mindestens Kernholz der Lärche oder Douglasie (siehe Tabelle C5.13 auf Seite 105).
- Hölzer geringerer Resistenz nach DIN 68800 Teil 3 imprägniert.

→ Zusammenfassend sei dringend anzuraten, im Zuge der Planung sicherzustellen, dass Konstruktionen vermieden werden, die der GK 2 zu zuordnen 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[↑]

Alle Holz zerstörenden Pilze[↑] 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.

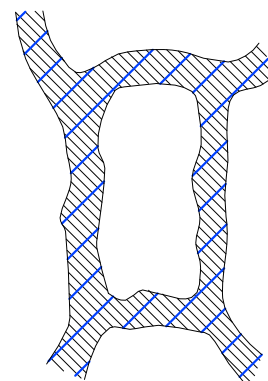


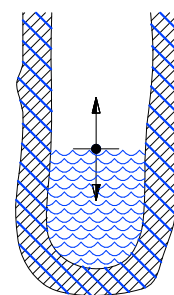
Abb. C5.7 Das Bild zeigt den Querschnitt einer Holzzelle (horizontal) mit der Zellwand und dem Zellhohlraum (Lumen). Bis zum Fasersättigungspunkt befindet sich die Feuchtigkeit allein in den Zellwandungen als „gebundenes Wasser“. Ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen[↑] ist nicht möglich!

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. C5.7).

Die Holzfeuchte u beträgt ca. 30 %.

Abb. C5.8 Dieses Bild zeigt den Längsschnitt einer Holzzelle (vertikal). Die Zellwandung ist mit Wasser gesättigt. Die Holzfeuchte ist größer als der Fasersättigungspunkt (Holzfeuchte ab ca. 30%). Im Zellhohlraum besteht freies Wasser.

Ein Befall mit Holz zerstörenden Pilzen[↑] 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.

¹ An einzelnen Stellen weisen diese Räume eine Höhe von min. 2,0 Metern auf.

C. Bauphysik
C5. Holzschutz
3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen

Ist die Holzfeuchte u jedoch höher als der Fasersättigungspunkt, so ist in diesem Holz freies Wasser vorhanden (Abb. C5.8). 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 $u \leq 20\%$ 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 GK 2 bitte Abschn. 5 auf Seite 107 beachten.

→ Thema Holzfeuchte: bitte weiter lesen in [14].

Holzart	Holzfeuchte u bei Fasersättigungspunkt ^a	Rohdichte ^b darrtrockenes Holz $u = 0\%$	Feuchtemenge pro 10% Holzfeuchte	Rohdichte des Holzes bei $u = 20\%$
Fichte, Tanne	30% - 34%	~400 kg/m ³	~40 Liter/m ³	~480 kg/m ³
Kernholz von - Kiefer, Douglasie - Lärche	26% - 28%	~470 kg/m ³ ~520 kg/m ³	~47 Liter/m ³ ~52 Liter/m ³	~565 kg/m ³ ~625 kg/m ³
Splintholz von Kiefer, Lärche, Douglasie	30% - 34%	k.A.	k.A.	k.A.
Buche	32% - 36%	~630 kg/m ³	~63 Liter/m ³	~755 kg/m ³
Eiche (Kernholz)	~24%	~600 kg/m ³	~60 Liter/m ³	~720 kg/m ³

Tab. C5.9 Um das Verständnis für Holz und der enthaltenen Feuchte zu vereinfachen, werden in dieser Tabelle abgeschätzte Werte angegeben.

^a In Abhängigkeit der Rohdichte des Holzes und der Menge an Holzinhaltsstoffen variiert die Grenze des Fasersättigungspunktes sowohl zwischen den verschiedenen Holzarten als auch innerhalb einer Holzart. (Quelle: Praxiskommentar zur DIN 68800 Teil 2 Abschn. 6.2, Beuth Verlag)

^b 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 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 (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 „Wasserfugen“.
- 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 3.2 und 4 sind bei tragenden Konstruktionen im Hochbau zu vermeiden.

Abb. C5.10

Balkone sind typische Beispiele für bewitterte Konstruktionen. Hier kommt es sehr auf die Detailausbildung an. Ziel ist es, Stau-nässe in der Holzkonstruktion zu vermeiden.



Bild: Ing.-Büro Meyer

→ Bitte weiter lesen Abschn. F3. „Vordächer“ ab Seite 185 und Abschn. F4. „Terrassen und Balkone“ ab Seite 187.

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 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 mit Dauerhaftigkeit (DC 1 und DC 2) zu verwenden. Hier galt bisher das Kernholz 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 2-4 bewertet, statt früher Dauerhaftigkeitsklasse 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. C5.11 Bei dieser Brückenkonstruktion aus Eichenkernholz sind keine Maßnahmen zum konstruktiven Holzschutz umgesetzt. Hinzu kommen Schmutzablagerungen, die ggf. zu einer Einstufung in die Gebrauchsklasse 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.

C. Bauphysik
C5. Holzschutz
3. Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen

Gebrauchs- klasse	Allgemeine Gebrauchsbedingung	Holz- feuchte	Klimabedingungen / Exposition	Gefährdung durch			Auswasch- beanspru- chung
				Insekten	Pilze	Moder- fäule	
GK 0	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
GK 1	Holz oder Holzprodukt unter Dach, nicht der Bewitterung und keiner Befeuchtung ausgesetzt.			Ja	Nein	Nein	Nein
GK 2	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
GK 3.1	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
GK 3.2	Holz oder Holzprodukt nicht unter Dach, aber ohne ständigen Erd- und/oder Wasserkontakt. Anreicherung von Wasser im Holz, auch räumlich begrenzt, zu erwarten. ^a	häufig feucht (>20%)	Anreicherung von Wasser im Holz auch räumlich begrenzt, zu erwarten	Ja	Ja	Nein	Ja
GK 4	Holz oder Holzprodukt in Kontakt mit Erde oder Süßwasser und so bei mäßiger bis starker Beanspruchung ^b vorwiegend bis ständig einer Befeuchtung ausgesetzt.	vorwiegend bis ständig feucht (>20%)		Ja	Ja	Ja	Ja

Tab. C5.12 Zuordnung der Klimabedingungen zu den Gebrauchsklassen, Gefährdungspotenziale.

Hinweis: Die Gebrauchsklassen GK 3.2 und GK 4 sind im Hochbau zu vermeiden.

^a 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.

^b 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 ohne Holzschutzmittel		Konstruktionsbeispiele ^a
				Splintholz	Kernholz	
GK 0		—	1 bis 5	Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie, Eiche, Buche	Fichte, Tanne, Buche, Western Hemlock	• Konstruktion „unter Dach“ (siehe Seite 100). • Konstruktion ohne Risiko für Befall von Holz zerstörende Insekten (siehe Seite 101).
GK 1		lv	1 bis 4	alle genannten Übersee- Laubhölzer	Kiefer, Southern Pine	• Belüftete Dachräume, die nicht kontrollierbar sind (bei technisch getrocknetem Bauschnittholz gilt jedoch GK 0).
GK 2		lv, P	1 bis 3	—	Keruing	• Unzureichend wärmegeämmte Balkenköpfe in Altbauten. • Unterkonstruktionen von nicht ausreichend belüfteten Vorhangschalen.
GK 3.1		lv, P, W	1 bis 3	—	Douglasie, Lärche ^b , Yellow Cedar	• Bewitterte Stützen mit ausreichendem Bodenabstand (siehe Seite 102). • Unterkonstruktionen bei Fassaden mit offenen Fugen. • Zaunlatten.
GK 3.2		lv, P, W	1 und 2	—	Eiche ^c , Angélique, Azobe (Bongossi)	• Außenbauteile ohne Erdkontakt. • Bewitterte Balkonbalken und -stützen.
GK 4		lv, P, W, E	1	—	Merbau, Afzelia, Ipé, Teak	• Palisaden. • Zaunpfähle. • Rebpfähle. • Hölzer für Uferbefestigungen. • Beläge von Terrassen und Brücken.

Tab. C5.13 Maßnahmen zu den Gebrauchsklassen.

^a Ohne verbindliche Aussage für den Einzelfall. Eine Einzelfallbetrachtung ist zu der jeweiligen Feuchtebelastung des Bauteils notwendig.

^b Das Kernholz 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 3-4 eingestuft ist, da sich der Einsatz dieser beiden Holzarten in GK 2 und 3.1 seit der letzten Ausgabe von DIN 68800-3:1990-04 in der Praxis bewährt hat.

^c Die Dauerhaftigkeit von Eichenkernholz weist eine große Bandbreite auf.

Bildquelle (von oben): © alexandre zweiger / adobe.stock.com, Holzbinder Voss, ante-Holz (3x), Bernd Jorkisch.

4. Lattungen bei Dach und Wand

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. C5.14 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. 5. „Chemischer Holzschutz“ ab Seite 107).

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 „Holzfeuchte der Lattung“ auf Seite 164 (CE-Dachlatten).

Unterkonstruktion bei hinterlüfteten Fassaden

Für die Ausführung der Grund- und Traglatten werden in der Fachregel Anforderungen definiert (Tab. C1.9).

Festigkeitsklasse, Sortierklasse	Querschnitt [mm]	Lattenabstände [mm]	
		Grundlatten	Traglatten
C 24 oder S 10	≥ 30 x 50	≤ 850	$e \leq 40 d_{\text{Bekl.}}$ $e_{\text{max}} = 850$

Tab. C5.16 Anforderungen an Grund- und Traglattung.

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. C5.15 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 Schimmelfall während der Lagerung zu vermeiden.

→ JA

Weil auch der Schimmelfall 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).

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 m² und Eigengewicht ≤ 5 kg

5. Chemischer Holzschutz

Ein chemischer Holzschutz bewirkt, dass das Holz mit chemischen Wirkstoffen für tierische und pflanzliche Schädlinge „unattraktiv“ bzw. „ungeeignet“ 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. C5.17 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. C5.17 Auswahl der Holzschutzmittel für tragende Holzbauteile.

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 229).
- 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
NP1	keine
NP 2	mindestens 3 mm seitlich im Splintholz
NP 3	mindestens 6 mm seitlich im Splintholz
NP 4 ^a	mindestens 25 mm an den Seitenflächen
NP 5 ^b	gesamtes Splintholz
NP 6 ^b	gesamtes Splintholz und mindestens 6 mm im freiliegenden Kernholz

Tab. C5.18 Eindringtiefeanforderungen nach DIN EN 351-1.
(NP = Neue Penetrationsklasse)

^a Gilt nur für Rundholz schwer tränkbarer Holzarten.

^b Erfahrungsgemäß bei Fichte nur mit speziellen Verfahren erreichbar.

Schnittholz				
Gebrauchs- klasse	z. B. Fichte, Tanne, Lärche, Douglasie		z. B. Kiefer	Einbring- verfahren
	schwer tränkbar			
GK 0	entfällt			entfällt
GK 1	NP 1			freigestellt
GK 2				
GK 3.1	NP 3 ^a		NP 5 ^a	bevorzugt Druckverfahren
GK 3.2				
GK 4	NP 6 ^a			Druckverfahren
GK 5				

Tab. C5.19 Eindringtiefeanforderungen nach DIN EN 599-1.

^a 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:

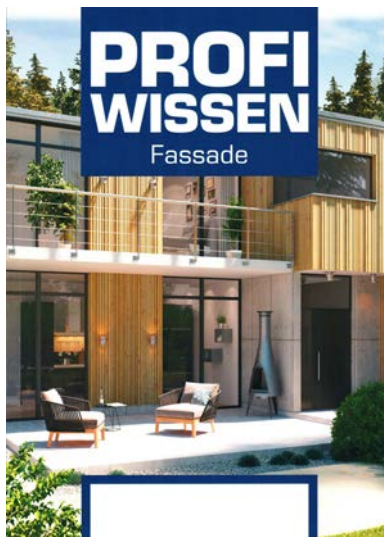
→ Unnötige Imprägnierungen ↑ sind verboten!

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 10.
- Wärmedämm-Verbundsysteme aus Holzfaserdämmplatten 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 11.

Besonderheiten von Fassaden stellen das traditionelle Fachwerk und der Blockbohlenbau dar. Diese Konstruktionsarten werden hier und im ProfiWissen Fassade [14] nicht weiter betrachtet.



Auf mehr als 170 Seiten werden in der Spezialbrochüre „ProfiWissen Fassade“ insbesondere die typischen Holzbaukonstruktionen vorgestellt. Im Abschnitt C12 „Die drei Fassadentypen“ werden konkrete Angaben zur Ausführung von Luftschichten, Einsatz der Holzfaserdämmplatten, der Ausführung der verschiedenen Fassadenarten 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.

Biozidverordnung 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.

Unterkonstruktionen aus Holz (siehe Seite 106) 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:

- Profilhohlbohlen
- Platten
- Rauspund mit Schiefer- oder Metallbekleidung

Zur Ausführung der Luftschicht siehe Tab. C5.20. Ein Insektenschutz ist nicht erforderlich.

	Hinterlüftung	Belüftung	stehende Luftschicht
Schalenabstand	≥ 20 mm	≥ 20 mm	≥ 20 mm
Zuluftöffnung (unten)	≥ 50 cm²/m	≥ 100 cm²/m	nicht erforderlich
Abluftöffnung (oben)	≥ 50 cm²/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

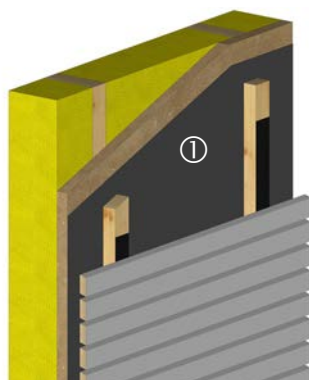
Fugenbänder sollen die Unterkonstruktion vor eindringendem Wasser schützen. Dazu gehört der seitliche Überstand von 5 mm. Zu empfehlen sind aufgeklebte Bänder.



Viele Hersteller von Fassadenplatten geben in ihren Montagerichtlinien vor, dass die Traglatten 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 wasserführenden Ebene (Unterfensterbank). So kann Wasser, welches durch eventuelle Undichtigkeiten an den Fensterbankanschlüssen eindringen könnte, sicher abgeleitet werden.



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:

- Holzfaserdämmplatten, $d \geq 18$ 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 cm^2 je 20 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.



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, die Rettung der Menschen, Verhinderung einer Brandausbreitung und den Sachwertschutz.

Der Brandschutz lässt sich in drei Betrachtungen gliedern, die jeweils mit einer Klassifizierung verbunden sind (Tab. C6.1).

Betrachtung		betrifft	Klassifizierung
1.	Gebäude und Nutzung	Brandschutz-konzept	Gebäudeklasse
2.	Bauteile und Ausrüstung	Konstruktion	Feuerwiderstands-klasse
3.	Baustoffe	Brennbarkeit	Baustoffklasse

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 Brand-schutzes (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 Brandschutz-konzeptes.

Ein allgemein gültiges Brandschutzkonzept existiert aufgrund der Vielfäl-tigkeit der Problemstellungen nicht. Für jede bauliche Anlage ist ein spe-zielles auf die bauliche Anlage abgestimmtes Brandschutzkonzept zu entwickeln. Die einzelnen Maßnahmen des Brandschutzkonzeptes müs-sen dabei aufeinander abgestimmt sein, so dass ein reibungsloses Inein-andergreifen gewährleistet wird.

Ein Brandschutzkonzept wird i. d. R. erforderlich bei:

- Abweichungen von der Landesbauordnung
- geregelten Sonderbauten, die von den Sonderbauvorschriften abweichen
- unregelten 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)
baulich (Beispiele) • Brandabschnitte • Nutzungseinheiten • Rettungswege • Bauteile • Baustoffe	• Schützen, Retten und Bergen von Menschen • Brandbekämpfung • Reduzierung von Begleitschäden durch Rauch und Löschmittel
anlagentechnisch (Beispiele) • Brandmeldeanlage • Löschanlagen • Rauch- und Wärmeabzug	
organisatorisch (Beispiele) • Flucht- und Rettungspläne • Kennzeichnung von Rettungs- wegen	

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 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.

Gebäudeklassen

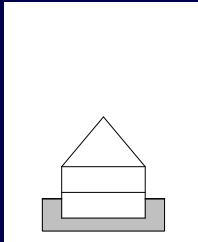
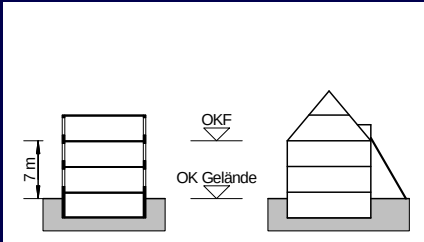
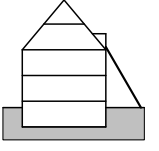
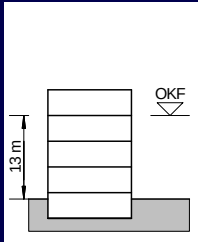
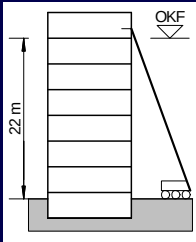
Bei den Gebäuden normaler Art und Nutzung werden 5 Gebäudeklassen definiert. Maßgebend ist die Höhe über der mittleren Geländeoberfläche der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem Aufenthaltsräume möglich sind. Die bauaufsichtlichen Anforderungen nach Musterbauordnung (MBO) ¹ zeigt die Tab. C6.4.

Hinweis zur Gebäudeklasse 1: Wird an ein freistehendes Einfamilienhaus beispielsweise eine geschlossene Garage angebaut, so kann das Gebäude nach Definition nicht mehr als freistehend angesehen werden und gehört damit in die Gebäudeklasse 2.

Außerdem kann eine Garage im Sinne des Brandschutzes als eine Nutzungseinheit angesehen werden. Danach könnte ein Gebäude mit zwei Wohnungen und Garage der Gebäudeklasse 3 zugeordnet werden.

¹ Musterbauordnung (MBO) in der Fassung von 2002, geändert September 2019.

C. Bauphysik
C6. Vorbeugender baulicher Brandschutz
1. Gebäude und Nutzung

					
Gebäudeklasse	1	2	3	4	5
Beschreibung	freistehend ^a	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 ^b	≤ 400 m ²	≤ 400 m ²	—	≤ 400 m ² je NE	≤ 400 m ² je NE
Feuerwehreinsatz	mit Steckleiter möglich			Drehleiter nötig	
Anforderungen an Bauteile ^c	keine	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Anforderungen an Fassaden	B2 normalentflammbar (der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen ist möglich)			B1 schwerentflammbar (einschl. Dämmstoffe und Unterkonstruktion)	

Tab. C6.4 Kennzeichen der Gebäudeklassen nach MBO.

^a Land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude haben keine Einschränkung bezüglich Nutzungseinheiten und der Wohn- und Nutzfläche.

^b Ohne Keller.

^c Bauaufsichtliche Anforderungen nach MBO für tragende und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände und Decken zwischen den Nutzungseinheiten (NE).

Gebäudeklassen		GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
tragende Wände, Stützen, Decken	UG	F 30-B	F 30-B	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	NG	—	F 30-B	F 30-B	F 60 + K ₂ 60	F 90-AB
Trennwände	UG	F 30-B ^a	F 30-B ^a	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	NG	F 30-B ^a	F 30-B ^a	F 30-B	F 60 + K ₂ 60	F 90-AB
Wände notwendiger Treppenträume		—	—	F 30-B	F 60 + M + K ₂ 60	F 90-A + M
Wände notwendiger Flure	UG	F 30-B ^a	—	F 90-AB	F 90-AB	F 90-AB
	NG	—	—	F 30-B	F 30-B	F 30-B

Tab. C6.5 Beispiele für Bauteilanforderungen nach MBO ^b.

^a Anforderung gilt nicht für die Wohnnutzung

^b Quelle: Holz Brandschutz Handbuch, 3. Auflage, Ernst & Sohn Verlag Berlin.

- M (Mechanical) Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbelastung).
- UG = Untergeschoss; NG = Normalgeschoss
- K₂60 „Kapselklasse“ ¹ — allseitig brandschutztechnisch wirksame Bekleidung bei hochfeuerhemmenden Bauteilen, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen.

In der Gebäudeklasse 4 dürfen hochfeuerhemmende Bauteile verwendet werden (F 60 + K₂60), deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine Brandschutzbekleidung (aus nicht brennbaren Baustoffen) aufweisen. Tragende Gebäudestrukturen aus Holz sind somit in der Gebäudeklasse 4 möglich.

¹ Quelle: Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise - HFHHolzR (z. Zt. in der Überarbeitung).

Sonderbauten

Neben der Einordnung eines Gebäudes in die entsprechende Gebäudeklasse ist immer auch der Sonderbaustatus zu prüfen.

Beispiel 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 ≤ 13 m und
- Fläche je Geschoss ≤ 400 m² oder unterteilt durch Trennwände in Abschnitte von jeweils ≤ 400 m²

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 m² 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.

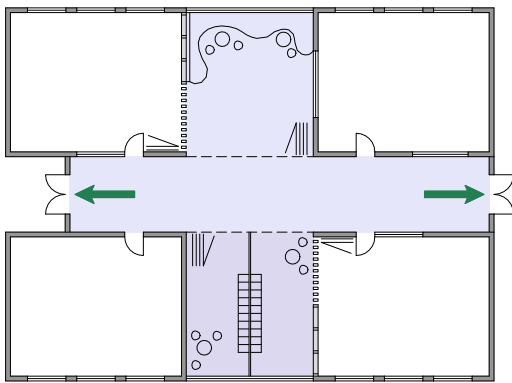


Abb. C6.6 Skizze eines Clusters (max. 400 m²). Die Dispositionsfläche für temporäre Erweiterungen ist farblich abgesetzt.

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 Brandschutzkonzepte¹ erarbeitet.

¹ Brandschutz im Schulbau – Neue Konzepte und Empfehlungen, 2017

Beispiel 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.

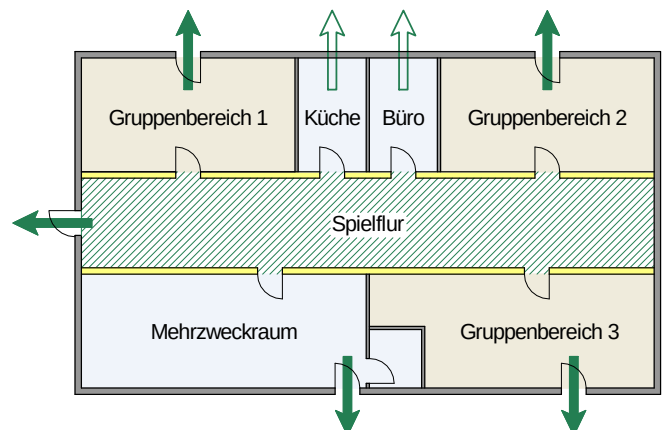


Abb. C6.8 Spielflur statt „notwendiger Flur“. Jeder Gruppenraum hat einen zweiten Fluchtweg.

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 Min
—	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 (T. 2)
- G – nicht isolierende Verglasungen (T. 5)
- I – Installationsschächte usw. (T. 11)
- T – Feuerschutzabschlüsse, Türen, Tore, Klappen (T. 5)
- W – Brandwände, nichttragende Außenwände (T. 3)

Zusätzlich zur Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse kann ein Bauteil weiter spezifiziert werden durch Anhängen der Kennung für das Brandverhalten der Baustoffe:

- A, wenn das Bauteil im für die Klassifizierung maßgebenden Querschnitt aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht, z. B. F 90-A
- AB, wenn das Bauteil in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht; als wesentlich gelten alle tragenden und aussteifenden Teile sowie bei raumabschließenden Bauteilen 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 jedoch aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht.
- B, wenn das Bauteil brennbare Baustoffe enthält oder enthalten darf, z. B. Holzbauteile F 30-B.

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↑ und Wärmedämmung geschlossen werden.

Ein Bauteil F 90 kann gemäß DIN EN 13501-2 folgende Eigenschaften haben:

- REI 90 (tragendes und raumabschließendes Bauteil↑, 90 min)
- R 90 (tragendes Bauteil, 90 min)
- EI 90 (raumabschließendes Bauteil↑, 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↑ (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).

Kurzzeichen	Beschreibung des Kriteriums
R	Tragfähigkeit (Résistance)
E	Raumabschluss↑ (Étanchéité)
I (I1, I2)	Wärmedämmung unter Brandeinwirkung (Isolation)
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→o i←o i↔o	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer z. B. bei Außenwänden (in-out)
a→b a←b a↔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 Ständerabstände beispielsweise ist unzulässig.

Bauteilanforderungen

Die Mindestanforderungen der Landesbauordnungen regeln, aus welchen Baustoffen Bauteile mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit bestehen dürfen.

„Feuerhemmende Bauteile“ können 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 aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und nichtbrennbaren Dämmstoffen bestehen. Im Holzbau werden hochfeuerhemmende Bauteile durch eine Brandschutzbekleidung „gekapselt“ (Kapselkriterium, z. B. K₂60). Diese Bauteile können nur europäisch klassifiziert werden, da die Klasse F 60-B nach DIN 4102-2 ein Kapselkriterium nicht erfüllen kann, siehe Abb. C6.11 und Abschn. „Gebäudeklasse 4“ auf Seite 120.

„Feuerbeständige Bauteile“ bestehen, sofern sie tragend oder aussteifend sind, aus nichtbrennbaren Baustoffen. Bei raumabschließenden Bauteilen muss eine durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen vorhanden sein. Konstruktionen, die nur aus Holz und Holzwerkstoffen bestehen, sind daher ohne eine materielle Abweichung vom Bauordnungsrecht zurzeit nicht möglich.

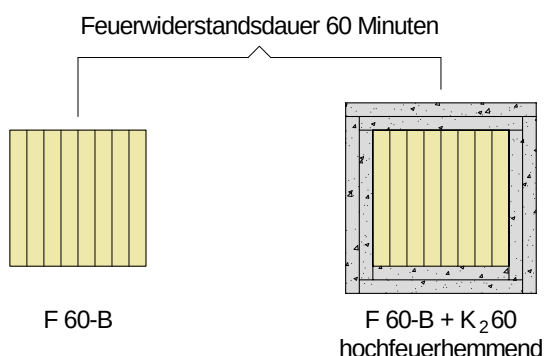


Abb. C6.11 Unterschied zwischen hochfeuerhemmend und F 60-B.

In der Musterbauordnung (MBO) und einigen Bundesländern wird das Bauen mit Holz durch Ausnahmen erleichtert. Hier sind Bauteile aus brennbaren Baustoffen abweichend zu hochfeuerhemmenden und feuerbeständigen Bauteilen zulässig, wenn bestimmte zusätzliche Anforderungen, z. B. kleinere Brandabschnittsgrößen etc., erfüllt werden.

Die Bauteilanforderungen (feuerhemmend, hochfeuerhemmend, feuerbeständig) werden in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB↑) konkretisiert. In den folgenden Tabellen sind die bauaufsichtlichen Anforderungen und die mindestens erforderlichen Leistungen der Bauteile (Bauteilklassifizierungen) aufgeführt.

Bauaufsichtliche Benennung ^a	Raumabschluss↑		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 [HolzR] ^b	REI 60 [HolzR] ^b	—
feuerbeständig	R 90	REI 90	F 90
Feuerwiderstandsdauer 120 Min	R 120	REI 120	F 120
Brandwand	—	REI 90-M	F 90-A + [M]
Brandersatzwand ^c	—	REI 60-M	F 60-AB + [M]
Brandersatzwand ^c Holzbau	—	REI 60-M [HolzR] ^b	—
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.

^a Die Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden.

^b Nationale Ausführungsregeln für hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise.

^c Wand anstelle einer Brandwand (hochfeuerhemmend) in der Gebäudeklasse 4 unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung [M].

Bauaufsichtliche Benennung ^a	Innenwände	Außenwände	Klasse nach DIN 4102-2
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 (HolzR) ^b	EI 60 (HolzR) ^b	—
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]
Brandersatzwand ^c	—	EI 60-M	F 60-AB + [M]
Brandersatzwand Holzbau	—	EI 60-M (HolzR) ^b	—
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.

^a Die Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden.

^b Nationale Ausführungsregeln für hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise.

^c 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	A1, A2
A2		
B	schwerentflammbar	B1 ^a
C		
D	normalentflammbar	B2 ^b
E		
F	leichtentflammbar	B3

Tab. C6.14 Erläuterungen zu den Klassifizierungskriterien für Bauprodukte nach DIN EN 13501.

^a Von Baustoffklasse A1 bis B1 gelten Baustoffe als selbstverlöschend.

^b Ab Baustoffklasse B2 unterhält der Brand sich selbst, auch wenn die Brandursache entfällt.

➔ 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 Brandnebenerscheinungen „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.

Bauaufsichtliche Benennung	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1 „Euroklassen“
	wenig Rauch	kein Abtropfen	
nichtbrennbar ^a	X	X	A2 – s1,d0 ^b
schwerentflammbar	X	X	C – s1,d0 ^b
		X	C – s2,d0 ^b
	X		C – s1,d2 ^b
			C – s2,d2 ^b
normalentflammbar		X	E
			E – d2

Tab. C6.15 Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten (ohne Bodenbeläge) nach MVV TB[↑], Anhang 4.

^a Soweit erforderlich zusätzlich Schmelzpunkt > 1000 °C.

^b Soweit erforderlich Glimmverhalten.

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 Flammenerscheinung; dies kann mit Glimmen einhergehen.
- 📖 Glimmen – Brennen eines Werkstoffs im festen Aggregatzustand ohne Flamme, jedoch mit Emission von Licht aus dem Verbrennungsbereich.

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 °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 °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 Brettsperrholz gefertigt, so enthalten diese Wände im trockenen Zustand ca. 3 Liter Wasser pro m². 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 ermöglicht im Holzbau eine Bemessung für den Brandfall. Da Holz mit einer definierten Abbrandgeschwindigkeit brennt, lässt sich der für die Tragfähigkeit erforderliche Restquerschnitt ermitteln.

Beispiel: 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.

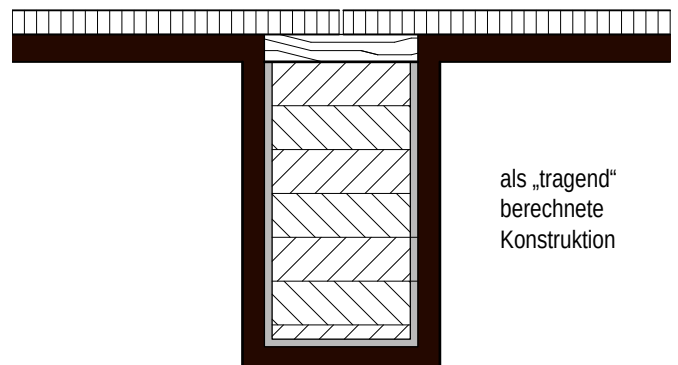
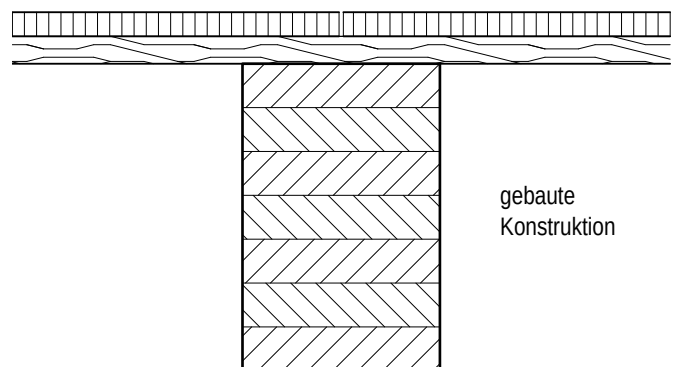


Abb. C6.17 Eine sichtbare Decke kann für einen Nachweis „F 30“ über Zugaben für den Abbrand nachgewiesen werden. Die Beplankung ist zweilagig ausgeführt. Das zum Raum sichtbare Fasebrett dient als „Opferschicht“ (Dicke 25 mm), die aufliegende OSB-Platte wird als tragende / aussteifende Beplankung bemessen.

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.

4. Nachweise für Bauprodukte, Bauarten

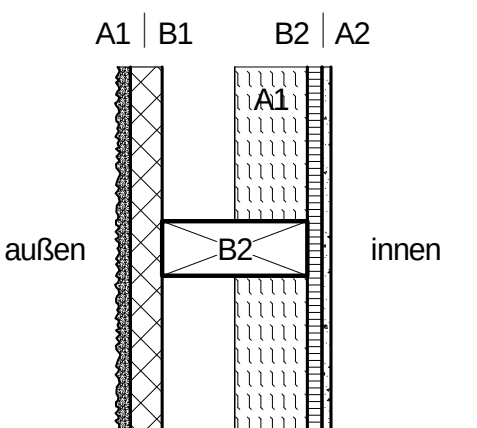
Unterschied Baustoffklasse und Feuerwiderstandsklasse

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 hier Borsalze zugegeben.

A nichtbrennbar		B brennbar ^a	
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.
Beispiel: raumabschließende Gebäudeabschlusswand  außen innen			
Beschreibung der Bauteilschichten für das Beispiel einer Gebäudeabschlusswand			
• Putz, 15 mm • Mineralfaser-Dämmstoff, d = 80 mm	• Gipskarton-Feuerschutzplatte (GKF), d = 9,5 mm	• mineralisch gebundene Holzwolle-Leichtbauplatte, d = 35 mm	• Holzständer 60 x 160 mm • OSB-Platte, d = 16 mm; Rohdichte $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$

Tab. C6.18 Baustoffklassen nach der Definition von DIN 4102-1.

^a Die Baustoffklasse B3 (leichtentflammbar) ist im Bauwesen nicht zulässig. Durch Flammschutzmittel oder im Verbund mit anderen Baustoffen kann eine höhere Einstufung erreicht werden.

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
- Brett-schichtholzträger nach EN 14080

Bauprodukte nach europäisch harmonisierten Normen oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) 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.

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)
- Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten im Einzelfall (ZiE)

Beispiel Bauprodukt: schwerentflammbare OSB-Platte

Holzwerkstoffplatten werden der Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) zugeordnet. Durch Zusatz von Flammenschutzmitteln 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).

Bild: Swiss Krono Tex

Für Bauarten sind folgende Verwendbarkeitsnachweise möglich:

- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)
- Allgemeine Bauartgenehmigung (aBG)
- Vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)

Beispiel Bauart: Gebäudeabschlusswand in Holzständerbauweise

In der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB↑) werden in C4 Bauarten benannt, für die nur ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich ist. Dazu gehören unter anderem tragende Wände, an die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer gestellt werden.



Bild: Gutex

Abb. C6.20 Darstellung einer Gebäudeabschlusswand aus einem Prüfzeugnis (abP) Gutex P-SAC-02/II-770

Das allgemeine Prüfzeugnis gilt für Bauarten, für die es allgemein anerkannte Prüfverfahren gibt. Die Prüfungen und die Ausstellung des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) erfolgt durch die Materialprüfanstalten.

➔ Der Anwender, der die jeweilige Holzständerwandkonstruktion erstellt hat, muss in einer schriftlichen Übereinstimmungserklärung (Muster als Anlage zum abP) bestätigen, dass die von ihm ausgeführte Holzständerwandkonstruktion den Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses entspricht.

Beispiel einer kombinierten abZ (Bauprodukt) und abG (Bauart) ¹

Für Holzfaser-Dämmplatten als tragende und aussteifende Beplankung kann eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Bauprodukt(e) mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung kombiniert werden.

Geregelt werden in dieser kombinierten „Bescheidart“:

- Anforderungen hinsichtlich der Zusammensetzung, der Leistungseigenschaften sowie Kennzeichnung der Bauprodukte und
- Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung von Wandtafeln in Holzbauart unter Verwendung der Bauprodukte



Bild: Steico SE

Abb. C6.21 Die Holzfaser-Dämmplatten können zur Aussteifung der Konstruktion mit angesetzt werden. In der Zulassung / Bauartgenehmigung (abZ / abG) werden Bemessungswerte für eine Befestigung mit Breitrückensklammern angegeben.

Das Brandverhalten der Holzfaser-Dämmplatten wird zunächst mit der Euroklasse E (normalentflammbar) angegeben. Sind diese Holzfaser-Dämmplatten Bestandteil eines Wärmedämm-Verbundsystems, so wird vom Hersteller in einer weiteren abZ / abG zusätzlich das Brandverhalten für den gesamten WDVS-Aufbau mit der deutschen Baustoffklasse B2 (normalentflammbar) deklariert.

¹ bezogen auf STEICOprotect Typ H

5. Gebäudeklasse 4

In der Gebäudeklasse 4 sind Holzkonstruktionen zulässig, sofern tragende, aussteifende und raumabschließende Bauteile¹, wie Decken, Trennwände oder Stützen, hochfeuerhemmend ausgeführt werden. Für diese Gebäude ist derzeit (Stand: März 2021) noch die Muster-Holzbau-richtlinie¹ aus dem Jahr 2004 anzuwenden. Das bedeutet, dass tragende und aussteifende Bauteile aus Holz durch nichtbrennbare Bekleidungen „gekapselt“ werden.

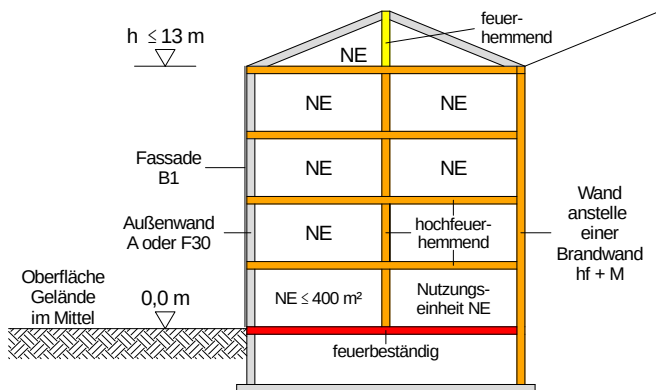


Abb. C6.22 Anforderungen an Bauteile in der Gebäudeklasse 4.

In der Dimensionierung der notwendigen Bekleidungen wird ein Kapselkriterium K_{260} maßgebend. Das bedeutet, die Brandschutzbekleidung muss die dahinterliegende tragende Konstruktion über einen Zeitraum von 60 Minuten schützen. Über ein Brandschutzkonzept ist es ggf. möglich die Anforderung auf K_{45} oder K_{30} zu reduzieren.



Abb. C6.23 Durch eine Aufstockung eines zweigeschossigen Wohngebäude kann die Gebäudeklasse 4 erreicht werden. Dies gilt dann für das gesamte Gebäude.

Eine Prinzipskizze für das Kapselkriterium zeigt Abb. C6.24. Für die Kapselklasse K₂60 reichen herkömmliche Bekleidungen mit beidseitig 2 x 12,5 mm Gipskartonfeuerschutz- oder Gipsfaserplatten nicht aus. Es sind hier dickere Bekleidungen erforderlich, z. B. 2 x 18 mm GKF.

Die Bekleidung muss einer direkter Flammenbelastung über 60 Minuten standhalten. Die Holzkonstruktion darf an keiner Stelle verbrennen oder verkohlen. Zugleich muss die Temperatur hinter der Bekleidung im Durchschnitt stets unter 250 °C sowie an jeder beliebigen Stelle unter 270 °C bleiben.

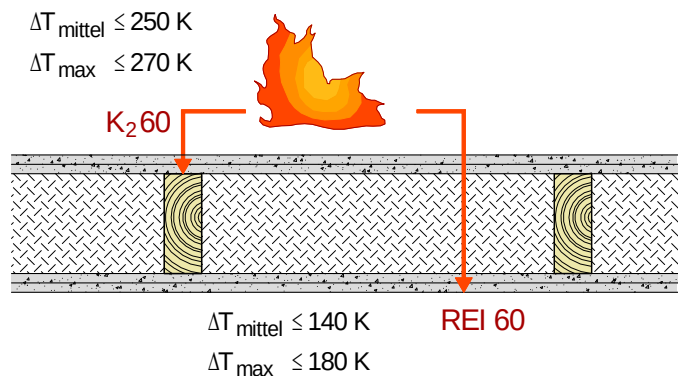


Abb. C6.24 Bei Ausführung der Klasse K₂60 weisen viele Bauteile sogar einen Feuerwiderstand von 120 Minuten auf.

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. Die Holzbauteile sind mit einer formschlüssig verlegten Voll-dämmung mit Faserdämmstoffen aus nichtbrennbaren Baustoffen mit einem Schmelzpunkt > 1000 °C auszuführen.

Aufgrund der nichtbrennbaren Dämmung dürfen innerhalb der gekapselten Wand einzelne brennbare elektrische Leitungen oder bis zu drei Kabel in einem nichtbrennbaren Hüllrohr geführt werden. Hohlwanddosen für Schalter oder Steckdosen müssen einen Mindestabstand zu den Holzstielen aufweisen. Für Bündel aus mehr als drei Kabeln und brennbare Rohre ist eine Installationsebene anzuordnen (Abb. C6.25). Ein Hohlraumbrand in der Tragkonstruktion durch Kabel und Rohre wird so vermieden.

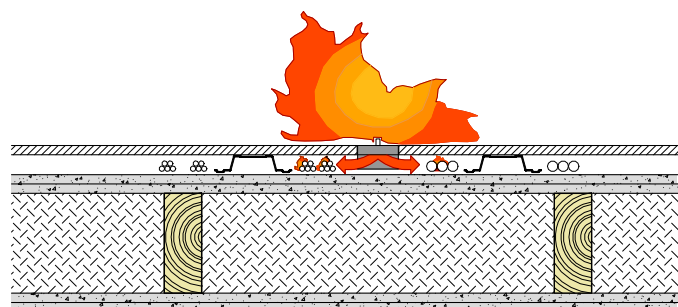


Abb. C6.25 Durch einen Brand innerhalb der zusätzlich angeordneten Installationsebene sind weder die Tragfähigkeit noch der Raumabschluss↑ der Wand gefährdet. Gleichzeitig kann der Schallschutz verbessert werden.

¹ *Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFHHolzR), Fassung 2004.*



Bild: Knauf / Bernd Ducke

Abb. C6.26 Rauntrennende Innenwände in hochfeuerhemmender Ausführung.

Um den Holzbau nicht zu benachteiligen, werden in einigen Landesbauordnungen Ausnahmen formuliert. Demnach dürfen tragende, aussteifende oder raumabschließende Bauteile mit Anforderung „hochfeuerhemmend“ aus brennbaren Baustoffen (Holz) ohne nicht-brennbare Brandschutzbekleidung ausgeführt werden, soweit die erforderliche Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten erreicht wird. Ein Beispiel für solche Holz-Bauteile sind massive, hohlraumfreie Wandelemente aus Brettspertholz.

In einigen Landesbauordnungen sind unter bestimmten Bedingungen, wie z. B. Größenbegrenzung der Nutzungseinheiten, auch sichtbare Oberflächen von Holzbauteilen zulässig. Für eine Rauchdichtigkeit muss in dem Fall gesorgt werden.

Fassaden

Für Fassaden sind ab der Gebäudeklasse 4 nur schwerentflammbare Baustoffe (B1) zulässig. Lediglich durch Abweichungen auf Basis des § 57 der MBO können auch normalentflammbare Baustoffe (B2) zugelassen werden, wenn sich dadurch beispielsweise die Gefahr der Brandausbreitung auf dieser Außenwand nicht wesentlich erhöht. Dies kann bei Holzfassaden durch sogenannte Brandsperren oder Brandschürzen erfolgen, die je Geschoss umlaufend angeordnet werden. Die Brandschürzen krängen mindestens 15 mm über die Bekleidung und behindern die Brandausbreitung auf der Oberfläche der Fassade.

Bei hinterlüfteten Fassaden unterbricht die Brandschürze auch die Hinterlüftungsebene und verhindert damit die Ausbreitung von Feuer und Rauch zwischen Bekleidung und Wandkonstruktion. Mögliche Ausführungen sind:

- horizontale Schürze aus Stahlblech (kein Aluminium), siehe Abb. C6.27
- horizontale Schürze aus Holz, kernfrei

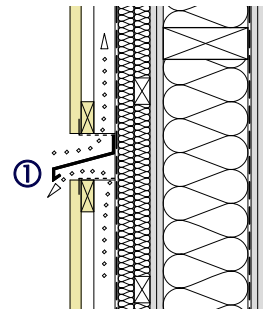


Abb. C6.27

Durch die Anordnung einer Brandsperre (Schürze) ① werden die heißen Brandgase auf ihrem Weg nach oben aufgehalten.

Ein Wärmedämm-Verbundsystem aus normalentflammbaren Holzfaserdämmplatten ist in der Gebäudeklasse 4 in der Regel nicht zulässig. Unter bestimmten Randbedingungen kann eventuell eine Abweichung beantragt werden. Mögliche Argumente für eine Abweichung werden in einem Merkblatt des DHV¹ genannt. Dies sind unter anderem:

- Ausführung der Fassade im Erdgeschoss mit nichtbrennbarem WDVS (Mineralwolle)
- Begrenzung des Glimmens durch horizontale und/oder vertikale Riegel aus Mineralwolle mit Breite ≥ 50 mm
- Versatz des 3. Obergeschosses (Staffelgeschoss)

Die Anforderung „schwerentflammbar“ nach Musterbauordnung können nur Produkte erfüllen, die auf Grundlage der Baustoffprüfung gemäß der nationalen Norm DIN 4102 geprüft wurden. Zusätzlich ist das Glimmverhalten nach DIN EN 16733 nachzuweisen. Ein unbemerktes fortschreitendes Glimmen und/oder Schwelen darf bei dem geprüften Bauprodukt nicht stattfinden. Eine Prüfung nach europäischer Norm DIN EN 13501 ist für die Anforderung „schwerentflammbar“ gemäß Musterbauordnung nicht ausreichend, da hier ein unterschiedliches Prüfverfahren zugrunde liegt.



Bild: Gutex / Martin Granacher

Abb. C6.28 Außenwand einer Dachaufstockung mit schwer entflammbarer Holzfaserdämmplatte.

¹ Merkblatt „Handlungsanleitung Brandschutz bei Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfasern in der Gebäudeklasse 4, Nov. 2018, Hrsg. Deutscher Holzfertigbau-Verband e.V. (DHV)

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 unblemig 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, Biegeweichheit, 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 beigefügt.“

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
■ DIN 4109 „Schallschutz“ ist in den Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (VV TB) der einzelnen Bundesländer aufgeführt. ■ Um ein Bauvorhaben umsetzen zu könne, sind die Anforderungen der Norm einzuhalten. ■ Die bauaufsichtliche Einführung der DIN 4109 hat jedoch vertragsrechtlich keine Bedeutung.	■ Die Bauvertragsparteien treffen eine konkrete Vereinbarung, was und wie gebaut werden soll (Beschaffensvereinbarung). ■ Dabei wird regelmäßig stillschweigend mitvereinbart, dass der Schallschutz üblichen Qualitäts- und Komfortstandards genügen muss. ■ Dies gilt nach Auffassung des BGH sowohl für Neubauten als auch für umfassende Gebäudesanierungen.
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.

Die Zielwerte dieser drei Schallschutzniveaus sind für den Luftschallschutz in Tab. C7.5 und den Trittschallschutz in Tab. C7.23 aufgeführt. Die Schallschutzklasse „BASIS“ entspricht den Mindestanforderungen

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.

In den folgenden Ausführungen wird das Schallschutzniveau „BASIS+“ zugrunde gelegt.

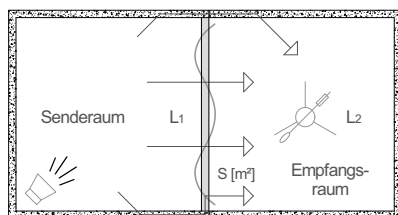
Schallquelle	BASIS	BASIS+	KOMFORT
laute Sprache	verstehbar	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar
Sprache in angehobener Sprechweise	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar
Sprache in normaler Sprechweise	im Allgemeinen nicht verstehbar, noch hörbar	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 auftreffenden zur abgestrahlten Schallleistung 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
$D R_w$	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.

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. C7.5 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 Einzahlgewert 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.

Bauteil / Übertragungsweg	BASIS DIN 4109-1:2018	BASIS+ mittlerer Standard	KOMFORT erhöhter Schallschutz
Luftschall			
Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 59 \text{ dB}$
Reihenhaustrennwand	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$ $R_w + C_{50-5000} \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ $R_w + C_{50-5000} \geq 65 \text{ dB}$

Tab. C7.5 Normative Anforderungen und Empfehlung für wichtige Zielwerte im Luftschallschutz nach [4].

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.

Für Bauteile innerhalb eines Nutzungs- oder Wohnbereiches, wie z. B. Einfamilienhäuser, enthält DIN 4109-5:2020 im Gegensatz zu Beiblatt 2 keine Angaben mehr.

Bauteile zwischen verschiedenen Nutzungsbereichen		Mindestanforderungen ^a	Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz ^b
Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude und in gemischt genutzten Gebäuden (keine Schulen, Hotels und Beherbergungsstätten)			
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		$R_w \geq 37 \text{ dB}$	$R_w \geq 42 \text{ dB}$ ($R_w \geq 40 \text{ dB}$) ^c
zwischen Einfamilien-Reihenhäusern und zwischen Doppelhäusern (Gebäudeabschlusswände)			
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		$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ ($R'_w \geq 64 \text{ dB}$) ^d
zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen	$L_{AF,max}$ ^e		
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. C7.6 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen.

^a nach DIN 4109-1: 2018-01 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“

^b nach DIN 4109-5: 2020-08 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“.

^c 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.

^d Wird eine Unterkellerung als Weiße Wanne mit durchlaufenden flankierenden Außenwänden ausgeführt, gilt $R'_w \geq 64 \text{ dB}$.

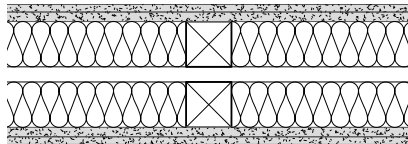
^e Schalldruckpegel

Wohnungstrennwand

Der Zielwert für Wohnungstrennwände mit Schallschutzniveau „BASIS+“ beträgt $R'_w \geq 56$ dB (Tab. C7.5) 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 45.

Abb. C7.7 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. C7.9 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. C7.8) auf das Ständerwerk geschraubt sind.

Abb. C7.8 Schallentkoppelter Direktbefestiger für eine platzsparende Ausführung. Bild: Saint-Gobain Rigips GmbH



Wandaufbau (Zeichnung)	Standard-Innenwand Holzrahmenbau mit zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen	bewertetes Schalldämm-Maß
	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
	zusätzliche Vorsatzschale aus 75 mm C-Wandprofilen mit 60 mm Faserdämmstoff und 30 mm Abstand (Luftschicht)	$R_w = 64$ dB

Tab. C7.9 Ausführung von Wohnungstrennwänden nach [4].

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.

Im Kapitel A. Neubau werden verschiedene Konstruktionen vorgestellt. Dort sind bewertete Schalldämm-Maße R_w angegeben.

In einem Fachartikel¹ 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

Flankierende Bauteile

Der Schall vom Senderaum 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.

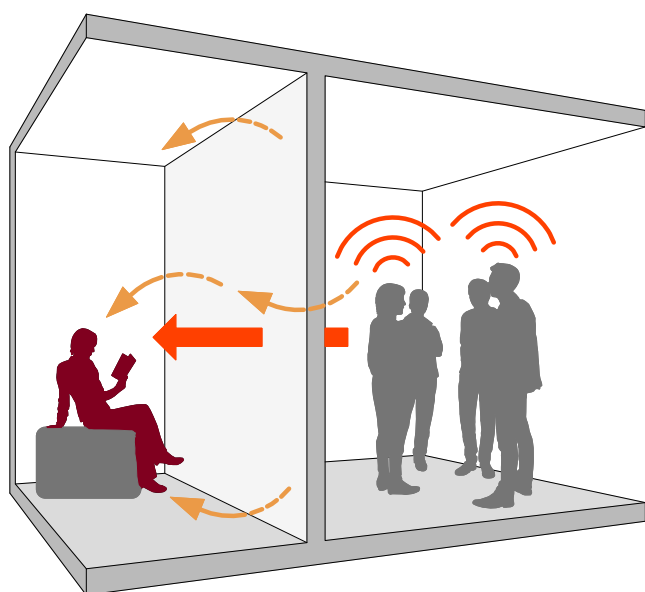


Abb. C7.10 Wege der Schallübertragung zwischen Sende- und Empfangsraum über die Trennwand und die flankierenden Bauteile. Das sind die Decke, der Boden und die beiden seitlichen Wände.

¹ „Die Gebäudeabschlusswand bei Doppel- und Reihenhäusern“, Andreas Rabold, Holzbau dnQ 6/2013

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 $R_{w, \text{Bauteil}} \geq R'_{w, \text{Zielwert}} + 7 \text{ dB}$
3. Bewertung der flankierenden Bauteile und Wahl von Flanken, die das Kriterium $D_{n,f,w} \geq R'_{w, \text{Zielwert}} + 7 \text{ dB}$ 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.

Beispiel Vorbemessung Wohnungstrennwand

Eine Wohnungstrennwand muss ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w \geq 63 \text{ dB}$ (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 $D_{n,f,w} \geq 63 \text{ dB}$ (56 dB + 7 dB) auszuwählen (Schritt 3).

Beispiele für flankierende Bauteile bei Trennwänden, die diese Anforderung erfüllen, zeigt Tab. C7.11.

Beispiel Vorbemessung Reihenhaustrennwand

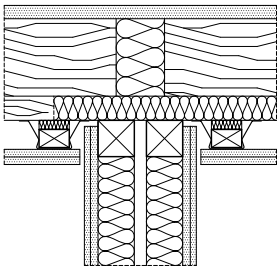
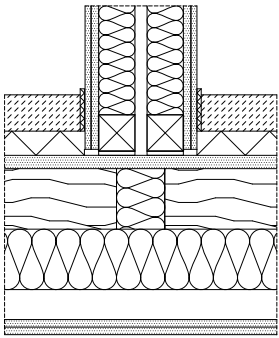
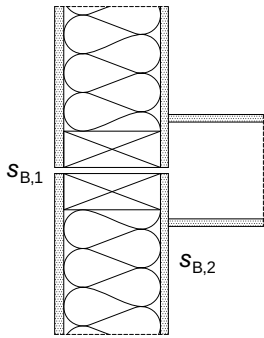
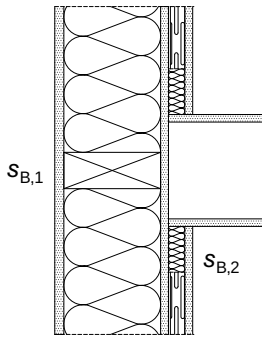
Bei einer Gebäudeabschlusswand (z. B. Reihenhaustrennwand) liegt der Zielwert für das Schallschutzniveau „BASIS+“ bei $R'_w \geq 62 \text{ dB}$. Somit ist eine Wandkonstruktion mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von $R_w \geq 69 \text{ dB}$ (62 dB + 7 dB) zu wählen.

Die zu prüfende Anforderung für tiefe Frequenzen lautet:

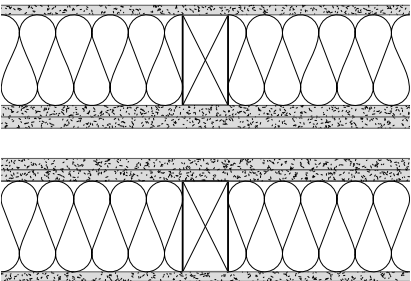
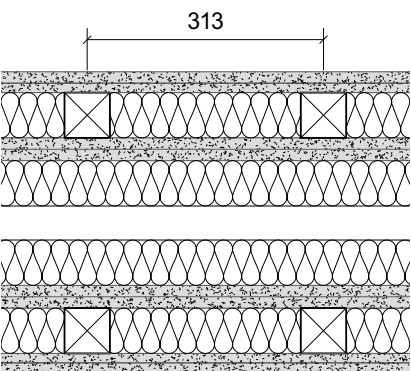
$$R_w + C_{50-5000} \geq 62 \text{ dB}$$

Zu beachten: Bei vergleichbarem Schalldämm-Maß R_w weisen die Gebäudetrennwände in 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:

$$R_w + C_{50-5000} = 69 \text{ dB} + (-2 \text{ dB}) = 67 \text{ dB} \geq 62 \text{ dB}$$

flankierende Decke	Boden	flankierende Holztafelwände	
		ohne Vorsatzschale	mit Vorsatzschale
			
$D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$ Trennwand unterbricht Unterdecke, Deckenbekleidung 2 x GF, über Federbügel an Decke befestigt	$D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$ Trennwand auf Holzbalkendecke, schwimmender Estrich durch Trennwand vollständig unterbrochen, einschl. seitlichem Estrichdämmstreifen	$D_{n,f,w} = 68 \text{ dB}$ Wand hinter der Trennwand vollständig getrennt, keine Überbrückung der Trennwandfuge durch Schrauben, Rahmenwerk, Rähm; Dämmung der Fuge	$D_{n,f,w} = 68 \text{ dB}$ Vorsatzschale durch Trennwand unterbrochen, raumseitige Bekleidung durchlaufend

Tab. C7.11 Norm-Flankenschallpegeldifferenz flankierender Bauteilen nach DIN 4109-33.

Wandaufbau (Zeichnung)	Beschreibung	bewertetes Schalldämm-Maß, Spektrumanpassungswert)
	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	$R_w = 70 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -12 \text{ dB}$
	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	$R_w = 69 \text{ dB}$ $C_{50-5000} = -2 \text{ dB}$
	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].

Die Flanken einer Reihen- oder Doppelhaustrennwand müssen eine Norm-Flankenschallpegeldifferenz von $D_{n,f,w} \geq 69$ 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.

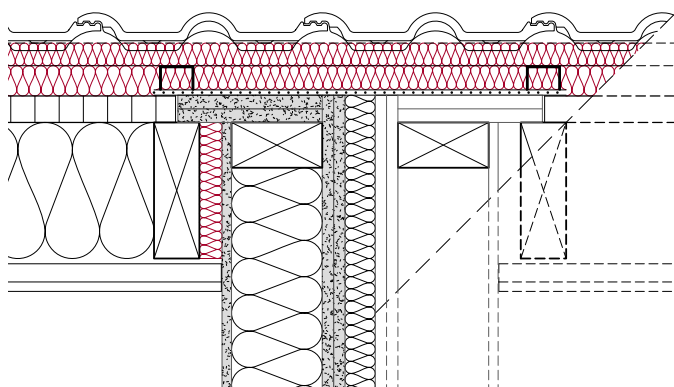


Abb. C7.13 Anschluss Gebäudetrennwand an ein Steildach mit Zwischensparrendämmung. Die Lattung ist getrennt.

Flanke 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]).

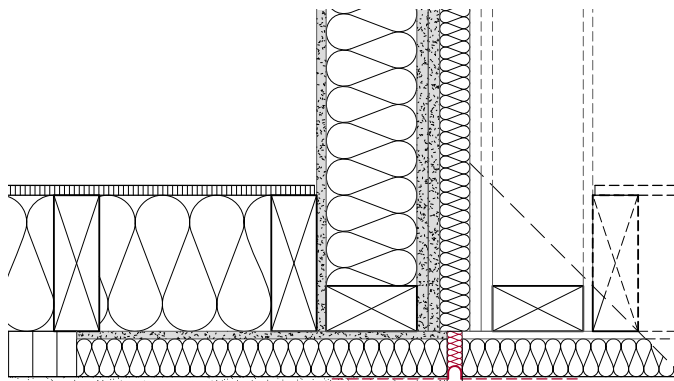


Abb. C7.14 Anschluss Gebäudetrennwand an Außenwand (Horizontalschnitt). Die Putzschichten sind durch Profile mit elastischem Füllstoff zu trennen und schlagregendicht auszuführen.

Flanke Deckenknoten

Auch für die Flanke Deckenknoten 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. F1.6 auf Seite 176.

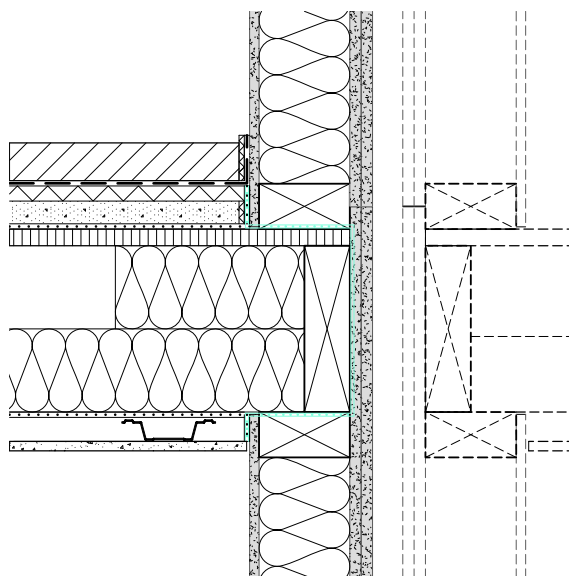


Abb. C7.15 Anschluss Geschosdecke an Gebäudetrennwand.

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.

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. Und so möchte man in den Phasen des „homeschooling“ nicht ständig um Ruhe bitten müssen.

In dem Grundrissbeispiel eines Einfamilienhauses (Abb. C7.16) 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 ≥ 54 dB aufweisen (siehe Seite 127).

Eine mögliche Lösung ist die Anordnung einer schallentkoppelten Vorsatzschale auf Federschien (Abb. C7.17). Die Wand erreicht den Wert $R_w = 54$ dB bei folgender Ausführung:

- Ständerwerk b/h = 60/140 mm
- Hohlraumdämmung ≥ 70 mm
- Beplankung 1. Wandseite:
12,5 mm Gipskartonplatte + 13 mm Holzwerkstoffplatte
- Beplankung 2. Wandseite:
12,5 mm Gipskartonplatte + 13 mm Holzwerkstoffplatte auf
27 mm Federschiene
13 mm Holzwerkstoffplatte

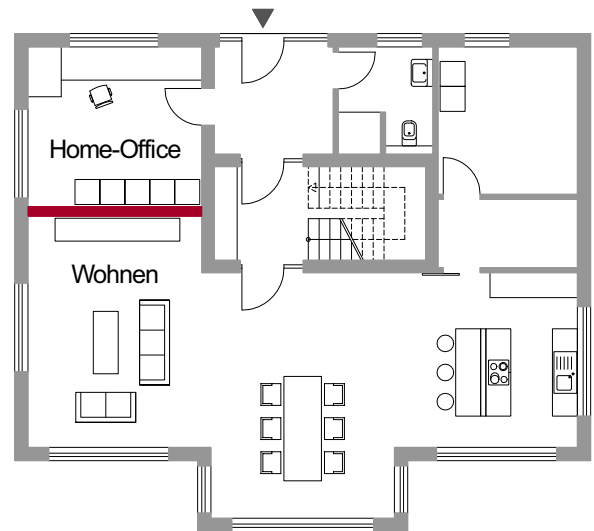
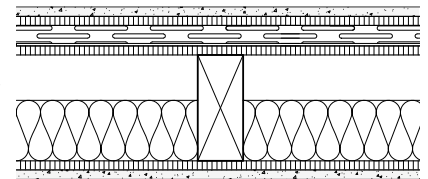


Abb. C7.16 Der Zielwert für den Schallschutz der Trennwand (rot) ist festzulegen. Mehrere Türen zwischen Home-Office und Wohnbereich sorgen für eine gute Schallbarriere.

Abb. C7.17 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 43.

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. C7.16) 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. C7.18).

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 $\text{erf. } R'_{w,\text{ges}}$
3. Berechnung des Korrekturwertes Außenlärm K_{AL}
4. Ermittlung des gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes der gesamten Außenbauteile $R'_{w,\text{ges}}$
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}

$$\text{erf. } R'_{w,\text{ges}} = L_a - K_{\text{Raumart}}$$

Der Korrekturfaktor ist für drei unterschiedliche Raumarten bzw. Nutzungen festgelegt.

Raumart	K_{Raumart}	Mindestanforderungen
Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	25 dB	$R'_{w,\text{ges}} \geq 35 \text{ dB}$
Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume u. ä.	30 dB	$R'_{w,\text{ges}} \geq 30 \text{ dB}$
Büroräume u. ä.	35 dB	—

Tab. C7.18 Raumarten mit Korrekturfaktoren und Mindestanforderungen nach DIN 4109-1: 2018-01.

Schritt 3 - Korrekturwert K_{AL}

Zu dem Anforderungswert $\text{erf. } R'_{w,\text{ges}}$ 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 $R'_{w,\text{ges}}$ 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 $R'_{w,\text{ges}}$ meist ohne die Berücksichtigung der Flankenübertragung erfolgen, da der Einfluss eher unbedeutend ist. Diese Vereinfachung gilt bei Einbau heute bauüblicher Fenster unter folgender Bedingung

$$R'_{w,\text{ges}} \leq 40 \text{ dB}$$

➔ 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

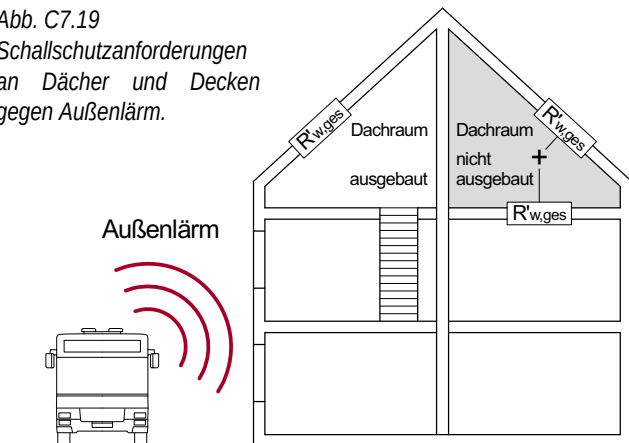
$$R'_{w,\text{ges}} - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_{w,\text{ges}} + K_{AL}$$

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. C7.19). 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. C7.19
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 Straßenverkehrswe- gen kann Tab. C7.20 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 beinhal- ten.

➔ Für ein konkretes Projekt muss der maßgebliche Außenlärmpegel aus allen relevanten Lärmquellen objektspezifisch gebildet werden.

Abstand	DTV KfZ/24h	Gemeinde- straßen	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. C7.20 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. C7.21, Spalte 2).

Kritische Einbausituationen dagegen liegen vor, wenn Fenster- oder Türelemente nach außen in die Dämmebene gerückt werden (Tab. C7.21, 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 .

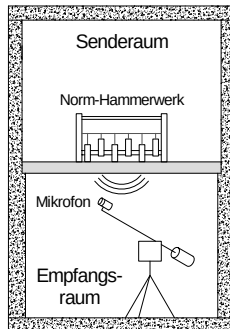
in der Leibung	bündig mit Außenkante Stiel	in der Dämmebene	außen bündig
unkritische Einbausituation		kritische Einbausituation	sehr kritische Einbausituation

Tab. C7.21 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. C7.22 erläutert. Das L steht für engl. „Level“ und bedeutet „Pegel“.

Seit Ausgabe 2016 der DIN 4109-2¹ 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 „gehör richtig“ bewerten zu können, wurde in der Broschüre des Informationsdienstes Holz [4] ein zusätzliches Kriterium definiert, siehe Tab. C7.23. 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 ^a abzugleichen. Berechnung: $L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 + u_{\text{prog}}$ Im Anhang D von DIN 4109-2 [43] 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 21
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 3 dB, 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. C7.22 Begriffe zum Körperschall.

^a Diese Norm stellt lediglich Mindestwerte dar. Es können durchaus höhere Werte gelten, z. B. Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4].

¹ „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
Trittschall			
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	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
Luftschall			
Wohnungstrenndecke	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$

Tab. C7.23 Normative Anforderungen und Empfehlung für wichtige Schallschutz-Zielwerte bei Holzdecken nach [4].

^a Befristete Ausnahme, danach $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$.

Hinweise zu den Schallschutzniveaus bei Holzdecken (Tab. C7.23)
"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.

➔ Holzbalkendecken und Massivholzdecken (z. B. Brettsper Holz) verhalten sich schalltechnisch ganz unterschiedlich. Verbesserungsmaßnahmen sind ebenfalls unterschiedlich wirksam.

Optimierte Holzbalkendecken

Holzbalkendecken benötigen eine Hohlraumdämmung. Dabei hat die Art des Dämmstoffs kaum Auswirkungen auf den Trittschallschutz. Zwei Ausführungen gelten als gleichwertig:

- zwei Lagen Dämmstoff, die den Hohlraum fast vollständig ausfüllen (2 cm Luft), $d = 2 \times 100 \text{ mm}$
- eine Lage Dämmstoff, seitlich an den Flanken hochgezogen, $d = 100 \text{ mm}$

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 $\rho = 40 - 50 \text{ kg/m}^3$ und dem längenbezogenen Strömungswiderstand von 5 bis 50 kPa s/m^2 . Unterhalb der Balkenlage sollte eine Rieselschutzfolie angeordnet werden, die mit einer Holzlattung im Abstand $e = 400 \text{ mm}$ befestigt wird.

Eine Rohdeckenbeschwerung wirkt sich bei Holzbalkendecken dann positiv aus, wenn gleichzeitig die Unterdecke optimiert wird. Dagegen wird bei schlecht entkoppelten Unterdecken die tieffrequente Trittschalldämmung durch die Beschwerung nachteilig beeinflusst.

Holzbalkendecken mit Zementestrich in Kombination mit einer gut entkoppelten schweren und biegeweichen Unterdecke (z. B. optimierte Abhänger, Abb. C7.24) erzielen auch ohne Rohdeckenbeschwerung sehr gute Werte beim Trittschallschutz, siehe Bauteil Seite 24.

➔ Holzbalkendecken mit Trockenestrich dagegen benötigen unbedingt eine Rohdeckenbeschwerung, um die Anforderungen des Schallschutzniveaus „BASIS+“ zu erfüllen.

Abb. C7.24
Optimierte Abhänger mit Elastomer.
Bild: Ing.-Büro Meyer



Optimierte Massivholzdecken

Aus Sicht des Schallschutzes sind Massivholzdecken gegenüber den Holzbalkendecken eine andere Bauart. Daher sind auch Maßnahmen zur Verbesserung des Trittschallschutzes unterschiedlich wirksam.

Bei Massivholzdecken 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.

→ Die Installationen einschließlich Befestigungen dürfen nicht in die Trittschalldämmung reichen, um linienförmige Schallbrücken zu vermeiden (Abb. C7.25).



Abb. C7.25 Mangelhafte Ausführung: Schallbrücken durch Ausparung der Trittschalldämmplatten im Bereich der Rohrleitungen.

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).

→ Erst bei Abhängehöhen $\geq 180 \text{ mm}$ wird der Nachteil bei den tiefen Frequenzen ausgeglichen.

Anders als bei den Holzbalkendecken hat die Art der Abhänger bei den Massivholzdecken nur einen geringen Einfluss. Entscheidend ist die Abhängehöhe.

Abb. C7.26 Gute Ergebnisse sind mit Direktschwingabhängern zu erzielen.

Bild: Ing.-Büro Meyer



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 Massivholzdecke ähnlich. Die Schallübertragung über die Flanken in die darunterliegenden Wände erfolgt auf zwei Wegen (siehe Tab. C7.27):

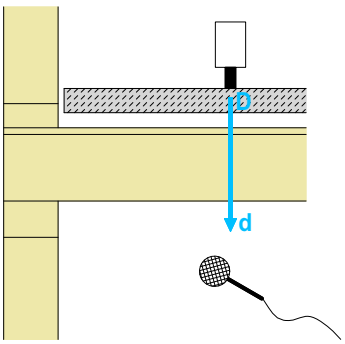
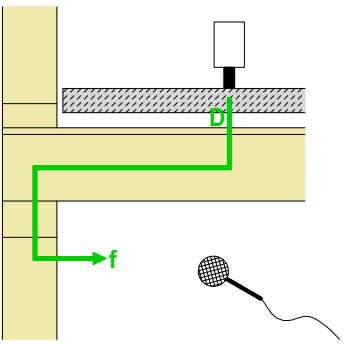
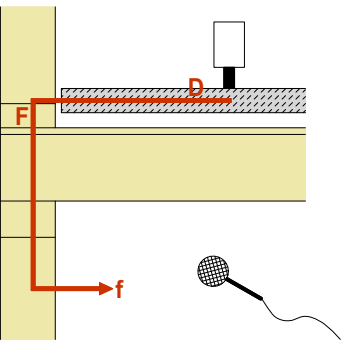
- über die tragende Decke in das Wandauflager Df
- aus dem Estrich über den Estrichranddämmstreifen in die Wand DfF

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.

$$L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w}$$

		
direkte Trittschallübertragung D_d über die Trenndecke	flankierende Trittschallübertragung D_f über die tragende Deckenkonstruktion und der darunterliegenden Wand	flankierende Trittschallübertragung DF_f über den Estrich-Randverbund und der darunterliegenden Wand
die kennzeichnende Größe ist der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$	die kennzeichnende Größe ist der Korrektursummand K_1	die kennzeichnende Größe ist der Korrektursummand K_2

Tab. C7.27 Schallübertragungswege bei Decken im Holzbau.

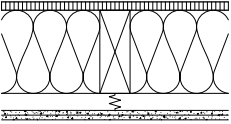
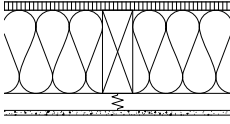
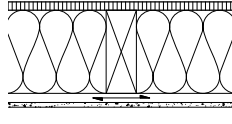
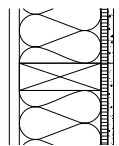
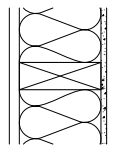
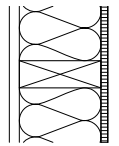
Vorbemessung von Holzdecken

Eine vereinfachte Vorbemessung für den Trittschall bei Holzdecken kann gemäß Informationsdienst Holz [4] in sechs Schritten erfolgen, siehe Tab. C7.28. Dazu wurde eine Matrix entwickelt, aus der ein erforderlicher

Ausgangswert des bewerteten Norm-Trittschallpegels (ohne Flanken) abgelesen werden kann, siehe Tab. C7.29 (Holzbalkendecken) und Tab. C7.30 (Massivholzdecken) für das Schallschutzniveau „BASIS+“.

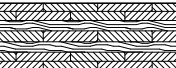
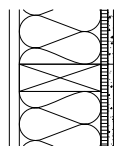
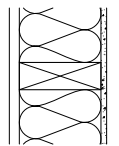
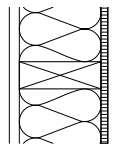
Planungsschritte Vorbemessung		Beispiel Holzbalkendecke
1.	Festlegung des Schallschutzniveaus nach [4] mit den Zielwerten $L'_{n,w}$ und $L_{n,w} + C_{1,50-2500}$	Die Zielwerte sind: $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 50 \text{ dB}$
2.	Festlegung zur Deckenkonstruktion, um eine Auswahl aus dem Bauteilkatalog zu ermöglichen.	Die Vorbemessung soll für folgende Deckenkonstruktion erfolgen: ■ Holzbalkendecke ■ abgehängte zweilagige Unterdecke ■ Zementestrich auf Mineralfaser-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.	Ablesen des erforderlichen Norm-Trittschallpegels ohne Flanken $L_{n,w}$ aus der Matrix Tab. C7.29 (Holzbalkendecken) oder Tab. C7.30 (Massivholzdecken).	Aus der Matrix Tab. C7.29 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 Beschwerde ausgewählt, Bauteil Seite 24 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 24) 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. C7.28 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 ^a
		Zementestrich (CT) oder Trockenestrich (TE) auf Mineralfaser-Trittschalldämmplatten			
HWS- und Gips-Beplankung		CT TE	$L_{n,w} \leq 40 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 43 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$
Gips-Beplankung		CT TE	$L_{n,w} \leq 39 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 42 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 45 \text{ dB}$
HWS-Beplankung oder Massivholzwände		CT	$L_{n,w} \leq 34 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 38 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 39 \text{ dB}$
		TE	$L_{n,w} \leq 37 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 41 \text{ dB}$	$L_{n,w} \leq 42 \text{ dB}$

Tab. C7.29 Matrix zur Vorbemessung Trittschall bei Holzbalkendecken für das Schallschutzniveau „BASIS+“ nach [4]. Abgelesen wird der erforderliche Norm-Trittschallpegel.

^a Ggf. Sparschalung.

Beplankung Holztafelbauwand		Massivholzdecke
Zementestrich auf Mineralfaser-Trittschalldämmplatten		
HWS- und Gips-Beplankung		$L_{n,w} \leq 40 \text{ dB}$
Gips-Beplankung		$L_{n,w} \leq 39 \text{ dB}$
HWS-Beplankung oder Massivholzwände		$L_{n,w} \leq 34 \text{ dB}$
		$L_{n,w} \leq 37 \text{ dB}$

Tab. C7.30 Matrix zur Vorbemessung Trittschall bei Massivholzdecken 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 $D_{n,f,w} = 67 \text{ dB}$. Dieser Wert erfüllt die Anforderungen bis hin zum Schallschutzniveau „KOMFORT“.

Bei reiner Massivholzbauweise kann der Luftschallschutz maßgebend sein und ist ebenfalls zu prüfen. Flankierende Massivholzwände 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

C. Bauphysik
C7. Schallschutz
3. Trittschalldämmung, Decken

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 ¹ sind typische Fehler zusammengetragen, Beispiele:

- durchlaufende Außenwände, Lattungs- und Installationsebenen
- Mörtelbrücken in Trennfugen an Estrichen/Fliesen
- Unterbrechung der Trittschalldämmung unter Estrichen durch Installationen oder Mörtel
- durchlaufende Schächte und Installationsleitungen

In Tab. C7.31 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.

¹ „Schallschutztechnische Ausführungsfehler an Holzdecken“, Ernst Ulrich Köhnke, Aufsatz im Tagungsband 4. HolzBauSpezial Akustik & Brandschutz 2013

Bauteile zwischen verschiedenen Nutzungsbereichen	Mindestanforderungen ^a		Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz ^b	
	R' _w [dB]	L' _{n,w} [dB]	R' _w [dB]	L' _{n,w} [dB]
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen				
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, Treppenträumen 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
Einfamilien-Doppel- und Einfamilien-Reihenhäuser				
Decken ^c	–	≤ 41	–	≤ 36
Treppenläufe und -podeste ^c		≤ 46		≤ 41
Zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen				
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. C7.31 Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen.

^a nach DIN 4109-1: 2016-07 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“

^b nach DIN 4109-5: 2020-08 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“

^c Gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in waagerechter oder schräger Richtung.

C8. Tragwerk

1. Gliederung der Eurocodes

Die Eurocodes sind ein europaweit vereinheitlichtes Bemessungssystem im Bauwesen. Es sind europäische Normen, die durch Wissenschaftler, Ingenieure und Praktiker erarbeitet wurden. Es gibt zurzeit 10 Eurocodes (Tab. C8.2), die sich nach den verschiedenen Werkstoffen für die Tragwerke gliedern, wobei EC 0 und EC 1 übergreifend gelten.

Der Nationale Anhang NA ist in gleicher Weise organisiert wie der Eurocode selbst und enthält weiterführende Bestimmungen als:

- NCI - Informationen
- NDP - national festgelegten Parametern

Wo ist was geregelt?	Europäische Regeln ^a		Nationale Regeln ^b
Bemessung	Grundgerüst: Eurocode EC 5 DIN EN 1995-1-1	und	Detailregeln: Nationaler Anhang DIN EN 1995-1-1-NA
Produktwerte sind im NA nicht enthalten, diese werden an verschiedenen Stellen ergänzt:			
Standardprodukte	Herstellung und Merkmale nach den Euronormen	und	Anwendung nach DIN 20000-x
besondere Produkte	Europäische Technische Zulassungen ETA	und	zugehörige nationale Verwendungsbedingungen
		oder	allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

Tab. C8.1 Das Prinzip der Europäischen Produktregeln.

^a Für alle Länder Europas gleich. Ziel: Vereinheitlichung der Produkte.

^b Besonderheiten für Deutschland. Regeln zur Anwendung.

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. C8.2 Liste der europäischen Bemessungsnormen.

Der Übergang von den nationalen zu den europäischen Bemessungsregeln gilt als abgeschlossen. Im Holzbau ist vielen Beteiligten die DIN 1052 ein Begriff, die vollständig zurück gezogen wurde. Die Begrifflichkeiten haben sich mit der Umstellung verändert.

Baustoffkennwerte

Es ist festgelegt, dass die Eurocodes keine Baustoffkennwerte enthalten dürfen. Der EC 5 verweist direkt oder indirekt auf viele andere für den Holzbau relevante Normen. Es scheint in der europäischen Normung ein Prinzip zu sein, die Themenfelder jeder einzelnen Normen gering zu halten, um eine Bearbeitung zu erleichtern. Daraus resultiert allerdings eine schier endlose Zahl an Normen insbesondere zu den Baustoffen.

Abschn.	Titel
1	Allgemeines
2	Grundlagen für Entwurf und Bemessung
3	Baustoffeigenschaften
4	Dauerhaftigkeit
5	Grundlagen der Berechnung
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit®
8	Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln
9	Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke
10	Ausführung und Überwachung
Anhang A	Blockscherversagen von Verbindungen
Anhang B	Nachgiebig verbundene Biegestäbe
Anhang C	Zusammengesetzte Druckstäbe
Anhang D	Literaturhinweise

Tab. C8.3 Gliederung der DIN EN 1995-1-1: 2010-12.

Um für den Anwender das Auffinden von Informationen zu erleichtern wurde seitens des Herausgebers dieser Broschüre ein umfangreicher Baustoffkatalog „ProfiWissen 1x1 der Holzprodukte“ [15]. geschaffen. Neben den Kenndaten wird ein breites Grundlagenwissen vermittelt.



2. Begriffe aus der Tragwerksplanung

Die Grafik in Abb. C8.4 zeigt in abstrakter Form das Prinzip der Tragwerksplanung nach dem EC 5. Die Einwirkungen (95%-Quantile) und die Festigkeit des Holzes (5%-Quantile) werden durch Sicherheiten „auf Abstand“ gehalten.

Es ist zu gewährleisten, dass übergroße Einwirkungen mit hinreichender Sicherheit nicht auf ein Material geringer Festigkeit treffen. Dies setzt voraus, dass Tragwerksplaner, Architekten und Handwerker die Regeln des Eurocodes beachten.

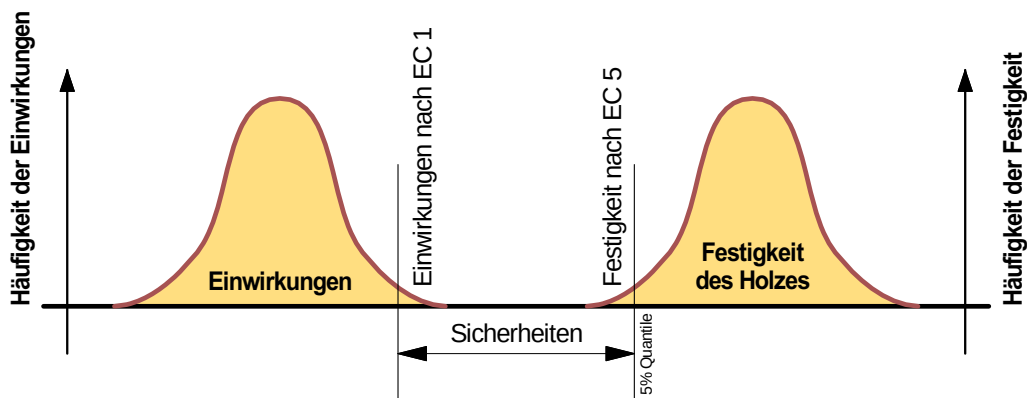


Abb. C8.4
Prinzip der Sicherheiten
im Bemessungsmodell
des Eurocode.

Kombinationsbeiwerte

sind abgeleitet aus der Wahrscheinlichkeit, in welcher Weise mit dem Zusammentreffen verschiedener Einwirkungen zu rechnen ist. So wird auf Grundlage des EC 1 die verschiedensten Kombinationen im Zuge der Bemessung überprüft.

	Trag- fähigkeit	häufige Kombination	seltene
	γ_0	γ_1	γ_2
Wohnräume	0,7	0,5	0,3
Lagerräume	1,0	0,9	0,8
Windlasten	0,6	0,5	0,0
Schneelasten ^a	0,5	0,2	0,0

Tab. C8.5 Kombinationsbeiwerte ψ für Einwirkungen.

^a Bis 1.000 m Geländehöhe.

Teilsicherheitsbeiwert g_M

Für das Material sind Teilsicherheitsbeiwerte zu berücksichtigen. Bei dem natürlichen Holz und der höheren Streuung in der Festigkeit liegt z. B. bei $g_M = 1,3$ bei Metallen hingegen nur bei $g_M = 1,1$. Damit werden das Risiko einer geringen Festigkeit trotz einer fachgerechten Holzsortierung eingefangen.

Lasteinwirkungsdauer

Je länger eine Beanspruchung eines Materials dauert, um so ungünstiger ist sie. Holz kann bei kurzer Lasteinwirkungsdauer wesentlich stärker beansprucht werden als bei anhaltender Einwirkung. Dies wirkt sich auf die Modifikationsbeiwerte k_{mod} und die Verformungsbeiwerte k_{def} aus.

Bezeichnung	Dauer	Beispiele
sehr kurz	bis eine Minute	Anpralllasten
kurz	bis eine Woche	Wind, Schnee ^a
mittel	bis 6 Monate	Nutzlasten ^b , Schnee ^c
lang	bis 10 Jahre	Nutzlasten ^d
ständig	ab 10 Jahre	Eigengewicht

Tab. C8.6 Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)

^a Bei Geländehöhen unter 1000m über N.N.

^b z. B. bei Spitzböden, Wohn- u. Aufenthaltsräumen, Büroflächen.

^c Bei Geländehöhen über 1000m über N.N.

^d z. B. Fabriken, Werkstätten, Lagerräume.

Modifikationsbeiwert, k_{mod}

ist ein Begriff aus dem Sicherheitskonzept der DIN EN 1995-1-1 (EC 5). Holz kann höher beansprucht werden, wenn die Lasteinwirkung kurz ist und das Holz dabei trocken ist. Dies wird mit dem Modifikationsbeiwert k_{mod} berücksichtigt. Bei kurzer Einwirkung in der Nutzungsklasse NKL 1 ist eine geringe Abminderung berücksichtigen die bei größerer Lasteinwirkung und feuchterem Klima wächst.

3. Überschlägige Ermittlung von Wandscheiben

Zur Aussteifung von Gebäuden, die in der Holzrahmenbauart errichtet werden, sind Wandscheiben erforderlich. Es geht um die sichere Ableitung der Windkräfte, die auf das Gebäude wirken. Dabei sind die Richtungen zu unterscheiden:

- Wind auf z. B. Giebelseite
- Wind auf z. B. Traufseite

Statisch sinnvoll ist die Anordnung von Wandscheiben in mindestens vier umlaufenden Wänden des Gebäudes, sowie einiger Innenwände. Sind die aussteifenden Wandscheiben in ausreichender Zahl vorhanden und gleichmäßig verteilt, ist die Bemessung günstig.

Wandscheiben in nur drei Außenwänden können unter bestimmten Bedingungen zur Gebäudeaussteifung ausreichen, der Aufwand für den statischen Nachweis und der Ausführung werden dadurch jedoch erhöht.

Als aussteifende Wandscheiben können angesetzt werden:

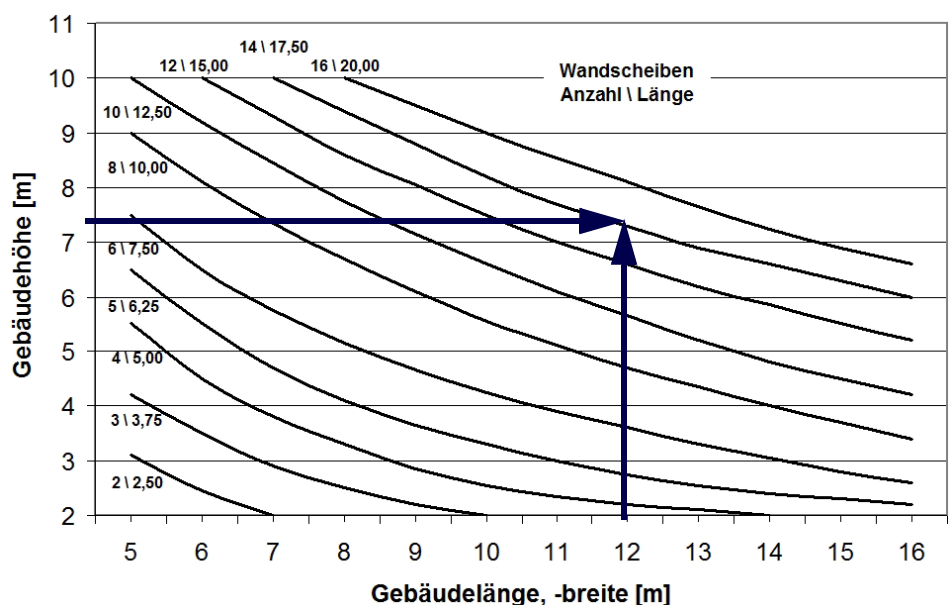
- die eine Mindestbreite von 60 cm haben, und
- geeignete Werkstoffe enthalten (z. B. Vollholz-Rahmen und großformatige OSB-Platten kraftschlüssig befestigt), sowie
- statisch wirksam im Bauwerk verbunden und verankert sind.

➔ Je größer die Länge der gesamten Wandscheiben, desto geringer werden die Anschlusskräfte der einzelnen Wandscheiben.

Abschätzung für die Menge an Wandscheiben

Beispiel: Die Gebäudelänge beträgt 12,0 m, die Gebäudehöhe 7,5 m. Dann würden überschlägig 14 Stk. Wandscheiben mit der Gesamtlänge von 17,50 m im Erdgeschoss benötigt. Der Einfluss aus der Dachneigung und die Minderfläche des Giebeldreiecks werden bei dieser Abschätzung als ähnlich bewertet.

Abb. C8.9 Überschlägige Ermittlung von Wandscheiben mit einer zulässigen Horizontalkraft von zul. $F_{H,K} = 3,3 \text{ kN}$ auf die Wandscheibe.



Mit Hilfe des Diagramms (Abb. C8.9) kann die erforderliche Wandscheibenlänge je Geschoss abgeschätzt werden. Dem Diagramm (Abb. C8.9) liegt eine zulässige Belastung der Wandscheiben von $F_H = 3,3 \text{ kN/Raster}$ (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.

Abb. C8.7 und Abb. C8.8 zeigen einen einfachen EG-Grundriss mit den zur Aussteifung statisch nutzbaren Wandscheiben für die zwei Richtungen der Windlast.

Abb. C8.7
Statisch nutzbare Wandscheiben für den Lastfall W_x

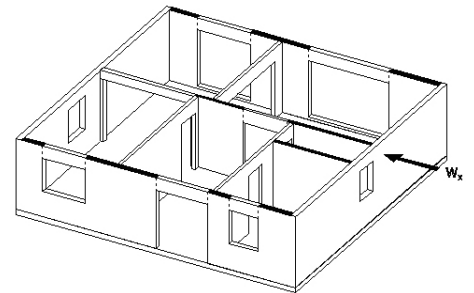
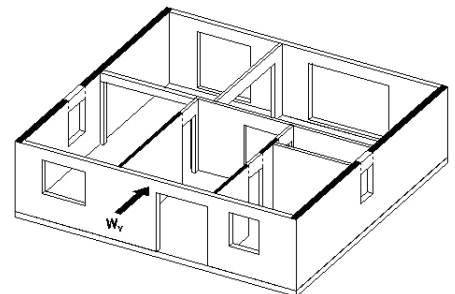


Abb. C8.8
Statisch nutzbare Wandscheiben für den Lastfall W_y



Von beidseitig beplankten Wandscheiben können auch höhere Aussteifungslasten von z. B. $7,0 \text{ kN/Raster}$ und höher aufgenommen werden. Beim Ansatz dieser hohen Belastungen sind dann weniger die statischen Nachweise der Wandscheiben selbst das Problem, als vielmehr die erwähnten Anschlüsse und Verankerungen.

➔ Bitte beachten:

Bei größeren Wandhöhen steigen die Verankerungslasten.

4. Deckenbeplankung

Die Geschossdecke trägt zur Gebäudeaussteifung erheblich bei. Der Eurocode EC 5 sieht dafür einen vereinfachten Nachweis vor.

- Die Platten sind an den Querseiten auf den Balken zu stoßen.
- Befestigung nach Statik.
- Platten mit längsseitig Nut u. Feder, eine Verklebung ist nicht erforderlich.
- Die Plattenbreite bemisst sich nach dem Balkenabstand (e):
 $b \geq e / 0,75$ z. B.: $b \geq 0,625 / 0,75 \geq 0,83$ m
- Plattenformat üblicherweise 1,25 x 2,50 m (Balkenabstand 83,5 cm bzw. 62,5 cm). Der Balkenabstand darf dann maximal:
 $e \leq 1,25 \text{ m} \times 0,75 \leq 0,93$ m betragen.
Bei großen Flächen oder vom Raster 0,625 m bzw. 0,833 m abweichendem Balkenabstand sollte zur Verschnittminimierung das Plattenmaß 1,25 x 5,00 m verwendet werden.
- Bei Deckenbeplankung mit sichtbaren gespundeten Faserbrettern genügt eine aufliegende OSB-Platte mit der Dicke 12 mm mit stumpfen Stößen. Bei Brandschutz-F30-Anforderung dient das Faserbrett als „Opferschicht“ (Abbrandquerschnitt), die OSB-Platte wird dann als allein tragend und aussteifend bemessen (vgl. Abb. C6.17 auf Seite 117 und Tab. C8.10).

Verkehrslast 2,0 kN/m ² Eigengewicht 1,4 kN/m ²	Dicke der Beplankung bei Balkenabstand	
	62,5 cm	83,5 cm
OSB/3 (EN 300)	22 mm	—
OSB/4 (EN 300)	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. C8.10 Tragende Beplankung auf Holzbalkendecken bei Zementestrich $d = 5$ cm.



Abb. C8.11 Großformatige OSB-Platten sind besonders wirtschaftlich bei der Ausbildung der Deckenscheibe.

Wie bereits erwähnt, begrenzt die Plattenbreite den Balkenabstand (Faktor 0,75). Welches ist der Grund dafür? Würden kleinformatige Platten für die Aussteifung verwendet, wie sie bei der Bodenverlegung als „Ein-Mann-Platten“ üblich sind, nehmen die Fugen erheblich zu. Dies führt zu einer höheren Verformbarkeit (Weichheit der Deckenscheibe). Um diesen Nachteil auszugleichen hat der EC5 den Faktor 0,75 eingeführt mit dem Hintergrund, dass dann deutlich mehr Verbindungsmittel durch den geringeren Balkenabstand einzubringen sind.
Beispiel: bei einem Plattenmaß von 0,67 x 2,50 m beträgt der maximale Abstand der Balkenlage $e = 0,67 \times 0,75 \text{ m} = 0,50$ m

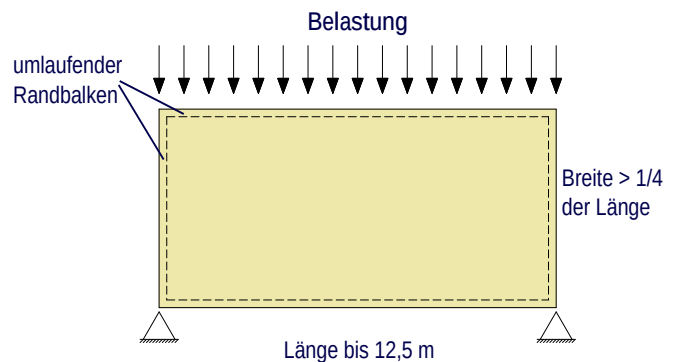


Abb. C8.12 Anforderungen an Deckenscheiben mit einer Beplankung aus großformatigen Holzwerkstoffplatten ab 1,25 x 2,50 m.

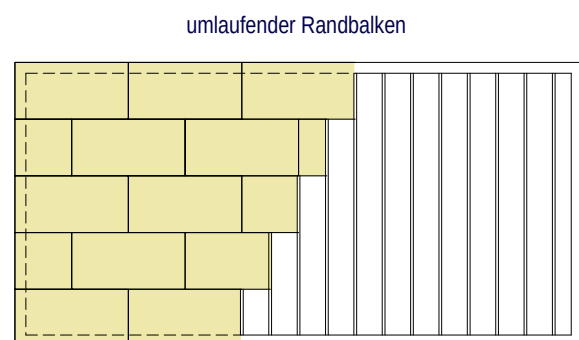


Abb. C8.13 Ausführung der Deckenscheibe: versetzte Stöße auf den Deckenbalken, Längsfugen mit Nut-Feder.

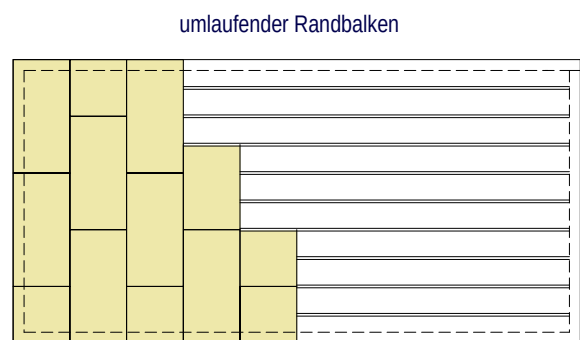


Abb. C8.14 Ausführung der Deckenscheibe bei längslaufender Balkenlage, auch hier versetzte Stöße auf den Deckenbalken. Längsfugen mit Nut-Feder.



Bild: Dörken

D. Baustoffe im Holzbau

D1. VOCs in Holz und Holzwerkstoffen	145
D2. Luftdichtung/Dampfbremse	146
D3. Konstruktionsholz	147
1. Sinnvolle Querschnittsgrenzen werden überschritten!	147
2. Tragfähigkeit von Holz	149
D4. Verbinder	153

In 2016 ist das umfassende Handbuch zu den Baustoffen im Holzbau erschienen „ProfiWissen - 1x1 der Holzprodukte“ [15] (Neuaufgabe in 2021 geplant). Die Kenndaten und Anwendungen der vielen Produkte im Holzbau werden auf über 240 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.



„Oder gleichwertig“ in Ausschreibungen

Architekten wollen nach einer detaillierten Planung in den Ausschreibungen vorgeben, welche Produkte eingesetzt werden sollen. Damit sollen die zugeordneten Funktionen des Materials sicher gestellt werden. Das ist nachvollziehbar, weil dann die Eigenschaften des Materials/Bauteils eindeutig sind. Allerdings sieht die VOB die Zuständigkeit für die Materialwahl beim Auftragnehmer (Handwerker, vgl. VOB/A DIN 1960 §7 Abs. 8). Danach ist der Auftraggeber bei einer spezifischen Produktangabe gehalten, ein „oder gleichwertig“ in seiner Leistungsbeschreibung anzufügen.

Die Gleichwertigkeit eines Werkstoffes ist dann gegeben, wenn die gestellten Anforderungen erfüllt werden können. Hierzu zählen die mechanischen und die bauphysikalischen Merkmale. Zu prüfen ist, ob gestalterische Aspekte berührt werden. Wird die gleiche Werkstoffgattung gewählt (identische Produktnorm), jedoch ein anderer Hersteller, dürfte die Gleichwertigkeit gegeben sein. Mit der Tabelle werden Hinweise gegeben worauf bei Alternativangeboten zu achten ist.



Bild: Stora Enso

Abb. D0.1

Welche Anforderungen bestehen an dieses Material?

Anforderung	Maßgabe	Zu beachten ist insbesondere
Technische Grundlage des Produktes	Verwendbarkeitsnachweis: • Norm • Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung • Europäische Technische Zulassung (ETA)	das in dem Verwendbarkeitsnachweis definierte Anwendungsgebiet
Klimatische Bedingungen	Nutzungsklasse	bei hohen Luftfeuchten und Bewitterung
Mechanische Eigenschaften	charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitswerte	bei tragenden und/oder aussteifenden Beplankungen
	Festigkeitsklassen	bei Konstruktionsholz
	Nagelbarkeit	z. B bei Schieferdeckung
Holzschutz	Gebrauchsklassen GK 0	Feuchtebeständigkeitsbereich bei Holzwerkstoff
		Dauerhaftigkeitsklasse bei Vollholz und daraus hergestellten Produkten
Bauphysikalische Eigenschaften	Rohdichte	bei Brandschutzanforderungen
	Wärmeleitfähigkeit	bei Außenbauteilen
	Feuchteschutz	der Wasserdampfdiffusionswiderstand bei Außenbauteilen
Optische Eigenschaften	Oberfläche	individuelle Anforderungen
Ökologische Eigenschaften	Emissionsklasse	Mindestanforderungen E1 bei HW und individuelle Anforderungen
	Ökologische Zertifizierung, Nachhaltigkeit	Individuelle Anforderungen

Tab. D0.2 Notwendige Informationen, die auf die Materialwahl Einfluss haben können.

D1. VOCs in Holz und Holzwerkstoffen

VOCs (Volatile Organic Compounds) sind flüchtige organische Verbindungen, die in vielen Produkten enthalten sind, z. B. Aceton in Lösungsmitteln. Darüberhinaus gibt es auch viele VOCs natürlichen Ursprungs, wie Aldehyde, Acetate, Terpene, Alkohole und Aromate. So emittiert Holz die in ihm natürlich vorkommenden Terpene, die für den typischen Geruch von Nadelhölzern sorgen. Stärker als aus dem Rohholz emittieren Aldehyde aus OSB-Platten, z. B. Hexanal. Einige typische VOCs sind in Tab. D1.1 aufgeführt.

Studien belegen, dass Holz in Wohn- und Arbeitsräumen positive Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen hat und z. B. leistungssteigernd wirkt.

VOCs sind immer weiter in den Fokus gerückt, da Neubauten heute möglichst luftdicht ausgeführt werden. Dies erhöht die Anforderungen an eine gute Raumlufthygiene. Die Bewertung von flüchtigen Fremdstoffen in Innenräumen ist schwierig, da ein komplexes, zeitlich und räumlich oft sehr variables Gemisch beurteilt werden muss. Vor diesem Hintergrund wird der TVOC-Wert (total volatile organic compounds) als Summenwert zur Beurteilung der Innenraumluft herangezogen.

typische VOCs	können enthalten sein z. B. in:
Aldehyde ^a	Alkydharzfarben, Ölfarben, Abbauprodukte aus Linoleum, Korkfußböden, Holzprodukte
Alkane, Alkene	Lösemittel in Lacken, Harzen
Alkohole	Reiniger, Lösemittel, Abbauprodukte aus Weichmachern
Aromatische Verbindungen	Teppichbodenrücken, Hartschaumprodukte
Ester (Acetate)	Lösemittel, Weichmacher
Glykolether	Lösemittel in wasserlöslichen Farben und Lacken, Reiniger
Terpene	Holz, Lösemittel, Duftstoffzusätze

Tab. D1.1 In Innenräumen häufig gemessene VOCs (Auszug).

^a Außer Formaldehyd, das zur Gruppe der leicht flüchtigen org. Verbindungen (VVOC, (very volatile organic compounds)) gehört.

Rechtliche Regelungen

Die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB[↑]) enthält Grundanforderungen an Bauwerke. Dazu gehören auch Anforderungen zur Beschränkung gesundheitsschädlicher Emissionen in Aufenthaltsräumen (Anhang 8). Die Anforderungen hinsichtlich der VOC-Emissionen sind der Tab. D1.2 zu entnehmen. Auch für Holzwerkstoffe (OSB, kunstharzgebundene Spanplatten und dekorative Hochdruckschichtpressstoffplatten) gilt eine Nachweispflicht für VOC. Dies ist umstritten. Denn die Gefährdung durch holzeigene Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen ist wissenschaftlich nicht eindeutig belegt. Dazu kommt, dass die Emissionen je nach Holzart, Lagerung und Bear-

beitung stark variiert. In zwei Bundesländern wurde die Anforderung an Holzwerkstoffplatten außer Kraft gesetzt. Andere Landesbauordnungen hingegen fordern derzeit einen VOC-Nachweis. Daher haben Hersteller auch emissionsarme, geprüfte Holzwerkstoffplatten in ihrer Produktpalette. Bei der Herstellung werden als Bindemittel formaldehydfreie Leimharze (PMDI) eingesetzt. So können sogar Innenräume mit sichtbaren OSB-Oberflächen realisiert werden, siehe Abb. D1.3.

➔ Der Deutsche Holzertighausverband rät Holzbaubetrieben zu einem Produktmanagement mit einer Erfassung aller gesundheitlich relevanten Daten aus Technischen Merkblättern, Sicherheitsdatenblättern und Umweltproduktdeklarationen (EPDs).

Wesentliches Merkmal	Emissionen	
	nach 3 Tagen	nach 28 Tagen
Karzinogen ^a (Kat. 1A /1B)	≤ 0,01 mg/m ³	≤ 0,001 mg/m ³
TVOC _{spez}	≤ 10 mg/m ³	≤ 1,0 mg/m ³
TSVOC ^b		≤ 0,1 mg/m ³
TVOK ohne NIK ^c		≤ 0,1 mg/m ³
R-Wert ^d		≤ 1

Tab. D1.2 Grenzwerte für VOC-Emissionen gemäß MVV TB[↑].

^a Stoffe, die Krebs erzeugen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können.
Kategorie 1A: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen karzinogen sind.
Kategorie 1B: Stoffe, die beim Menschen wahrscheinlich karzinogen sind.

^b Summe der schwerflüchtigen organischen Verbindungen (SVOC).

^c NIK-Werte – niedrigste interessierende Konzentrationen, Hilfsgrößen der gesundheitsbezogenen Einzelstoffbewertung bei der Produktemission.

^d Der R-Wert ist der Gefahrenindex zur Beurteilung kombinatorischer Effekte von Stoffen in einem emittierten Substanzgemisch eines Bauproduktes.



Bild: Swiss Krono Tex

Abb. D1.3 Eingangsbereich einer Kindertagesstätte mit sichtbaren OSB-Oberflächen.

D2. Luftdichtung/Dampfbremse

Die Funktion von Luftdichtung und Dampfbremse sind üblicherweise in einem Material vereint. Wir nennen sie LD/DB. Im Abschnitt Bauphysik (ab Seite 63) wurde erläutert, dass aufgrund des Feuchteschutzes eine LD/DB auf die warme 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°C). Stark saugende Untergründe sollten geprimert 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 87). 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 (siehe Seite 85).
- Optimal ist die Feuchtespeicherfähigkeit z. B. einer Holzwerkstoffplatte (siehe Abschnitt Bauphysik „Umkehrdiffusion“ ab Seite 89).
- 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 getrennt ausgebildet werden. Dann muss die Innenbekleidung aus Gipswerkstoffplatten luftdicht hergestellt werden. In diesem Fall darf die dahinterliegende Dampfbremse einfach überlappend oder stumpf stoßend hergestellt werden. Üblich ist diese Art der Ausbildung jedoch nicht.

Werkstoff	Verfügbarkeit in verschiedenen Formaten	optimaler s_d -Wert	Feuchtespeicherfähigkeit bei Umkehrdiffusion	mechanisch robuster Werkstoff	Vollschalung für die Raumseite	einfache Verarbeitung	Systemzubehör
OSB-Platten	ja	ja	ja	ja	ja	eingeschränkt	ja
Spanplatten	eingeschränkt	nein	ja	ja	ja	eingeschränkt	ja
Dampfsperre $s_d > 50$ m	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Dampfbremse $s_d = 2$ bis 5 m	ja	ja	nein	nein	nein	ja	ja
feuchteadaptive Dampfbremse	ja	eingeschränkt ^a	nein ^b	nein	nein	ja	ja

Tab. D2.1 Kriterien für die Auswahl der LD/DB.

^a Bei Innenausbauten mit hoher Raumfeuchte ist die feuchteadaptive Dampfbremse ungeeignet. Haupteinsatzgebiet ist die Sanierung und bei Konstruktionen mit besonderem Feuchteschutznachweis.

^b 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.

➔ Im Holzbau stellt die OSB-Platte das Optimum aller Werkstoffe bei der Vollsparrendämmung im Dach und im Holzrahmenbau dar.

D3. Konstruktionsholz

1. Sinnvolle Querschnittsgrenzen werden überschritten!

Die Sägewerkstechnik hat Maschinen entwickelt, die offenbar Querschnitte von bis zu 160 mm x 280 mm mit einer Keilzinkenverbindung fügen können. Und dies ohne Verlust an Tragfähigkeit – erstaunlich! Aber ist dies auch sinnvoll? Ist die wirtschaftliche Trocknung des vollständigen Querschnitts auf eine maximale Holzfeuchte von 18% zuverlässig überhaupt möglich? Wohl nicht und selbst wenn dies möglich wäre, ergeben sich große Nachteile:

- Schwundmaß zu groß – Querschnitte von 160 mm x 280 mm werden oft für Mittelpfetten bei unmittelbar ausgebauten Dachgeschossen verwendet (siehe Abb. D3.1). Im verbauten Zustand ergibt sich eine Trocknung um ca. 10%. Daraus resultiert ein Schwundmaß von mindestens 7 mm. Ist der Kern des Querschnitts nass (Tab. D3.4), ist das Schwundmaß entsprechend größer.
- Sperrwirkung fehlt – Für den Holzfachmann ist es eine Selbstverständlichkeit. Will man die Verformungen von Holz wie Krümmungen und Verdrehungen reduzieren, so fügt man mindestens zwei besser drei Querschnitte durch Verkleben aneinander. Einteilige Querschnitte sind in der Formstabilität dem Brett- und Balkenschichtholz deutlich unterlegen.
- Holzarten unterscheiden sich – Bei einteiligen Querschnitten sollte die Holzart mit Bedacht gewählt werden. Neben der unterschiedlichen Resistenz gegenüber Schädlingen ist auch das Verformungsverhalten recht unterschiedlich (siehe [15]).



Abb. D3.1 Risse in Bekleidungen vom Dachgeschoss haben ihre Ursache oft im Schwund der Mittelpfette. Diese im nassen Zustand eingebaute Pfette wird im Laufe der folgenden Monate um ca. 15 mm schwinden. Selbst ein einstiellig geschnittenes KVH wird um ca. 10 mm schwinden. Das Problem ist, dass sich die Schwindverformung nach dem Ausbau des Daches einstellt. Die Folge sind Risse in den Bekleidungen.

➔ Mittelpfetten sollten aus Balkenschichtholz oder Brettschichtholz hergestellt werden!



Bild: binderholz

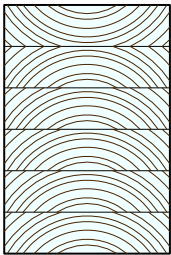
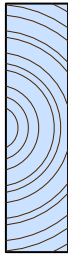
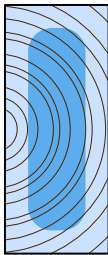
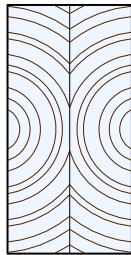
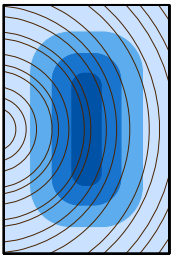
Abb. D3.2 Brett- oder Balkenschichtholz reduziert die Schwindverformungen auf wenige Millimeter. Die Konstruktion ist damit formstabil.

➔ Im Sinne einer wirtschaftlichen und schonenden Holztrocknung sollte die maximale Dicke einteiliger Querschnitte bei maximal 100 mm liegen. In anderen nordeuropäischen Ländern ist dies Standard.

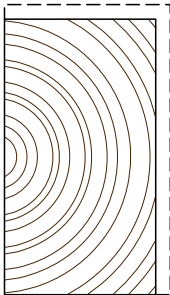
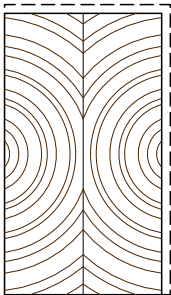
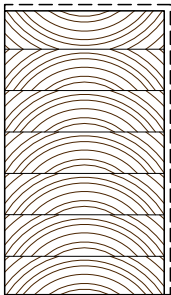
D. Baustoffe im Holzbau

D3. Konstruktionsholz

1. Sinnvolle Querschnittsgrenzen werden überschritten!

					
	Brettschichtholz (BSH)	Vollholz (KVH)	Vollholz (KVH)	Balkenschichtholz (DUO)	Vollholz (KVH)
Querschnitt	b = 160 mm h = 240 mm	b = 60 mm h = 240 mm	b = 100 mm h = 240 mm	b = 120 mm h = 240 mm	b = 160 mm h = 240 mm
Holzfeuchte bei Lieferung	12 ± 3 % über den gesamten Querschnitt	≤ 18 % über den gesamten Querschnitt	leicht erhöhte Kernfeuchte ist kaum vermeidbar	≤ 15 % über den gesamten Querschnitt	stark erhöhte Kernfeuchte ist kaum vermeidbar

Tab. D3.3 Je kleiner der Querschnitt, desto effizienter und wirkungsvoller die Holz Trocknung. Der Unterschied wird bei den größeren Querschnitten deutlich.

Beispiele			
	Vollholz (KVH)	Balkenschichtholz (DUO)	Brettschichtholz (BSH)
Querschnitt bei Lieferung	b = 160 mm h = 280 mm ^a	b = 160 mm h = 280 mm	b = 160 mm h = 280 mm
Holzfeuchte bei Lieferung ^b	≤ 18 %	≤ 15 %	~ 12 %
Schwindmaß	b = 2,5 % h = 2,5 %	b = 2,5 % h = 2,5 %	b = 3,0 % h = 2,0 %
Querschnitt bei Nutzung ^c	b = 156 mm h = 273 mm	b = 157 mm h = 275 mm	b = 158 mm h = 278 mm

Tab. D3.4 Schwindverformung bei verschiedenen Produkten.

^a Von einteiligen Querschnitten in dieser Dimension wird abgeraten. Die Breite sollte auf 100 mm begrenzt werden (vgl. Tab. D3.3).

^b Annahme

^c Holzfeuchte i. M. 8 %.

2. 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.

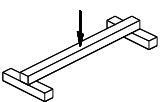
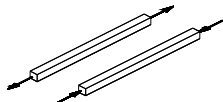
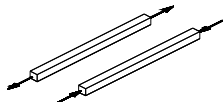
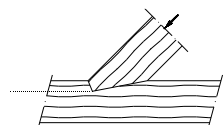
Bauholz für tragende Zwecke ist entweder visuell oder maschinell gemäß EN 14081-1 nach Festigkeit zu sortieren. Bei Zuordnung zu einer Festigkeitsklasse aus EN 338 müssen die entsprechenden Werte für die mechanische Festigkeit eingehalten werden. Diese umfasst Elastizitätsmodul, Biegefestigkeit, Druckfestigkeit, Zugfestigkeit und Schubfestigkeit.

→ 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 ²] ^a							
Festigkeitsklassen			C16	C18	C24	C30	C35 ^b
Sortierklasse nach DIN 4074-1			S 7TS	S 7TS	S 10TS	S 13TS	S 13TS
Rohdichte r _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
		f _{c,k}	17	18	21	24	25
		E _{0, mean}	8000	9000	11000	12000	13000
		f _{c,90,k}	2,2	2,2	2,5	2,7	2,7
Abscheren		f _{v,k}	3,2	3,4	4,0	4,0	4,0
		G _{mean}	500	560	690	750	810

Tab. D3.5 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.

^a Quelle: DIN EN 338: 2016-07, Tabelle 1.

^b Die Festigkeitsklasse C35 gilt für die Holzart Douglasie der Sortierklasse S 13.

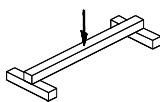
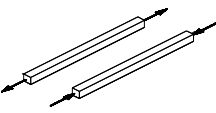
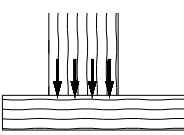
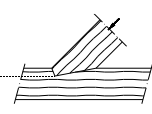
→ Holz „normaler“ Festigkeit entspricht der Festigkeitsklasse C24.

Andere Sortimente sind im Handel nicht verfügbar und nur als Sonderanfertigung erhältlich.

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,
 $20 \text{ mm} \leq d \leq 80 \text{ mm}$, $b \leq 260 \text{ mm}$,
- Triobalken – Balkenschichtholz aus drei miteinander an den Schmalseiten verklebten Lamellen,
 $20 \text{ mm} \leq d \leq 120 \text{ mm}$, $60 \text{ mm} \leq b \leq 100 \text{ mm}$

Festigkeitsklassen		Bemessungswerte für Duo-/Triobalken [N/mm ²] ^a	
		C24 homogen Z 9.1-440	C24 nach Norm ^b
Rohdichte r_k		385	350
Biegung		$f_{m,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	24 11000
Zug		$f_{t,0,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	14,5 11000
Druck		$f_{c,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	21 11000
Zug		$f_{t,90,k}$ $E_{90, \text{mean}}$	0,4 370
Druck		$f_{c,90,k}$	2,5
Abscheren		$f_{v,k}$ G_{mean}^c	4 690

Tab. D3.6 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Balkenschichtholz nach Zulassung Z 9.1-440 und DIN EN 14080:2013 [N/mm²].

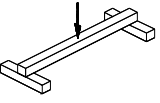
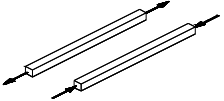
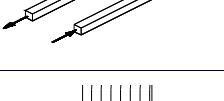
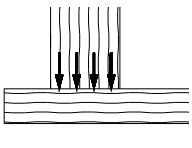
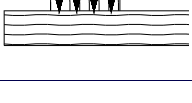
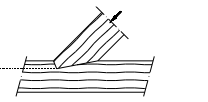
^a Quelle: Merkblatt zu ansetzbaren Rechenwerten für die Bemessung nach DIN EN 1995-1-1, Hrsg. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. und Überwachungsgesellschaft KVH e.V..

^b Nach DIN EN 14080 unter Bezugnahme auf DIN EN 338:2010-02.

^c Es gilt $G_{05} = 2/3 G_{\text{mean}}$, 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.

Bemessungswerte für Brettschichtholz [N/mm ²] ^a						
Festigkeitsklassen ^b			GL24h	GL24c	GL28c	GL30c
(frühere Bezeichnungen ^c)			(BS11)		(BS14)	(BS16)
Rohdichte r_k			385	365	390	390
Biegung		$f_{m,k}$ ^{d,e} $E_{0,mean}$	24 11500	24 11000	28 12500	30 13000
Zug		$f_{t,0,k}$ $E_{0,mean}$	19,2 11500	17 11000	19,5 12500	19,5 13000
Druck		$f_{c,k}$ $E_{0,mean}$	24 11500	21,5 11000	24 12500	24,5 13000
Zug		$f_{t,90,k}$ $E_{90,mean}$	0,5 300		0,5 300	0,5 300
Druck		$f_{c,90,k}$	2,5		2,5	2,5
Abscheren		$f_{v,k}$ ^f G_{mean} ^g	3,5 650		3,5 650	3,5 650

Tab. D3.7 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für homogenes und kombiniertes Brettschichtholz (Standardqualitäten) nach DIN EN 14080:2013 [N/mm²].

^a Quelle: DIN EN 14080:2013, Tabellen 4 und 5.

^b Homogenes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „h“, kombiniertes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „c“.

^c Nach DIN 1052-1/A1: 1996:10.

^d 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.

^e Bei Hochkant-Biegebeanspruchung der Lamellen von homogenem Brettschichtholz aus mindestens vier nebeneinander liegenden Lamellen darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Systembeiwert $k_1 = 1,2$ multipliziert werden.

^f Die charakteristische Rollschubfestigkeit $f_{R,k}$ darf für alle Festigkeitsklassen zu 1,0 N/mm² in Rechnung gestellt werden. Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Schubmodul darf mit $G_{R,mean} = 0,10 \cdot G_{mean}$ angenommen werden.

^g Für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung sind die charakteristischen Steifigkeitswerte abzumindern.

➔ Lagerware im Handel ist die Festigkeitsklasse GL24h (homogener Lamellenaufbau). Dieses Material kann auch aufgetrennt und in beiden Richtungen belastet werden. Dies ist in den Qualitäten GLXXc nicht möglich.

Furnierschichtholz („FSH“)

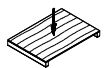
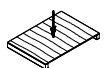
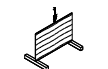
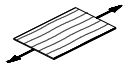
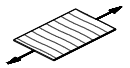
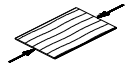
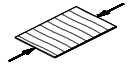
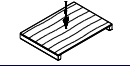
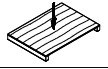
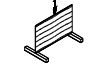
Furnierschichtholz (LVL, engl. Laminated Veneer Lumber) wird gemäß der harmonisierten Produktnorm EN 14374 hergestellt. Europäische Hersteller von Furnierschichtholz haben ein Merkblatt herausgegeben, in dem Festigkeitsklassen definiert sind und andere Produktmerkmale und Regeln für die Anwendung aufgeführt 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 Quernurniere

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. D3.8 aufgeführten Festigkeitsklassen zu den verschiedenen Produkten können den Websites der Hersteller entnommen werden.

			Bemessungswerte für Furnierschichtholz [N/mm ²] ^a			
			ohne Quernurniere		mit Quernurnieren	
Festigkeitsklassen			LVL 32 P	LVL 48 P	LVL 32 C	LVL 36 C
Rohdichte r_k			410	480	480	480
Biegung		$f_{m,0,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	32 9600	48 13800	32 10000	36 10500
		$f_{m,90,k}$ $E_{90, \text{mean}}$	—	—	7 1200	8 2000
		$f_{m,0,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	27 9600	44 13800	28 10000	32 10500
	Größeneffekt-Parameter	s	0,15	0,15	0,15	0,15
Zug		$f_{t,0,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	22 9600	35 13800	18 10000	22 10500
		$f_{t,90,k}$	0,5	0,8	5	5
Druck		$f_{c,0,k}$ $E_{0, \text{mean}}$	26 (21) ^b 9600	35 (29) 13800	18 (15) 10000	26 (21) 10500
		$f_{c,90,k}$	4	6	9	9
		$f_{c,90,k}$	0,8	2,2	2,2	2,2
Abscheren		$f_{v,0,k}$ $G_{0, \text{mean}}$	2 320	2,3 380	1,3 80	1,3 120
		$f_{v,0,k}$ $G_{0, \text{mean}}$	3,2 500	4,2 600	4,5 600	4,5 600

Tab. D3.8 Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Furnierschichtholz nach LVL Merkblatt.

^a Quelle: Furnierschichtholz-Merkblatt (LVL), Hrsg. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Finnish Woodworking Industries, 2. Auflage September 2020.

^b 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.

D4. Verbinder

Korrosionsschutz

Je nach Klimaeinwirkung auf die Konstruktion bzw. deren Verbindungsmittel, muss der Korrosionsschutz entsprechend gewählt werden. Der Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-1: 2010-12) gibt im Abschnitt 4.2 „Dauerhaftigkeit - Korrosionsschutz“ wichtige Hinweise. Dort heißt es:

(1) Metallische Verbindungsmittel und andere tragende Verbindungen müssen, sofern erforderlich, entweder von Natur aus korrosionsbeständig sein oder gegen Korrosion geschützt werden.

(2) Beispiele für einen Mindestkorrosionsschutz oder Baustoffanforderungen für die verschiedenen Nutzungsklassen siehe Tab. D4.1. (bitte weiter lesen in C3 auf Seite 81)

NCI Zu 4.2 „Korrosionsschutz“

(NA.3) Für eingeklebte Stahlstäbe ist der Korrosionsschutz wie für Bolzen und Stabdübel auszuführen.

(NA.4) Korrosionsgefahr kann auch auftreten bei Kontakt mit gerbstoffreichen Hölzern (z. B. Eiche) und mit imprägnierten Hölzern. Bei imprägnierten Hölzern sollten die Mindestanforderungen nach Tabelle (Tab. D4.1) für die Nutzungsklasse 3 zugrunde gelegt werden; bei gerbstoffreichen Hölzern wird die Verwendung geeigneter nichtrostender Stähle empfohlen.

Zur Erläuterung:

Mit z. B. „Fe/Zn 12c“ ist eine Zinkschichtdicke von 12 µm beschrieben.

Nutzungsklasse Verbindungsmittel	Nutzungsklasse ^a		
	NKL 1	NKL 2	NKL 3
Nägels, Schrauben d ≤ 4 mm	• keine	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• Fe/Zn 25c • Z350 (EN 10147)
Bolzen, Stabdübel, Nägel und Holzschrauben d > 4 mm	• keine	• keine	• Fe/Zn 25c • Z350 (EN 10147)
Klammern	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• nichtrostender Stahl
Nagelplatten und Stahlbleche bis 3 mm Dicke	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• nichtrostender Stahl
Stahlbleche 3 mm bis zu 5 mm Dicke	• keine	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10147)	• Fe/Zn 25c • Z350 (EN 10147)
Stahlbleche über 5 mm Dicke	• keine	• keine	• Fe/Zn 25c • Z350 (EN 10147)

Tab. D4.1 Beispiele für Mindestanforderungen an Baustoffe oder Korrosionsschutz für Verbindungsmittel (in Anlehnung an ISO 2081).

^a Bei besonderen korrosiven Bedingungen sollten dickere Feuerverzinkungen oder nichtrostender Stahl in Betracht gezogen werden.

➔ Aus anderen Fachregeln können sich höhere Anforderungen ergeben (z. B. ZVDH-Fachregeln: „Klempnerfachregeln“ [12]).

Für den Korrosionsschutz von Stahlbauten werden zur Bestimmung der Umgebungsbedingungen gemäß DIN EN ISO 12944-2 sechs Kategorien der Korrosionsbelastung unterschieden, von C1 (unbedeutend) bis C5 (sehr stark) und CX (extrem). Die Klassifizierung der atmosphärischen Korrosivität basiert auf DIN EN ISO 9223 „Korrosion von Metallen und Legierungen“.

Die Definition der Korrosivitätskategorien C1 bis C5 mit entsprechenden Beispielen nach DIN EN ISO 12944-2 sind in Tab. D4.3 aufgeführt.

Im nationalen Anhang zum Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-1: 2010-12) wird auf diese Korrosivitätskategorien Bezug genommen.

■ Die Mindestanforderungen an den Korrosionsschutz nach Tab. D4.1 gelten nur für unbedeutende oder geringe Korrosionsbelastungen (Korrosivitätskategorien C1 und C2).

■ Für mäßige, starke oder sehr starke Korrosionsbelastungen (Korrosivitätskategorien C3, C4 und C5) können die Mindestanforderungen der DIN SPEC 1052-100 entnommen werden, siehe Tab. D4.2.

➔ Die Zuordnung der Verbindungsmittel zu einer Korrosivitätskategorie C1 bis C5 dient als Grundlage für die Festlegung der erforderlichen Korrosionsschutzmaßnahmen.

Verbindungsmittel	bei mäßiger Korrosionsbelastung (Korrosivitätskategorie C3 ^a)		bei starker und sehr starker Korrosionsbelastung (Korrosivitätskategorie C4 und C5 ^a)	
	NKL 1	NKL 2	NKL 1,2, und 3 bei C4	NKL 3 bei C5
Nägels, Schrauben d ≤ 4 mm	• keine ^b	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10346)	• 55 µm	• nichtrostender Stahl ^c
Bolzen, Stabdübel, Nägel und Holzschrauben d > 4 mm	• keine ^{b,d}	• keine ^{b,d}	• 55 µm	• nichtrostender Stahl ^{c,e}
Klammern	• nichtrostender Stahl ^c		• nichtrostender Stahl ^c	
Nagelplatten ^f und Stahlbleche ^{f,g} bis 3 mm Dicke	• Fe/Zn 12c • Z275 (EN 10346)		• nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN 55634	
Stahlbleche 3 mm bis zu 5 mm Dicke	• 30 µm ^h		• nichtrostender Stahl ^c oder Korrosionsschutz nach DIN EN ISO 12944-5	
Stahlbleche über 5 mm Dicke	• Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2		• Korrosionsschutz nach DIN EN 1090-2	

Tab. D4.2 Beispiele für Mindestanforderungen an Baustoffe oder Korrosionsschutz für Verbindungsmittel (nach DIN SPEC 1052-100).

^a Nach DIN EN ISO 12944-2.

^b Bei Stahlblech-Holzverbindungen mit außen liegenden Blechen müssen Nägel und Schrauben eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 7 µm aufweisen.

^c Z. B. nichtrostende Stähle für die entsprechenden Korrosionswiderstandsklassen nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-30.3-6.

^d Bei einseitigen Dübeln aus Stahlblech muss eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 55 µm aufgebracht werden.

^e Bei Verbindungsmitteln, die in ihrem für die Tragfähigkeit relevanten Bereich von Holz und Holzwerkstoffen vollständig umschlossen sind (z. B. Stabdübel, Vollgewindeschrauben), ist eine mittlere Zinkschichtdicke von mindestens 55 µm ausreichend.

^f Statt feuerverzinktem Blech darf auch Blech mit Zink-Aluminium-Überzügen gleicher Schichtdicke verwendet werden.

^g Stahlbleche mit einer Dicke bis zu 3 mm dürfen auch mit geschnittenen, unverzinkten Kanten eingesetzt werden.

^h Die übliche Mindestdicke beim Stückverzinken beträgt 50 µm.

Auch DIN EN ISO 14713 „Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktion vor Korrosion“ bezieht sich bei der Abschätzung der Korrosionsgeschwindigkeit für Zink auf die

sechs Korrosivitätskategorien nach ISO 9223. Die Dickenabnahme für Zink ist auch in Tab. D4.3 aufgeführt.

Korrosivitätskategorie	Dickenabnahme ^a [µm]		Beispiele typischer Umgebungen	
	unlegierter Stahl	Zink	Freiluft	Innenraum
C1 unbedeutend	≤ 1,3	≤ 0,1	—	beheizte Gebäude mit neutraler Atmosphäre, z. B. Büros, Verkaufsräume, Schulen, Hotels
C2 gering	> 1,3 bis 25	> 0,1 bis 0,7	Atmosphäre mit geringem Verunreinigungsgrad: meistens ländliche Gebiete	unbeheizte Gebäude, in denen Kondensation auftreten kann, z. B. Lagerhallen, Sporthallen
C3 mäßig	> 25 bis 50	> 0,7 bis 2,1	Stadt- und Industriatmosphäre mit mäßiger Schwefeldioxidbelastung; Küstenatmosphäre mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und gewisser Luftverunreinigung, z. B. Lebensmittelverarbeitungsanlagen, Wäschereien, Brauereien, Molkereien
C4 stark	> 50 bis 80	> 2,1 bis 4,2	Industriatmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbelastung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, küstennahe Werften und Bootshäfen
C5 sehr stark	> 80 bis 200	> 4,2 bis 8,4	Industriebereiche mit hoher Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit hoher Salzbelastung	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung

Tab. D4.3 Korrosivitätskategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen nach DIN EN ISO 12944-2.

^a Dickenabnahme nach dem ersten Jahr der Auslagerung.



E. Konstruktion

E1. Unterdeckungen, Konterlatten, Latten.....	156
1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen	156
2. Regeldachneigung für Dachdeckungen	157
3. Ausführung von Vordeckungen	160
4. Behelfsdeckungen.....	162
5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung	163
6. Dachlattung	164
7. Schalungen bei Dächern mit „kalten“ Abdichtungen ...	165
8. Schalungen unter Dachdeckungen	166
E2. Estrichaufbau	168
E3. Unterdecken	170
E4. Installationsebene.....	172

E1. Unterdeckungen, Konterlatten, Latten

Vordeckungen sind Zusatzmaßnahmen

Wasserdicht sind Vordeckungen nicht, müssen sie auch nicht. Vordeckungen haben zur Aufgabe für Regensicherheit bei Fassaden und Dachdeckungen zu sorgen.

➔ Vordeckungen sind Zusatzmaßnahmen um eine hinreichende Regensicherheit zu erreichen.

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 gestellt. Nach diesen Fachregeln sind Zusatzmaßnahmen in Form von Vordeckungen auszuwählen. Es werden die „Klassen von Zusatzmaßnahmen“ definiert (siehe Abschn. Baustoffe Tab. E1.14 auf Seite 160).

1. Zusatzmaßnahmen unter harten Bedachungen

Das Hartdach aus Dachziegeln und Dachsteinen gilt nur dann als regensicher, wenn ergänzend eine Zusatzmaßnahme angeordnet wird. Die Anforderungen werden in den „Fachregeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen“ beschrieben. In Tab. E1.1 werden Bedingungen aufgeführt, die neben der Unterschreitung der Regeldachneigung zu „erhöhten Anforderungen“ an die Zusatzmaßnahme für die Regensicherheit unterhalb der Dachdeckung führen.

Für jedes einzelne Dach sind die erforderlichen Maßnahmen neu festzulegen. Grundlage ist die Einhaltung der Regeldachneigung. Diese wird den Fachregeln entnommen oder vom Hersteller der Eindeckung angegeben.

➔ Erhöhte Anforderungen:

Bei besonderen Bedingungen werden ggf. erhöhte Anforderungen definiert. Sind Anforderungen zutreffend (Tab. E1.1), so ist die Anzahl zu addieren. In Tab. E1.2 kann die entsprechende Klasse der Zusatzmaßnahme abgelesen werden.

Aus der Tab. E1.2 wird die mindestens erforderliche Klasse der Zusatzmaßnahme abgelesen. Daraus folgt, welche Art an Vordeckung für das spezielle Dach erforderlich ist. Denn Vordeckungen können in der Beschaffenheit unterschiedlich ausgebildet werden. Im Abschnitt Baustoffe (Tab. E1.14 auf Seite 160) sind die Zusammenhänge tabellarisch dargestellt.

Für jedes Dach muss die Klasse der Zusatzmaßnahme neu ermittelt werden. Selbst wenn Dachdeckungsmaterial und Dachneigung identisch wären, so kann über die veränderten Bedingungen die Ausbildung der Vordeckung verändert sein. So können z. B. die Anforderungen an das Dach einer Gaube andere sein, als an das Hauptdach.

Art	Anforderung	Anzahl bei zutreffend
Dachneigung	Regeldachneigung unterschritten	ein
Konstruktion	• stark gegliederte Dachfläche • besondere Dachform • große Sparrenlänge	ein
Nutzung	Dachgeschoss zu Wohnzwecken ausgebaut?	zwei
Klimatische Verhältnisse	• exponierte Lage • extremer Standort • schneereiches Gebiet • windreiches Gebiet	ein
Örtliche Bestimmungen (besondere Auflagen)	• Landesbauordnung • bauaufsichtliche Vorschrift • Städte-, Kreis- und Gemeindeverordnung • Denkmalschutz	ein

Tab. E1.1 Bestimmung der erhöhten Anforderungen an die Regensicherheit.

Regeldachneigung unterschritten	Anzahl der zutreffenden Anforderungen aus Tab. E1.1			
	keine	eine	zwei	ab drei
Nein	Klasse 6	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4
bis zu 4°	Klasse 4	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 3
bis zu 8°	Klasse 3	Klasse 3	Klasse 3	Klasse 2 ^a
bis zu 12°	Klasse 2	Klasse 2	Klasse 1	Klasse 1
Die Minstdachneigung beträgt jedoch 10°				

Tab. E1.2 Mindestens erforderliche Klasse der Zusatzmaßnahme.

^a Unter bestimmten Voraussetzungen ist ebenfalls die Klasse 3 anwendbar.

2. Regeldachneigung für Dachdeckungen

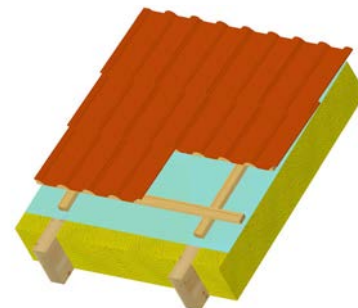
Die Regeldachneigung (RDN) ist die Bezeichnung für eine Dachneigungsgrenze, bei der sich eine Dachdeckung in der Praxis als ausreichend regensicher erwiesen hat, dies ggf. unter Einsatz von Zusatzmaßnahmen. Bei Unterschreitung der Regeldachneigung sind u. U. höherwertige Zusatzmaßnahmen erforderlich [12].

Die Minstdachneigung darf jedoch keinesfalls unterschritten werden. Sie ist die unterste Dachneigungsgrenze, die für eine bestimmte Dachdeckung nicht unterschritten werden darf [12].

→ Eine Unterschreitung der RDN bis hin zur Minstdachneigung ist nur mit besonderen Maßnahmen ausführbar.

Dachziegel / Dachsteine

Für Dachziegel und Dachsteine sind Regeldachneigungen in Abhängigkeit von der Formgebung und der Deckungsart in Tab. E1.3 und Tab. E1.4 aufgeführt.



→ Minstdachneigung = 10°

Dachziegel	Dachziegelart / Merkmal	Formbeispiel	Deckungsart	Regeldachneigung
mit Verfalzung	Ringfalz	Flachdachziegel Romanische Dachziegel	Einfachdeckung	22°
	Kopffalz oder Kopf- u. Fußrippe und Seitenverfalzung	Doppelmuldenfalz Reformziegel Glattziegel bei Deckung im Verband Verschiebeziegel		25°
	Kopf- u. Fußrippe u. Seitenverfalzung	Doppelmuldenfalz, Reformziegel Glattziegel, Verschiebeziegel		30°
	seitlich eingreifender Überdeckung	Strangfalzziegel		35°
	seitlich übergreifender Überdeckung	Krempziegel		35°
ohne Verfalzung	gewölbte Dachziegel	Hohlpfanne	Aufschnittdeckung	35°
			Vorschnittdeckung	40°
		Mönch- und Nonne	Einfachdeckung	40°
	ebene Dachziegel	Biberschwanzziegel	Doppel- und Kronendeckung	30°
			Einfachdeckung mit Spließen	40°

Tab. E1.3 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus Dachziegeln.

Dachsteine	Dachziegelart / Merkmal	Formbeispiel	Deckungsart	Regeldachneigung®
mit Seitenfalz	hochliegender Seitenfalz	profiliert	Einfachdeckung	22°
	tiefliegender Seitenfalz	eben		25°
ohne Falz	eben	Biber	Doppel- und Kronendeckung	30°
			Einfachdeckung mit Spließen	40°

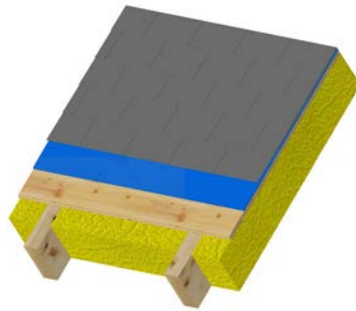
Tab. E1.4 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus Dachsteinen.

E. Konstruktion
E1. Unterdeckungen, Konterlatten, Latten
2. Regeldachneigung für Dachdeckungen

Schieferdeckung

Die Dachneigung bei Schieferdeckungen richtet sich nach der Deckungsart (Tab. E1.5). Weitere Kriterien sind:

- Format der Schieferplatten
- Abstand zwischen Traufe und First



→ Minstdachneigung = RDN - 10°

Eindeckungsart	Regeldachneigung ^a
Altdeutsche Doppeldeckung	≥ 22°
Rechteckdoppeldeckung	
Altdeutsche Deckung	≥ 25°
Schuppendeckung	
Deutsche Deckung (Bogenschnittdeckung)	
Spitzwinkeldeckung	≥ 30°

Tab. E1.5 Regeldachneigungen für Dachdeckung aus Schiefer.

^a Bei Unterschreitung der Regeldachneigung ist ein wasserdichtes Unterdach anzuordnen.

Bitumenschindeln

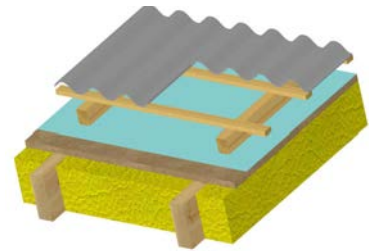
Sparrenlänge	Schindelform	Regeldachneigung bei neigungsabhängiger Höhenüberdeckung
≤ 10 m	Rechteck	15°
	Biber/Dreieck	20°
	Wabe	25°
> 10 m	Rechteck	20°
	Biber/Dreieck	25°
	Wabe	30°

Tab. E1.6 Regeldachneigung bei Bitumenschindeln.

→ Minstdachneigung = 15° bzw. RDN - 10°

Faserzement-Wellplatten

Unterschieden werden Standardwellplatten mit Längen von 1250 mm bis 2500 mm und Kurzwellplatten mit Längen 625 mm und 830 mm (Ausgleichsplatte). Die Regeldachneigung richtet sich nach der Entfernung Traufe-First (Tab. E1.7).



→ Minstdachneigung = 5°

Wellplatte	Entfernung Traufe-First [m]			
	≤ 10	>10–20	>20–30	>30
Standardwellplatte	≥ 9°	≥ 10°	≥ 12°	≥ 14°
Kurzwellplatte	≥ 15°	≥ 17°	≥ 19°	≥ 20°

Tab. E1.7 Regeldachneigung bei Faserzement-Wellplatten.

Bei erhöhten Anforderungen ist mindestens eine Unterspannung anzuordnen. Bei Dachneigung < 15° ist eine verschweißte oder verklebte Unterdeckung auszuführen.

Arten	Profil	Wellenberge	Unterschreitung ^a RDN	Maßnahme
Standardwellplatte	177/51	5	um 2°	Höhenüberdeckung mit Dichtschnur
	130/30	8		
Kurzwellplatte	177/51	5	um 5°	

Tab. E1.8 Ausführung bei Faserzement-Wellplatten.

^a Eine weitere Unterschreitung ist nur mit wasserdichtem Unterdach (Klasse 1) zulässig.

Bitumenwellplatten

Sparrenlänge	Bitumenwellplatten	Regeldachneigung
≤ 10 m	Herstellung nach DIN EN 534	10°
> 10 m		15°

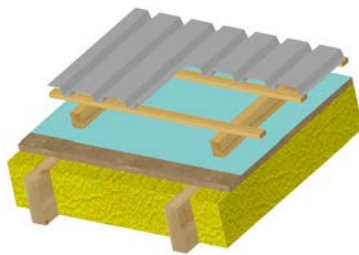
Tab. E1.9 Regeldachneigung bei Bitumenwellplatten.

→ Minstdachneigung = RDN - 3°

Selbsttragende Metallbleche

Unterschieden wird zwischen groß- und kleinformatischen Elementen. Für Profiltafeln sind die Überdeckungen in Tab. E1.10 aufgeführt. Bei Dachneigungen $\leq 15^\circ$ sind geeignete Dichtbänder vorzusehen.

→ Minstdachneigung = 3°



Überdeckung an den Stößen	Regeldachneigung
200 mm	$> 7^\circ$
150 mm	$\geq 12^\circ$
100 mm	$\geq 22^\circ$

Tab. E1.10 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus selbsttragenden großformatigen Metallblechen.

Bei selbsttragenden kleinformatischen Elementen ($\leq 0,4 \text{ m}^2$ und $\leq 5 \text{ kg}$) beträgt die Regeldachneigung 22° . Hier bestehen zusätzliche Anforderungen an die Unterdeckung [12] „Fachregeln für Metallarbeiten“.

Beispiel: Einfamilienhaus

Für den Neubau eines Wohnhauses sollen die erforderlichen Maßnahmen zur Regensicherheit ermittelt werden. Folgende Randbedingungen sind zu berücksichtigen:

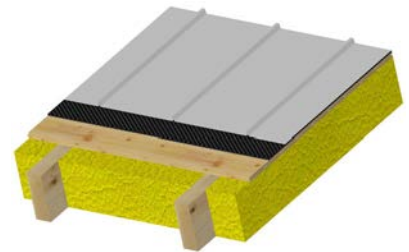
- Standort ohne besondere klimatische Verhältnisse
- keine Auflagen aus örtlichen Bestimmungen
- Dachneigung 25°
- stark gegliederte Dachfläche
- Wohnnutzung im Dachgeschoss
- Solaranlage (Indachsystem)

Die Regeldachneigung wird nicht unterschritten (Abb. E1.12). Es ergeben sich vier erhöhte Anforderungen:

- eine — aufgrund der stark gegliederten Dachfläche
- zwei — aufgrund der Wohnnutzung im Dachgeschoss
- eine — aufgrund der Solaranlage

Nicht selbsttragende Metallbleche

Nicht selbsttragende Metalldeckungen benötigen eine tragfähige, flächige Deckunterlage, z. B. Schalung. Die Regeldachneigung richtet sich nach der Deckungsart (Tab. E1.11).



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. E1.11 Regeldachneigungen für Dachdeckungen aus nicht selbsttragenden Metalldeckungen.



Abb. E1.12 Die Regeldachneigung der ausgewählten Dachziegel beträgt laut Hersteller 16° .

Als Zusatzmaßnahme der Klasse 4 wird eine verfalzte Unterdeckung aus Holzfaserdämmplatten, gemäß ZVDH für Dachneigungen $\geq 16^\circ$, ausgeführt. Eine Nageldichtung ist nicht erforderlich.

- E. Konstruktion
E1. Unterdeckungen, Konterlatten, Latten
3. Ausführung von Vordeckungen

3. Ausführung von Vordeckungen

Die Funktionen von Vordeckung und Winddichtung sind üblicherweise in einem Material vereint. Wir nennen sie VD/WD. Es wurde erläutert, dass mit einer VD/WD der Feuchteschutz von der Außenseite und damit die Dämmwirkung und die Dauerhaftigkeit der Konstruktion sichergestellt werden (siehe Seite 91 und Seite 156).

Woraus kann eine VD/WD bestehen? Üblicherweise sind es im Holzbau Bahnen oder Holzfaserdämmplatten. Die Funktion einer Winddichtung ist schon dann erfüllt, wenn eine Bahn oder Platte lose überlappend den Dämmstoff außenseitig abdeckt. Eine Vordeckung 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 (siehe Abschn. E1 auf Seite 156).

Hinsichtlich der Verarbeitung sind die Bedingungen ab der Klasse 4 besonders zu beachten. Hier werden Unterdeckbahnen 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.

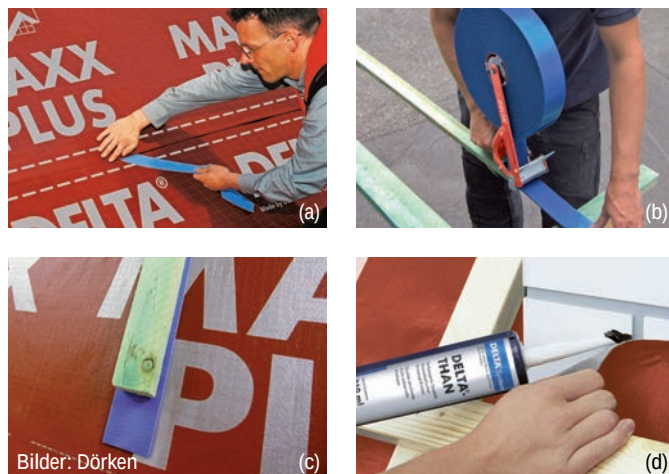


Abb. E1.13 Die Funktionsschicht VD/WD wird von außen montiert. Ein Nageldichtband ist erst ab Klasse 3 oder bei der Anforderung „Behelfsdeckung“ erforderlich.

- a - Verklebung der Unterdeckbahn in der Fläche
b - Das Nageldichtband wird auf der Konterlatte vorbereitet (Nageldichtband nur in Klasse 3 erforderlich und bei Behelfsdeckungen)
c - Montage der Konterlatte
d - Anschluss der Unterdeckung (hier Schornsteinkopf)

Art	Klasse	Material	Ausführung	Einbindung der Konterlatte ^a	Nagel- dichtung	Naht- und Stoßausbildung
Unterdach	1	Abdichtungsbahn ^b	wasserdicht	oberhalb ^c	entfällt	verschweißt oder verklebt
	2		regensicher	unterhalb	ja	
	2	diffusionsoffene Schalungsbahn ^d				
Unterdeckung	4	Bitumen- / Polymerbitumen- bahnen für Dachabdichtungen	genagelt auf tra- gender Schalung	unterhalb	nein	überdeckt
	3	Unterdeckbahn	auf ausreichend tragfähiger Unterlage ^e	unterhalb	ja	verklebt
	4				nein	lose
	5					
	3	Unterdeckplatte ^f	überlappt oder verfalzt	unterhalb	Die Hersteller weisen nach, dass die Klasse 3 ohne Nageldichtung und Verklebung der Stöße erreicht wird.	
	4					
	5					
Unterspannung ^g	6	Auf die Darstellung wird hier verzichtet. Es kann das Material der Klasse 5 „Unterdeckbahn“ eingesetzt werden.				

Tab. E1.14 Einstufung der Zusatzmaßnahme von Unterdach, Unterdeckung und Unterspannung in „Klassen“ ^h.

^a Position der wasserableitende Schicht.

^b Kunststoff- und Elastomerbahnen der Eigenschaftsklasse E1, Anwendungstyp DE. Bitumen- und Polymerbitumenbahnen der Eigenschaftsklasse E1 bzw. E2, Anwendungstyp DE bzw. DU. Mindestgewicht der Trägereinlage 120 g/m².

^c Die Konterlatte wird trapezförmig geschnitten eingebaut.

^d Die Eignung für die Klasse 2 muss vom Hersteller nachgewiesen werden.

^e Dies kann eine Schalung, Holzwerkstoffplatte oder eine Wärmedämmung auch bei Zwischensparrendämmung sein.

^f Siehe auch Abschn. E1 auf Seite 156.

^g Diese Anwendungsart gilt in modernen Konstruktionen als veraltet.

^h „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“, Ausgabe 2010-01 im Fachregelwerk des ZVDH.

Was ist außerdem zu beachten?

- Gerade beim Dach sollte der Zusatznutzen der Unterdeckung beachtet werden (siehe Tabelle unten).
- Bei der Planung von Dächern und Festlegung der Klasse der Zusatzmaßnahme ist die Regeldachneigung der Bedachung zu beachten (siehe Abschn. E1 auf Seite 156).

Material für die Unterdeckung	Zusatzmaßnahme der Klasse 1	Zusatzmaßnahme der Klasse 2	Zusatzmaßnahme der Klasse 3	diffusionsoffen	sommerlicher Hitzeschutz	Schallschutzverbesserung	Klimaverbesserung ungedämmter Spitzboden	Wärmeschutzverbesserung	Verzicht auf Nahtverklebung und Nageldichtung in der Klasse 3	Systemzubehör
Holzfaserdämmplatten d = 35 bis 60 mm	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	möglich	ja
Holzfaserdämmplatten d = bis 28 mm	nein	nein	ja	ja	z. T.	z. T.	z. T.	z. T.	möglich	ja
mitteldichte Holzfaserplatten d = ca. 15 mm	nein	nein	ja	ja	z. T.	z. T.	z. T.	kaum	möglich	ja
Unterdeckbahn	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Unterdeckbahn ggf. auf Holzschalung	nein	möglich	ja	ja	nein	z. T.	kaum	nein	nein	ja
Abdichtungsbahn auf Holzschalung	ja	ja	ja	nein	nein	z. T.	entfällt	nein	nein	entfällt

Tab. E1.15 Kriterien für die Auswahl der Unterdeckung VD/WD.

➔ Im Holzbau stellt die Unterdeckung aus Holzfaserdämmplatten 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.

➔ Ab einer Dachneigung von 7 Grad sind diffusionsoffene Dächer möglich (siehe Seite 19). Dies setzt Unterdeckbahnen voraus, die für diese Dachneigung vom Hersteller freigegeben sind. Wird unterhalb der Unterdeckbahn eine Holzfaserdämmplatte angeordnet, so erfüllt diese Platte nur noch die Funktion einer vollflächigen Dämmschicht und die Unterlage (quasi Schalung) für die Unterdeckbahn.

4. Behelfsdeckungen

Wird eine Bedachung neu erstellt, so fehlt in der Übergangsphase die endgültige Dacheindeckung. Für diese Zeit ist besondere Sorgfalt geboten, soll ein Schaden verhindert werden. Der Ausbau ist hinreichend vor Niederschlägen zu schützen, eine „Behelfsdeckung“ kann notwendig sein.

Zunächst 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 als Behelfsdeckung dienen. Je nach Art und Ausführung können auch Dampfsperren und erste Lagen von mehrlagigen Dachabdichtungen als Behelfsabdichtung verwendet werden.“



Abb. E1.16 Diese Unterdeckung muss als Behelfsdeckung ausgebildet werden. Die unterhalb liegenden Wohnungen müssen bis zur Fertigstellung der Dachdeckung zuverlässig vor Niederschlag geschützt werden.



Abb. E1.17 Auch das ist eine Möglichkeit einer Behelfsdeckung. Auf der Baustelle wird eine großformatige Abdeckplane vorgehalten.

Wie kann eine Behelfsdeckung sichergestellt werden?

- Einhausungen (z. B. Zelte), oder
- Abplanungen (siehe Abb. E1.17), oder
- Regensichernde Zusatzmaßnahmen von Unterspannungen, Unterdeckungen, Unterdächern (siehe unten).

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 regensicheren Zusatzmaßnahme als Behelfsdeckung? Sollen Unterspannungen und Unterdeckungen als Behelfsdeckungen wirksam sein, so muss:

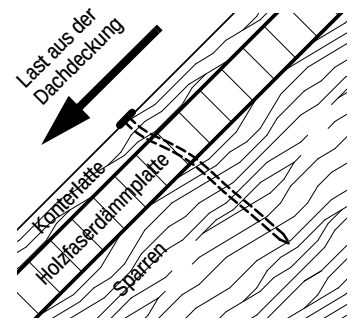
1. das Material für diesen Einsatzzweck geeignet sein und
2. der Hersteller die entsprechende Klassifizierung nachweisen und
3. die verschiedenen Zubehörprodukte (Anschlussmittel) liefern oder zumindest konkret benennen und
4. die Freibewitterungszeit eingehalten werden. Dazu ist der Liefer- und Montagetermin für die Dachdeckung zu klären.

5. Konterlatten: Querschnitte und Befestigung

Die Konterlatte hat eine hohe Bedeutung bei der kraftschlüssigen Verbindung der Dachdeckung zum Tragwerk (Sparren usw.). Die Traglattung der Eindeckung wird in die Konterlatte befestigt. Die Konterlatte wiederum in den tragenden Sparren. Daraus wird deutlich, dass die Konterlatte ein auf Festigkeit sortierter Querschnitt sein muss (Sortierklasse S10). Der Querschnitt richtet sich nach:

- Den Mindestanforderungen der ZVDH-Fachregeln: Querschnitt mindestens 24 x 60 mm bzw. 30 x 50 mm.
- Der Art der Unterdeckung. Bei der Ausführung mit Holzfaserdämmplatten gelten die Angaben der Hersteller.
- Besondere Anforderungen im Bereich des Stoßes der Traglattung (Abstand der Verbindungsmittel)

Abb. E1.18 Die Holzfaserdämmplatte ist eine weiche Zwischenlage. Die Befestigung der Konterlatte (Bild) muss der Last aus der Dachdeckung Stand halten.



Anmerkungen zu Tab. E1.19:

- Quelle: Sammlung von Herstellerangaben sowie [12] „Hinweise Holz und Holzwerkstoffe“.
- Bei veränderten Rahmenbedingungen sollte ein genauerer Nachweis erfolgen.
- Die Herstellerempfehlungen sind in jedem Fall zu beachten.

Dicke der Unterdeckung	Material	Querschnitt der Konterlatte	Befestigung mit Nägeln		
			Maße	Mindestanzahl der Nägel pro Meter ^b	Sparrenabstand ^a
bis 1 mm	Unterdeckbahn	Mindestquerschnitt	3,0 x 70 mm	3 Stk.	bis 80 cm
bis 16 mm	mitteldichte Holzfaserplatte ab 500 kg/m ³	Mindestquerschnitt	3,4 x 80 mm	3 Stk.	bis 80 cm
bis 25 mm	Holzfaserdämmplatten bis 300 kg/m ³	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 80 mm	6,0 x 180 mm	3 Stk.	bis 110 cm

Tab. E1.19 Befestigung der Holzfaserdämmplatten bei:

• Schneelast bis 1,0 kN/m² • Eigengewicht der Deckung bis 0,6 kN/m² • Die Herstellerempfehlungen sind in jedem Fall zu beachten.

^a Als ungefähre Anhaltspunkt. Die Hersteller machen unterschiedliche Angaben, die genauen Werte sind zu erfragen. Bei Einblasdämmstoffen im Sparrenfeld gelten andere Werte.

^b Bei erhöhten Schneelasten können geringere Abstände erforderlich sein.

Bei Unterdeckplatten ab 60 mm werden zur Befestigung Schrauben eingesetzt, die für diesen Anwendungsfall zugelassen sind.

Tab. E1.20 dient lediglich als Orientierungshilfe. Ein statischer Nachweis der Befestigung ist erforderlich.

Dicke der Unterdeckung	Material	Querschnitt der Konterlatte	Durchmesser	Befestigung mit Schrauben		
				Mindestschraubenlänge	maximaler Abstand der Schrauben ^a	Sparrenabstand ^b
60 mm bis 160 mm	Holzfaserdämmplatten bis 300 kg/m ³	40 x 60 mm	6 mm	180 - 280 mm	65 cm	bis 85 cm
					50 cm	bis 100 cm
		40 x 80 mm	8 mm	180 - 280 mm	60 cm	bis 85 cm
					50 cm	bis 100 cm

Tab. E1.20 Befestigung der Holzfaserdämmplatten bei:

• Schneelast bis 1,0 kN/m² • Eigengewicht der Deckung bis 0,6 kN/m² • Die Herstellerempfehlungen sind in jedem Fall zu beachten.

^a Bei erhöhten Schneelasten können geringere Abstände erforderlich sein.

^b 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?

1. Die Tragfähigkeit ist nicht gegeben. Gründe sind z. B.:
 - zu geringe Querschnitte (siehe Tab. E1.22).
 - 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

➔ Konterlatten sind ebenfalls tragende Bauteile und unterliegen den gleichen Notwendigkeiten wie die Dachlatte, siehe „Konterlatten: Querschnitte und Befestigung“ auf Seite 163.

2. 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.
3. Ein chemischer Holzschutz wurde unnötigerweise hergestellt (siehe „Lattungen bei Dach und Wand“ auf Seite 106).
4. Die Lattung weist einen Schimmelbefall auf (siehe ebenfalls „Lattungen bei Dach und Wand“ auf Seite 106).

Tragfähigkeit und „Arbeitsplatz Dach“

Da sich europäisch einheitliche Festigkeitsklassen (z. B. C 24 nach DIN EN 338) nur auf hochkant beanspruchtes Schnittholz beziehen, wurden die Festigkeitswerte für Latten 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:

1. Dachlatten für den Arbeitsplatz Dach müssen die Anforderungen der Berufsgenossenschaft Bau erfüllen, d. h. eine ausreichende Biegefestigkeit aufweisen und der Sortierklasse S10 TS nach DIN 4074-1 entsprechen. Darüber hinaus müssen Dachlatten mit dem CE-Zeichen gemäß DIN EN 14081-1 gekennzeichnet sein.
2. Auch für Latten soll eine Einstufung in die Festigkeitsklasse C 24 nach EN 338 ermöglicht werden, um kleine Formate für tragende Zwecke (z. B. Aussteifungsverbände) verwenden zu können.

Folgende Latten mit CE-Zeichen werden demnach unterschieden:

zu 1. Dachlatte S 10
Produktbezeichnung:
„Dachlatte, DIN 4074-1 S 10+“

Fa. xyz	15	0123
112	CE	Dachlatte
		DIN 4074-1
	Trocken sortiert	S 10+

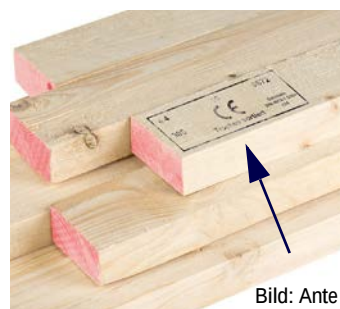
zu 2. Latte C 24
für tragende Verwendungen,
allerdings nicht als Dachlatte

Fa. xyz	15	0123
124	CE	
	Trocken sortiert	C24

Kombination
Dachlatte S 10 und Latte C 24
Produktbezeichnung:
„Dachlatte, DIN 4074-1 S 10+ / C 24“

Fa. xyz	15	0123
122	CE	Dachlatte
		DIN 4074-1 S 10+
	Trocken sortiert	C24

Abb. E1.21 Dachlatten sind an der Stirnseite rot markiert. Wichtig ist die Angabe der Sortierklasse „DIN 4074-1 S 10“ sowie die CE-Kennzeichnung (Pfeil).



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 < 20 % gefordert.

Traglattung für Dacheindeckungen

Die notwendigen Querschnitte für Traglatten können der VOB im Teil C (DIN 18334) entnommen werden (Tab. E1.22), sofern kein genauere rechnerischer Nachweis erfolgt. Bei Auflagerabständen von mehr als 1,0 Metern ist stets ein rechnerischer Nachweis zu führen.

Nennquerschnitt ^a	Auflagerabstände ^b	Sortierklasse nach DIN 4074-1 und DIN 20000-5
30 x 50 mm	bis 800 mm	S 10
40 x 60 mm	bis 1000 mm	S 10

Tab. E1.22 Mindestquerschnitte für Dachlatten

Quelle: VOB/C DIN ATV 18334 Abschn. 3.5 und BG Bau DGUV Information 201-054.

^a Der Nennquerschnitt bezieht sich auf die Holzfeuchte $u = 20\%$ (trockenes Holz). Die Abweichung des Querschnitts darf max. 1 mm betragen (DIN EN 336).

^b Achsabstände der Sparren.
Ab einem Auflagerabstand von 1,0 Metern ist ein rechnerischer Nachweis zu führen.

7. Schalungen bei Dächern mit „kalten“ Abdichtungen

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. Umkehrdach). Jeder weiß, dass kalte Abdichtungen zur Kondensatbildung neigen. Kalte Abdichtungen „schwitzen“ unterseitig (Abb. C3.14).

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 (Tab. E1.25),
- oder durch Umkehrdiffusion (siehe Seite 89).

Im Feuchteverhalten ist eine Vollholzschalung einer Holzwerkstoffplatte an dieser Stelle überlegen. Warum? An der Unterseite der Abdichtung entsteht Kondensat (Abb. E1.23). 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. E1.24).



Abb. E1.23 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. E1.24).

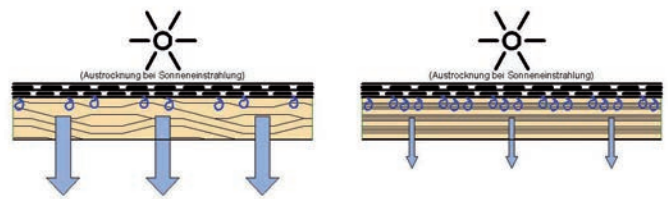


Abb. E1.24 Die Rücktrocknung bei Dächern mit Abdichtung ist entscheidend, soll die Konstruktion dauerhaft funktionieren. Die Sonnenstunden werden bei einer diffusionsaktiven Vollholzschalung (links) besser genutzt als bei den Holzwerkstoffen mit den Klebstoffanteilen (rechts).

➔ 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 ≥ 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

Hinweis: Die unbelüfteten Konstruktionen nach DIN 68800 sollten bevorzugt ausgeführt werden (siehe Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 29).

Dachneigung DN	Höhe der Konterlatte als Lüftungsquerschnitt	Fachregel	Sparrenlänge
DN ab 20°	24 mm	ZVDH-Fachregel	bis 10,0 Meter
DN ab 15°	40 mm	DIN 68800	bis 15,0 Meter
DN ab 5°	80 mm		
DN ab 3°	150 mm		

Tab. E1.25 Lüftungsquerschnitte für Dächer.

8. Schalungen unter Dachdeckungen

Nach ATV DIN 18334 werden folgende Schalungen unterschieden:

- Dachschalungen aus Holz (tragend oder aussteifend), aus besäumten oder gespundeten Brettern, mindestens sägerau, Festigkeitsklasse C24, $d \geq 24$ mm
- Dachschalungen aus Holzwerkstoffplatten (tragend und/oder aussteifend)
- Unterdachschalungen (nichttragend)

Bei Vollholzschalungen ist die Gebrauchsklasse nach DIN 68800 nachzuweisen, siehe „Abschätzung von Risiken: die Gebrauchsklassen“ ab Seite 100.

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.

Steildach – Schalungen für diffusionsoffene Unterdächer

Eine Vollholzschalung, die als raue Schalung oder Rauspund ausgeführt wird, kann (gemäß DIN 68800-2 Anhang A, Bild A.15) der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn:

- die Brettbreite $b \leq 160$ mm beträgt und
- mit einer diffusionsoffenen Schalungsbahn UDB mit einem sd -Wert $\leq 0,3$ m abgedeckt wird.

Abb. E1.26

Bei einer Schalung aus Brettern mit einer max. Breite von 160 mm kann von einer genügenden Anzahl von Fugen ausgegangen werden, so dass durch die Schalung keine nennenswerte Dampfbremswirkung entsteht.



Steildach – Schalungen unter Schieferdeckungen

Zur Gewährleistung der Nagelbarkeit (federnde Verformung) ist der Sparrenabstand zu begrenzen:

- Bei einer Schalung aus Brettern mit einer Nenndicke $d = 24$ mm beträgt der Achsabstand der Sparren $e \leq 700$ mm.
- Bei einer Schalung aus Holzwerkstoffen mit einer Dicke $d = 22$ mm beträgt der Achsabstand der Sparren $e \leq 600$ mm.

Bei größeren Abständen ist die Dicke der Schalung (Bretter bzw. Holzwerkstoffe) zu erhöhen.

Belüftete Konstruktionen können der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn:

- Schieferdeckung auf Vordeckung (diffusionsoffene Schalungsbahn)
- belüfteter Hohlraum (Konterlattung), max. 15 m Länge, Höhe ≥ 30 mm
- Unterdeckung $sd \leq 0,3$ m

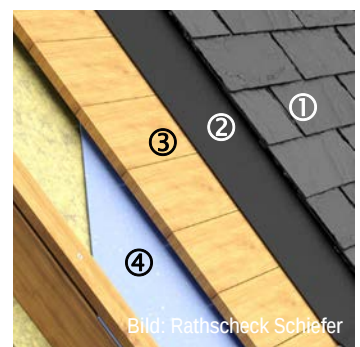


Abb. E1.27 Schieferdach ① als belüftete Konstruktion mit Vordeckung ② auf Schalung ③ und Unterdeckung ④.

Schalungen unter Metalldeckungen

Unter Metalldeckungen werden Vollholzschalungen unter anderem wegen der schnelleren Rücktrocknung bevorzugt.

Unbelüftete Konstruktionen können der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet werden, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Metalldeckung auf strukturierter Trennlage
- Holzfeuchte $u \leq 15$ %
- feuchtevariable Dampfbremse
- Dämmstoff GK 0, z. B. aus Mineralfaser nach DIN EN 13162, aus Holzfaser nach DIN EN 13171 oder Dämmstoffe, deren Eignung für den Anwendungsfall der Gebrauchsklasse GK 0 nach DIN 68800-1 durch einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist.



Abb. E1.28 Die strukturierte Trennlage zwischen Schalung und Metalleindeckung soll anfallende Feuchte auf der integrierten Drainageschicht ableiten.



Abb. E1.29 Auf den Hauptdachflächen wurde die Stehfalzdeckung direkt auf der Schalung verlegt. Auf den flachgeneigten Gauben sorgt eine strukturierte Trennlage für die Abführung eventuell eingedrungener Feuchtigkeit.

➔ Nach DIN 18339 (VOB Teil C — 2019) „Klempnerarbeiten“ sind bei Metalldeckungen aus Titanzink bei Dachneigungen bis 15° Trennlagen mit Dränfunktion einzubauen.

➔ 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.

Bei belüfteten Konstruktionen der Gebrauchsklasse GK 0 gelten besondere Anforderungen an den Lüftungsquerschnitt, siehe Tab. E1.25.

Nach den Fachregeln des ZVDH für Metallarbeiten dürfen unter Metalldeckungen nur OSB-Platten und Spanplatten mit vollständiger PMDI-Verleimung verwendet werden. Grund ist die bessere Feuchtebeständigkeit der Holzwerkstoffe.

Steildach, geneigtes Dach				
Schalung	techn. Spezifikation	diffusionsoffene Unterdächer NKL 2	unter Metalldeckungen NKL 2 / 3	unter Deckungen mit Schiefer oder Faserzement-Dachplatten NKL 2 / 3
OSB-Platten ^a	DIN EN 300 OSB/3 oder OSB/4	nein	Eignung im Feuchtbereich nach DIN EN 13986; Kantenlänge ≤ 2,50 m; d ≥ 22 mm	nein
Spanplatten ^a	DIN EN 312 P5 oder P7			nur in Ausnahmefällen verwendbar (Eignungsnachweis erforderlich) d ≥ 22 mm
Sperrholzplatten	DIN EN 636-2 „Feucht“ oder DIN EN 636-3 „Außen“			
Massivholzplatten	DIN EN 13353 SWP/2			
zementgeb. Spanplatten	DIN EN 634-1		bei Brandschutzanforderungen	
Rauspund ^b	u ≤ 20 %	b ≤ 160 mm; GK 0	d ≥ 24 mm 100 mm ≤ b ≤ 160 mm	d ≥ 24 mm b ≥ 120 mm
raue Schalung	u ≤ 20 %	d ≥ 18 mm b ≤ 160 mm; GK 0	nein	

Tab. E1.30 Schalungen für Dächer.

^a OSB-Platten und kunstharzgebundene Spanplatten nur mit vollständiger PMDI-Verleimung.

^b Schalung aus Vollholz in der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1.

E2. 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. E2.1).

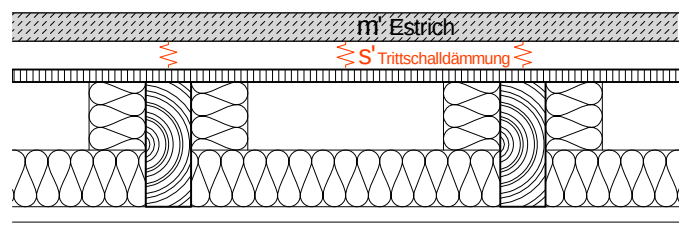
	Feuchte- abgabe Menge/Zeit	Abbindezeit	Kosten	Verarbeitung	Brandschutz	Untergrund für Fliesen	Schallschutz (Prüfwerte)
Zementestrich	hoch / anhaltend	lang	gering	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	erhältlich
Anhydritestrich	sehr hoch / kurz	mittel	gering	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	kaum
Gussasphalt	nein	sehr kurz	mittel	kompl. Geschoss	gegeben	möglich	kaum
Gipsfaser- Trockenestrich-Elemente	nein	keine	mittel	raumweise	gegeben	möglich	erhältlich

Tab. E2.1 Kriterien für die Auswahl von Estrich-Konstruktionen

Ein Estrich auf Trittschalldämmplatten bildet ein Masser-Feder System. Die Wirkung der Estrichaufbauten hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- der flächenbezogenen Masse der Estrichplatte m'
- der Weichheit der Trittschalldämmplatte s' (dynamische Steifigkeit)

→ Günstig wirkt sich ein schwerer Estrich auf weicher Trittschalldämmung aus.



Trittschalldämmplatten

Im Holzbau sind Trittschalldämmplatten aus Hartschaum ungeeignet. Eingesetzt werden Mineralfaser- oder Holzfaserplatten. Bei Trockenestrichen aus schwimmend verlegten Gipsfaserelementen oder Holzwerkstoffplatten sind spezielle Trittschalldämmplatten mit einer geringen Zusammendrückbarkeit erforderlich.

Nach DIN 18560-2 dürfen unter schwimmenden Zementestrichen bei Flächenlasten $> 3 \text{ kN/m}^2$ bzw. Einzellasten $> 2 \text{ kN}$ nur Dämmstoffe mit einer Zusammendrückbarkeit $\leq 3 \text{ mm}$ verwendet werden (Tab. E2.3).

Dämmstoff	Produktnorm	Anwendungstyp (Kurzzeichen)	dynamische Steifigkeit s' (Stufe)	Zusammen- drückbarkeit (Stufe)	Eignung für	Nutzlast
Mineralwoll- dämmplatten (MW)	DIN EN 13162	DES-sh	$7 - 20 \text{ MN/m}^3$ ($\leq \text{SD25}$)	$\leq 5 \text{ mm}$ (CP5)	Zementestrich (CT)	$\leq 2 \text{ kN/m}^2$
		DES-sm	$15 - 30 \text{ MN/m}^3$ ($\leq \text{SD40}$)	$\leq 3 \text{ mm}$ (CP3)	Trockenestrich (TE)	$\leq 4 \text{ kN/m}^2$
Holzfaser- dämmplatten (WF)	DIN EN 13171	DES-sg	$20 - 30 \text{ MN/m}^3$ ($\leq \text{SD50}$)	$\leq 2 \text{ mm}$ (CP2)	Zementestrich (CT) Trockenestrich (TE)	$\leq 5 \text{ kN/m}^2$

Tab. E2.2 Typische Trittschalldämmplatten bei Holzdecken.

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/m² angegeben. Wird eine Rohdichte des Estrichs von 2000 kg/m³ 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/m² und Einzel-

lasten $Q_K \leq 2$ kN. Die Estrichnorm DIN 18560 hat eine abweichende Aufteilung der Nutzlastbereiche (Tab. 24). Diese berücksichtigen auch die Zusammendrückbarkeit der Trittschalldämmplatten.

➔ Je höher die Zusammendrückbarkeit der Trittschalldämmung, desto geringer ist die dynamische Steifigkeit und damit die Schallübertragung.

Bei den unbeheizten Zementestrichen in Tab. E2.3 werden jeweils zwei Biegezugfestigkeiten unterschieden:

- F4 (4 N/mm²), z. B. für Wohnräume
- F5 (5 N/mm²), 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 der Dämmschicht c^a	
	Kurzzeichen	Beispiele		£ 5 mm	£ 3 mm
bis 2 kN ≤ 3 kN/m ²	A, B1, D1	Wohn- und Aufenthaltsräume, Büroflächen, Arztpraxen ohne schweres Gerät	F4	≥ 60	—
			F5	≥ 50	—
bis 3 kN ~ 4 kN/m ²	wie vor und B2	Behandlungsräume in Krankenhäusern ohne schweres Gerät	F4	—	≥ 65
			F5	—	≥ 55
bis 4 kN ~ 5 kN/m ²	wie vor und B3, C3, C5, D2	Büro- und Arbeitsflächen mit schwerem Gerät, Versammlungsräume, Verkaufsräume	F4	—	≥ 70
			F5	—	≥ 60

Tab. E2.3 Estrichnenndicke von unbeheizten Zementestrichen auf Dämmschichten nach DIN 18560-2, Dämmschichtdicke ≤ 40 mm.

^a 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.

Trockenestrich

Trockenestriche sind nicht genormt und werden über Systemprüfungen geregelt. Zulässige Nutzlasten, geeignete Trittschalldämmplatten, Schütungen 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 Gipsplatten, zementgebundenen Spanplatten oder OSB erzielen vergleichsweise geringe Trittschallminderungen. Die Masse ist gegenüber Zementestrich deutlich geringer. Dazu sind steifere Trittschalldämmstoffe einzusetzen.

➔ Um mit Trockenestrichen ein heute übliches Schallschutzniveau zu erreichen, ist eine Deckenbeschwerung erforderlich.

E3. 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. E3.1)

1. Decklagen, z. B. aus Gipsplatten, bilden die raumseitige Fläche der Decke. Sie werden mit geeigneten Verbindungsmitteln, z. B. Schnellbauschrauben, an der Unterkonstruktion befestigt.
2. 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.
3. Abhänger verbinden die Unterkonstruktion mit den Verankerungselementen. Diese dienen zur Befestigung an der tragenden Rohdecke, z. B. Holzbalkenlage oder Holzmassivdecke.

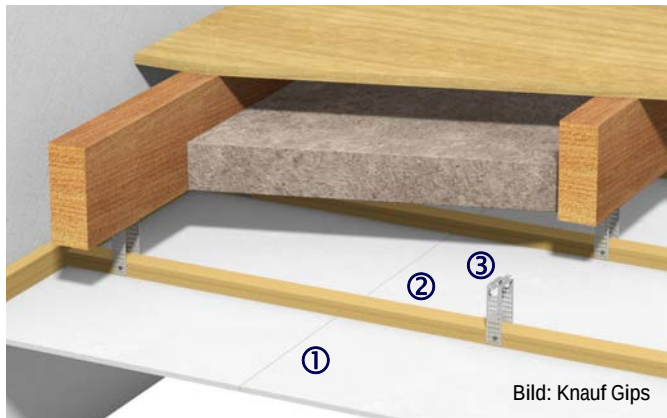


Abb. E3.1 Holzbalkendecke mit einer Unterdecke aus Gipsplatten. Die Unterkonstruktion besteht aus Holzlatten, die mit Direktabhängern an der Balkenlage verankert sind.

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 (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/m²) 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. E3.1). 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. E3.2 aufgeführt. Bei Anforderungen an den Brandschutz gelten die Abstände nach DIN 4102-4, siehe Tab. E3.3.

➔ Gipsfaserplatten: 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. E3.2 Maximale Spannweiten für Deckenbekleidungen und Unterdecken aus Gipsplatten nach DIN 18181.

Bekleidung aus Feuerschutzplatten (GKF), d [mm]		Achsabstände [mm] der Traglatten bzw. Tragprofile	Dämmschicht ^a [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. E3.3 Maximale Spannweiten für Deckenbekleidungen aus Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF) bei Brandschutzanforderung nach DIN 4102-4.

^a 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. E3.4 zu entnehmen.

Unterkonstruktion	Abstände Abhänger / Verankerungselement bei Gesamtlast [kN/m²]		
	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. E3.4 Abstände der Abhänger bei Unterkonstruktion als einfacher Lattenrost bzw. Profilrost (Decke in Holztafelbauart).

➔ Neben den oben genannten Abständen der Unterkonstruktion gemäß normativen Vorgaben sind auch Angaben aus Prüfzeugnissen der Hersteller von Unterdeckensystemen verwendbar.



Abb. E3.5 Montage von CD-Profilen mit Direktschwingabhängern unter einer Brettsperholzdecke in einem Einfamilienhaus.

Hinsichtlich des Schallschutzes sind Holzbalken- und Massivholzdecken zwei verschiedene Bauarten. Daher ist auch die Anordnung einer abgehängten Unterdecke unterschiedlich wirksam. Weitere Ausführungen siehe C7. Abschn. 3. „Trittschalldämmung, Decken“ ab Seite 133.

E4. Installationsebene

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. E4.3 aufgeführt.

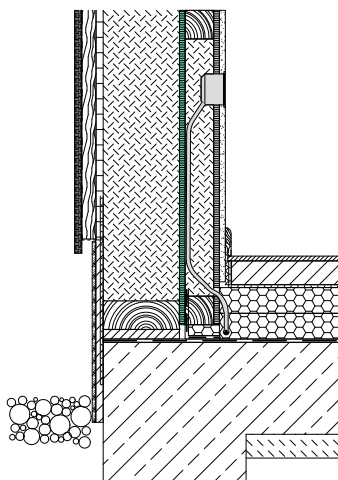


Abb. E4.1 Außenwand mit vertikaler Lattung als Installationsebene. Für das horizontale Verziehen von Elektroleitungen, Leerrohren etc. müssen die Latten mit Bohrungen versehen werden.

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

Abb. E4.2 Außenwand mit gedämmter Installationsebene: Die Hauptdämmebene bleibt frei von Installationen und die luftdichte Ebene aus OSB-Platten 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 mindesten 30 x 50 mm betragen, empfohlen wird das Format 60 x 60 mm. Die Tiefe von 60 mm ist für den Einbau von Hohlwand Dosen empfehlenswert.

Anordnung der Lattung		
	horizontal	vertikal
Vorteile	• Installationsführung unabhängig vom Fußboden • Querlattung vermindert Wärmebrückeneffekt • freies Abstandsraster	• Zuführung über Fußboden erleichtert • übliches Raster von 62,5 cm für Platten im Großformat
Nachteile	• vertikale Installationsführung behindert	• Wärmebrücke durch Aufdoppelung

Tab. E4.3 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. E4.4).



Abb. E4.4 Zweilagige Beplankung der Installationsebene mit OSB-Vollschalung und Gipsplatten.

Grundsätzlich verbessert eine zusätzliche, gedämmte Installationsebene den Schallschutz einer Außenwand. Bei Verkehrslärm mit stark niederfrequenten Komponenten, z. B. hoher LKW-Anteil, sollten Konstruktionen eingesetzt werden, die auch bei Frequenzen unter 100 Hz eine gute Schalldämmung aufweisen.

Sollen Installationen ohne Lattungsebene in die luftdichte OSB-Platte verlegt werden, so werden in der Vorfertigung die Installationen vorbereitet. Weitere Ausführungen dazu siehe „Installationen“ auf Seite 212.



F. Details

F1. Außenwand.....	173	F3. Vordächer	185
1. Sockelausbildung	173	F4. Terrassen und Balkone	187
2. Geschosstoß.....	175	1. Balkonkonstruktionen	187
3. Fensteranschluss	177	2. Staffelgeschoss mit Dachterrasse	189
F2. Dach	181		
1. Traufe	181		
2. Dachränder Flachdach	183		

F1.Außenwand

1. Sockelausbildung

Erstmals gibt die DIN 68800 (Ausgabe 2012) in 5.2.1.3 und im Anhang A des Teils 2 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. Bei Außenwänden mit einem dauerhaft wirksamen Wetterschutz gilt:

- Abstand min. 30 cm. Hier bestehen keine Anforderungen an den Geländebelag.
- Abstand min. 15 cm bei Anordnung einer Kiestraufe, siehe Abb. F1.1). Empfehlung: Dies sollte die Standardausführung im Holzbau sein.
In der Norm wird ersatzweise für die Kiestraufe ein Wasser ableitender Belag mit mindestens 2 % Gefälle genannt. Hier liegt für den Sockel allerdings eine höhere Spritzwasserbelastung vor.
- Abstand min. 5 cm mit geeigneten Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18195-4 (heute DIN 18533).

Die Variante nach Abb. F1.1 bildet den Standard bei der Sockelausbildung. Die Vorgaben sind in der Praxis realistisch umsetzbar. Hier gilt: vor

F. Details
F1. Außenwand
1. Sockelausbildung

dem Haus entstehen für einen zuverlässigen Feuchteschutz im Sockelbereich zwei Stufen. Die untere Stufe überwindet die Absenkung des Geländes, die zweite den Fußbodenaufbau im Gebäude.

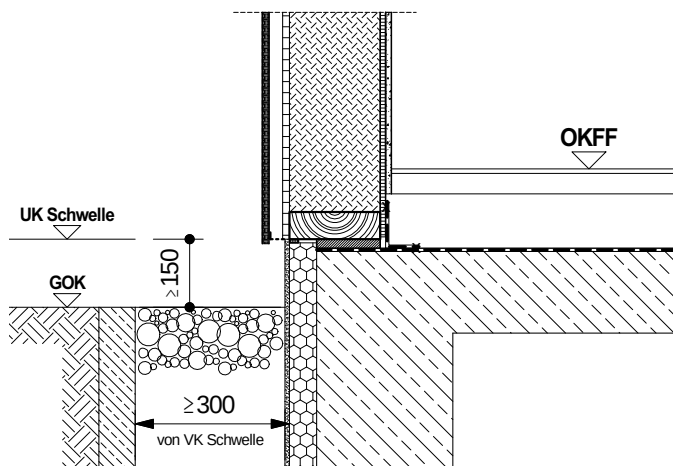


Abb. F1.1 Eine übliche Variante ist die Ausbildung einer Kiestraufe (Körnung 16/32 mm). Der Unterbau wird drainierend ausgebildet, so dass das von der Fassade ablaufende Wasser in großer Menge versickern kann.

➔ Aufgrund der exponierten Lage einer Schwelle wird auch in der GK 0 das Kernholz von Lärche oder Douglasie empfohlen.

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. Es widerspricht den vorigen Lösungen, wenn die Podeste aus feuchtem Material bestehen (z. B. gemauertem Stein), die eine vertikale Abdichtung an der Hauswand benötigen. Auf der Gebäudeseite dieser Abdichtung entsteht Kondensat.

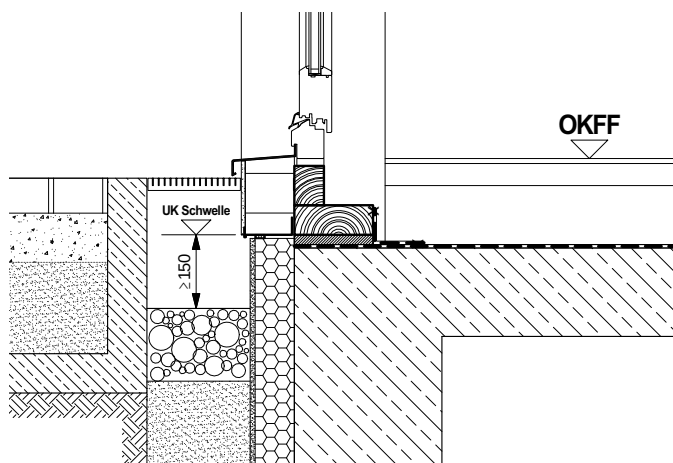


Abb. F1.2 Der Drainageschacht trennt den trockenen Sockel von dem mauerfeuchten Podest aus Stein. Der Schacht nimmt das von der Fassade ablaufende Niederschlagswasser auf (ggf. Drainung ergänzen).

Ausweg bieten beispielsweise zwei Lösungen. Abb. F1.3 zeigt das Prinzip Vordach, mit dem der sensible Bereich Hauseingang trocken gehalten wird. Vorbild für diese Lösungsart ist 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. F1.3 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.

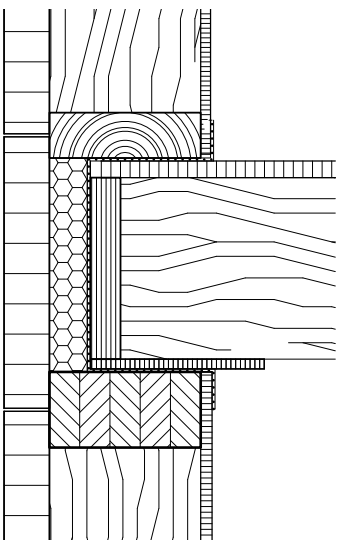
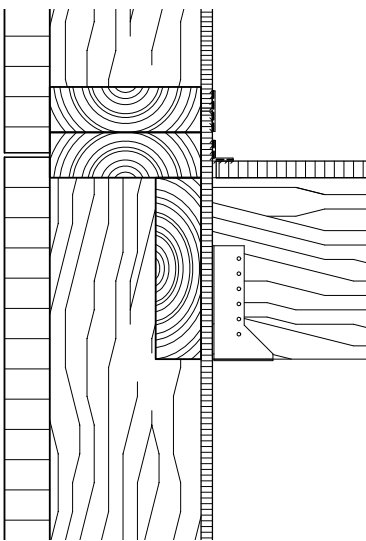
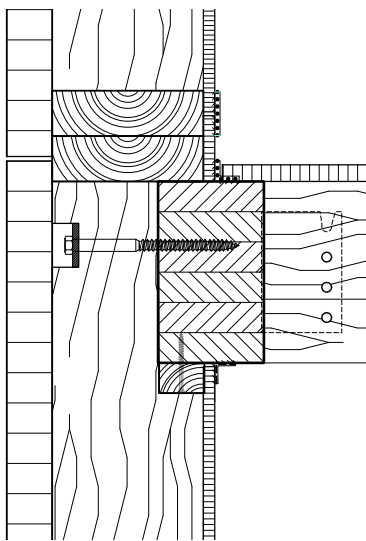
In 2021 ist das Themenheft zum „Sockel im Holzbau“ erschienen. Hier bekommen Planende und Ausführende Hinweise und Vorlagen um die notwendigen Maßnahmen mit Bauherren und Investoren zu besprechen.



2. 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 verschiedenen Varianten des Geschossstoßes verglichen werden. Welches der Konstruktionen zur Ausführung kommen soll, ist eine Abwägung der Vor- und Nachteile (siehe Tab. F1.4).

	Aufgelegte Decke (Standardkonstruktion)	Eingehängte Decke (einfache Ausführung)	Eingehängte Decke (optimierte Ausführung)
Schnitt- zeichnung			
Vorteile	• die geringere Höhe der Außenwand im Untergeschoss zum Transport • einfache Montage der Decke • elementierte Vorfertigung der Decke vereinfacht	• Einsatz von preisgünstigen Werkstoffen • die Setzungen im Bereich des Geschossstoßes sind beseitigt • die Luftdichtung ist sehr einfach herzustellen, Nachbesserungen sind möglich	• Vorteile wie bei einfacher Ausführung • Der Anschluss ist bei sichtbarer Holzbalkendecke sehr gut geeignet
planerisch ist zu beachten (Nachteile)	• Die Luftdichtung ist sehr aufwändig herzustellen (siehe Abb. F1.6) • Bei Leckagen in der Luftdichtung ist eine Nachbesserung kaum möglich • Die gestapelte Höhe der Konstruktionshölzer ist beträchtlich, übergroße Setzungen müssen insbesondere bei einer WDVS-Fassade zwingend vermieden werden.	• die Setzungen der Innenwände müssen reduziert werden, da sonst die Decke durchhängen könnte • der Schallschutz ist über den Nebenweg der Außenwand untauglich, Verbesserung können Installationsebenen bringen • gleiches gilt für den Brand- / Rauchschutz • für den Deckenbalkenanschluss sind Verbinder mit Zulassung erforderlich (Durchnagelung der OSB-Platte) • die Höhe der Außenwand zum Transport	• die Setzungen der Innenwände müssen reduziert werden, da sonst die Decke durchhängen könnte • der Schallschutz ist über den Nebenweg der Außenwand zu beachten, Verbesserung können Installationsebenen bringen • zur Vermeidung von Fugen (Rauchschutz und Verbesserung Schallschutz) sollte die Deckenbeplankung luftdicht zur Außenwand angeschlossen werden • die Höhe der Außenwand zum Transport

Tab. F1.4 Details einer Geschossdecke im Holzrahmenbau.

Typische Fehler bei der Ausbildung des Geschossstoßes

Abb. F1.5 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. F1.6).
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 Schwindmaß 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.

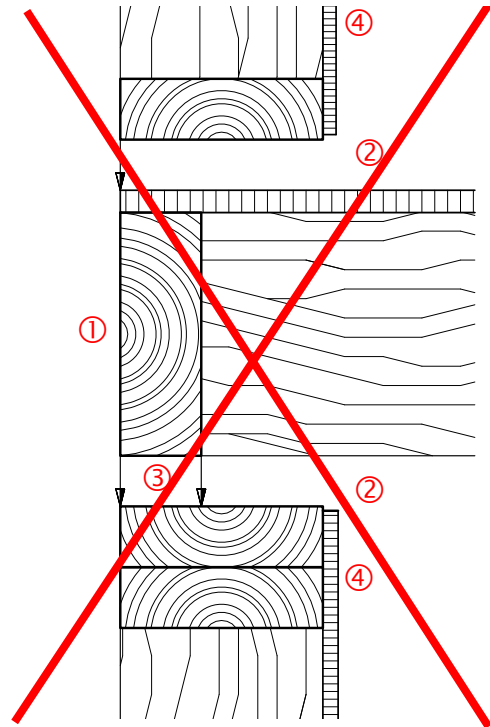


Abb. F1.5
Falscher Geschossstoß – welche Fehler werden häufig gemacht?

Standardkonstruktion der aufliegende Decke

Abb. F1.6 zeigt das standardmäßige Detail einer aufliegenden Geschossdecke. Welches sind die Gründe für den Einsatz der verschiedenen Anslusselemente?

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

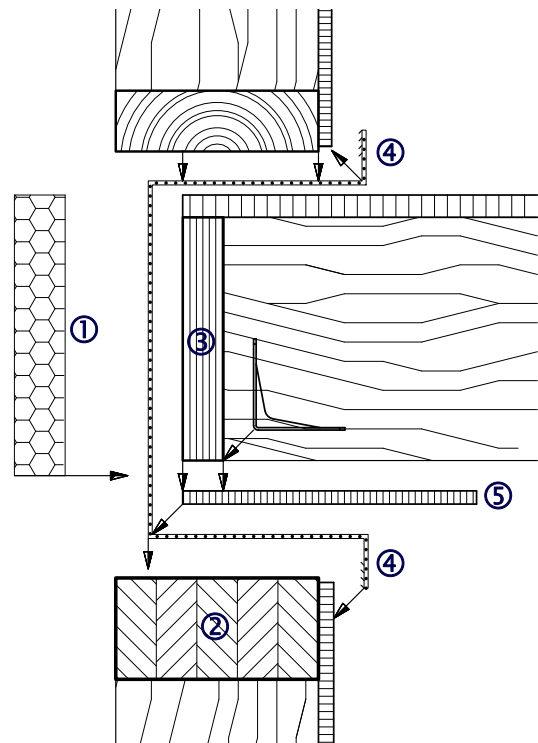
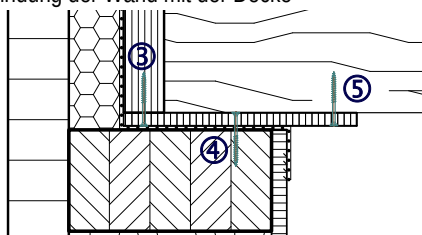


Abb. F1.6
Standardkonstruktion für eine aufliegende Geschossdecke.

Optimierte Konstruktion einer eingehängten Decke

Abb. F1.7 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. F1.4).

1. Der Randbalken der Geschossdecke ist zu 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.

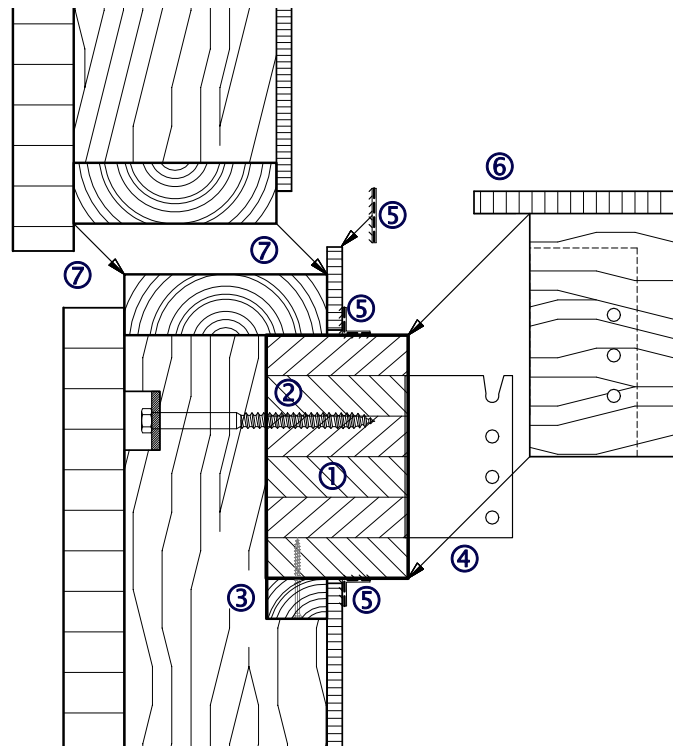


Abb. F1.7

Optimierte Konstruktion einer eingehängten Geschossdecke.

3. 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 Auffeuchtungen, 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 [18] zu beachten.
3. Die Fassade wird oft von einem nochmals anderen 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. F1.8). Der Zusammenhang ist zunächst trivial.

Funktionsschichten der Außenwand

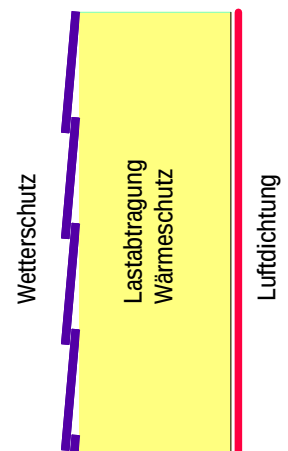


Abb. F1.8

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

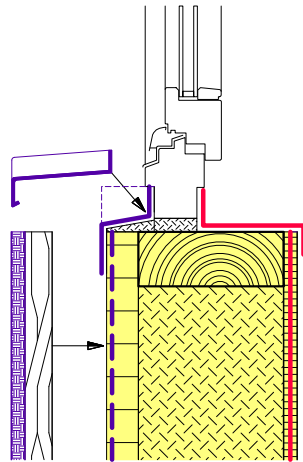


Abb. F1.9

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.

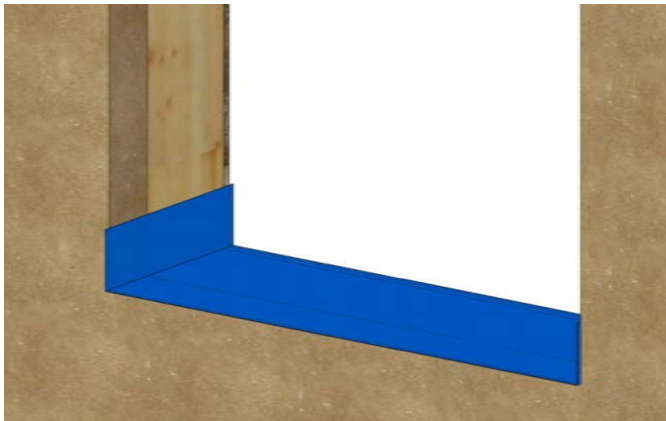


Abb. F1.10 Der temporäre Witterungsschutz sollte zu beiden Seiten mindestens 1 cm überstehen und an beiden Seiten jeweils 10 cm hochgeführt werden.

➔ 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.

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. F1.11

Modell einer Fensteröffnung mit einem Brüstungsriegel, der ca. 8 mm in den Stiel eingelassen ist.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Brüstungsriegel

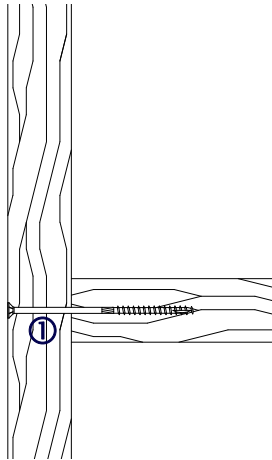


Abb. F1.12 Werden lediglich Schrauben ① zur Befestigung des Brüstungsriegels verwendet, so ist dieser Anschluss recht weich und verschieblich.

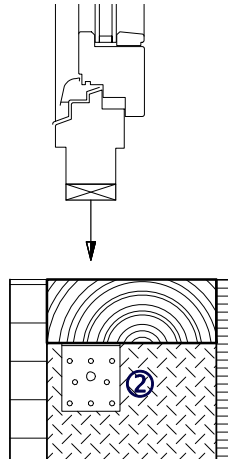


Abb. F1.13 Sodann sollte zur Stabilisierung des Fensterauflagers ein Winkelverbinder ② wegen des hohen Fenstergewichtes und seiner mechanischen Beanspruchung angebracht werden.

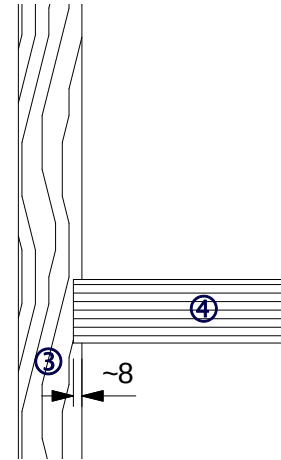


Abb. F1.14 Eine sehr rationelle und dabei sichere und passgenaue Methode ist das Einlassen des Riegels in den seitlichen Stiel ③. Verleimte Hölzer sorgen für ein maßgenaues Fensterauflager ④.

Tab. F1.15 Die Details zeigen Möglichkeiten zur Ausführung des Brüstungsriegels als definiertes und formstabiles Auflager für die Fenstermontage.

Fensterbrüstung

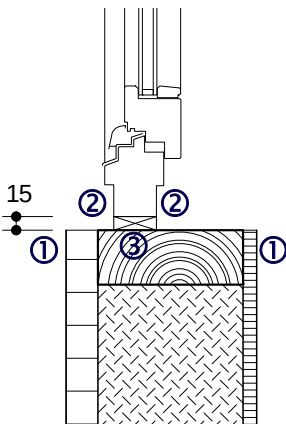


Abb. F1.16 Bei der Herstellung des Rohbaus werden die Außen- und Innenbekleidungen bündig ausgeführt ①. Das Fenster ist innen und außen mit einem Falz ② ausgestattet. Beim Einbau werden unterhalb der vertikalen Rahmenhölzer Auflagerklötze ③ positioniert, um die Eigenlasten des Fensters in die Rohbauwand sicher abzuleiten.

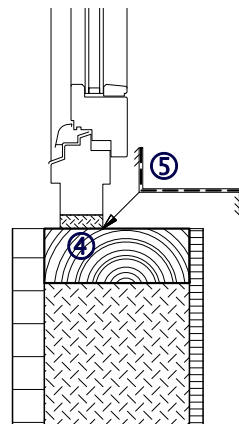


Abb. F1.17 Die Fuge zwischen Fenster und Rohbauwand beträgt auch hier 15 mm und wird mit elastischem Dämmmaterial ④ ausgefüllt (z. B. Faserdämmstoff). Die Luftdichtung / Dampfbremse ⑤ wird zum Fensterbankfalz verklebt.

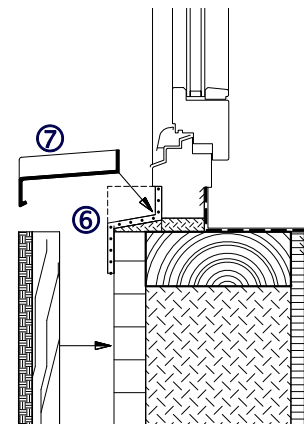
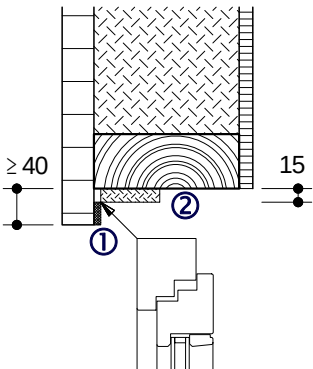
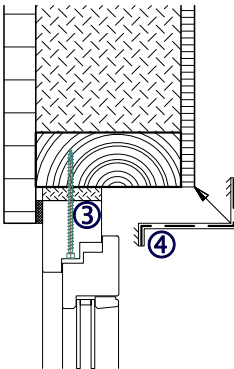
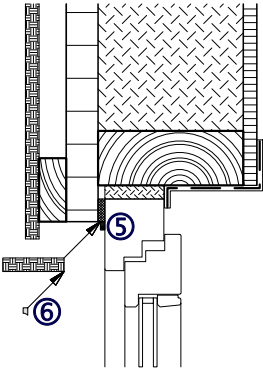
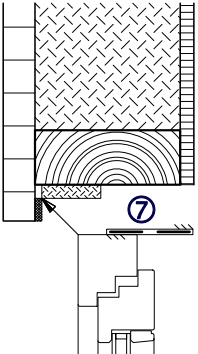
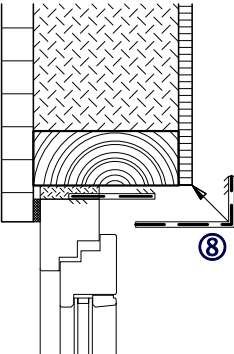
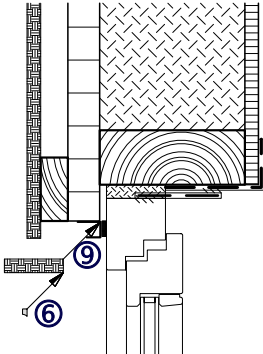


Abb. F1.18 Zur Regensicherheit des Anschlusses auf der Außenseite wird der Brüstungsbereich mit speziellen Anschlussmitteln ⑥ eingedichtet. Achtung: Die Dichtung muss seitlich an den Fensterleibungen wannenförmig hoch geführt werden. Die Fensterbank ⑦ z. B. aus einem Standard-Alu-Profil deckt den äußeren Bereich als Bekleidung ab.

Tab. F1.19 Die Details zeigen einen Vorschlag für den Ablauf der Montage.

Fensterleibung		
		
Abb. F1.20 Bei der Herstellung des Rohbaus wird der Fensteranschlag vorbereitet (≥ 40 mm). Das Fenster schließt mit einem Fugen-dichtband ① (Kompriband) an. Die Fuge zwischen Fenster und Rohbauwand sollte mind. 15 mm betragen. So kann die Fuge mit Dämmmaterial ② sicher ausgefüllt werden.	Abb. F1.21 Die Befestigung des Fensters zum Rohbau erfolgt zwängungsfrei mit Vollgewindeschrauben ③. Die Luftdichtung / Dampfbremse ④ wird zum Fenster geführt.	Abb. F1.22 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.
Alternativen zu den herkömmlichen Montagemethoden		
		
Abb. F1.23 Vor der Fenstermontage wird sehr einfach ein wechselseitig klebendes Anschlussband ⑦ mit Dampfbremsefunktion verwendet.	Abb. F1.24 Die Dampfbremse und Luftdichtung ⑧ ist nun sehr einfach an das vorbereitete Anschlussband anzuschließen.	Abb. F1.25 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.

Tab. F1.26 Die Details zeigen Vorschläge für den Ablauf der Montage.

F2.Dach

1. Traufe

Holzschutz bei Sparrenköpfen

Dachüberstände verringern die Niederschlagsmenge an der Fassade. Das ist positiv. Aber wie ist das Konstruktionsholz an dieser Stelle bezüglich des Holzschutzes zu beurteilen? Auch hier gilt die 60°-Regel (siehe Abbildung C5.6 auf Seite 100). Hölzer, die unter diesem Winkel von Dächern geschützt werden, sind der Gebrauchsklasse GK 0 oder GK 1 zuzuordnen (siehe Tabelle C5.12 auf Seite 104).

Das Dach schützt an der Traufe zuverlässig die Sparrenköpfe. Eine stirnseitige Bekleidung 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 Auffeuchtung besteht hier nicht (vgl. auch „GK 2 – Wie kann Pilzbefall „unter Dach“ vermieden werden?“ auf Seite 101).

Aber wie ist eine Gefährdung gegenüber Trockenholzinsekten zu bewerten? Die Hintergründe werden auf der Seite 101 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. F2.1 und Abb. F2.2 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. F2.2 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 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. F2.1 und Abb. F2.2 zeigen die Entwässerung der Unterdeckung hinter der Dachrinne und oberhalb des Stirnbrettes über ein Abschlussblech. Diese Lösung ist für flache Dachneigungen sehr wirkungsvoll und dabei kostengünstig.

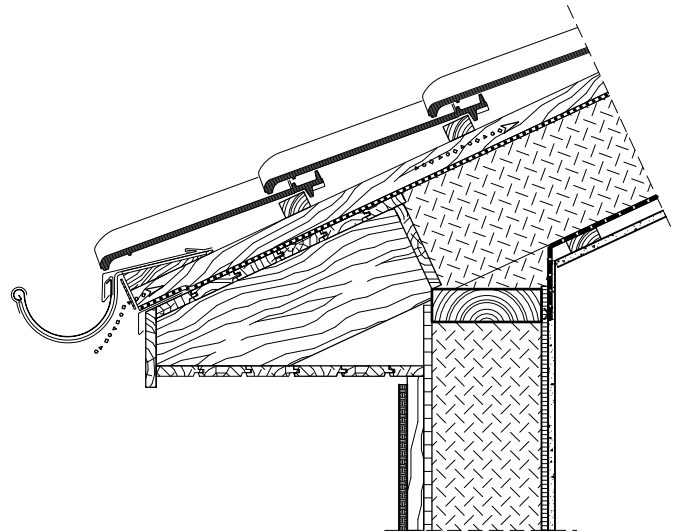


Abb. F2.1 Der geschlossene Dachkasten an der Traufe deckt das Holz ab (z. B. Nut-Feder-Bretter). Hier ist die Gebrauchsklasse GK 0 gegeben.

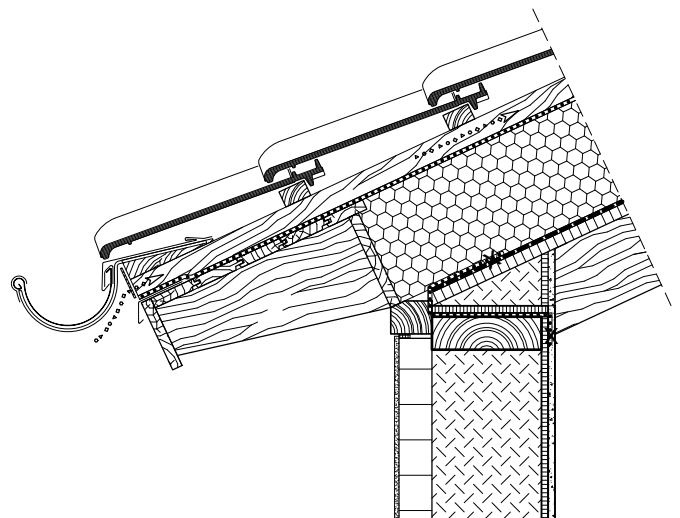


Abb. F2.2 Beim sichtbaren Sparrenkopf an der Traufe ist ein vorbeugender Insektenschutz zumeist unnötig, weil i. d. R. technisch getrocknetes Holz verwendet wird.

Schimmelbildung bei Dachüberständen

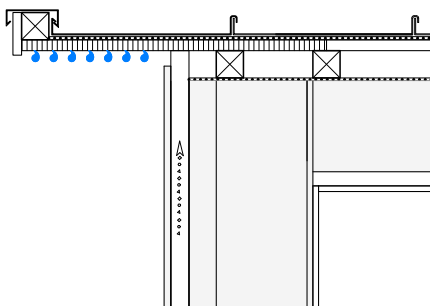
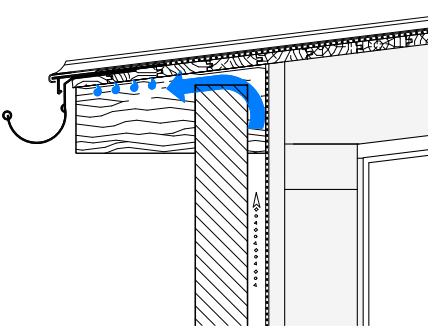
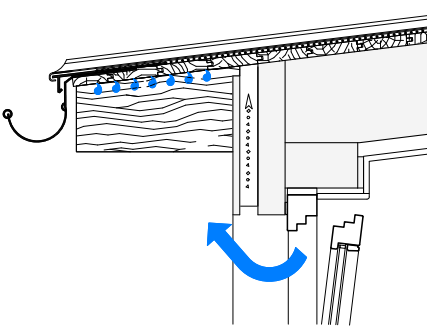
Bei Dachüberständen besteht die Gefahr von Schimmelbildung an Bekleidungen und Sparrenköpfen. Selbst Fachleute unterschätzen das Risiko von erheblicher Kondensatbildung in diesem Bereich. Die Ursachen und Lösungen werden in den Abb. F2.4 bis Abb. F2.6 aufgezeigt.

➔ 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. F2.3 Verschiedene Ursachen können zu einer Schimmelbildung im Bereich von Dachüberständen führen.

Auskühlung „schlanker“ Dächer	Feuchte aus Luftschichten (insbesondere Verblender)	Feuchte aus gekippten Fenstern
		
Abb. F2.4 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. ➔ Kalte Oberflächen bilden Kondensat! <u>Lösung:</u> Dachüberstände benötigen eine Dämmschicht.	Abb. F2.5 Die Feuchtigkeit aus Fassaden wird „gegen“ die Dachunterseite gelüftet. Besonders hohe Feuchtemengen führen Luftschichten bei Verblendschalen. ➔ 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.	Abb. F2.6 Gekippte Fenster oder Wanddurchgänge von Wrasenabzügen bzw. Lüftungsanlagen können zu höherer Luftfeuchte unter den Dachüberständen führen. ➔ Warme Luft trägt sehr viel Feuchtigkeit mit sich. <u>Lösung:</u> Stoßlüftung bei Fenstern (keine gekippten Fenster). Abluftöffnungen über Dach führen.

Tab. F2.7 Bauliche Situationen bei denen Schimmel unterhalb von Dachüberständen entstehen kann. Abhilfe schaffen Dämmebenen oberhalb der Schalungen wie in Abb. F2.8 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 32 detailliert vorgestellt. Ein genauer Feuchteschutznachweis ist in jedem Fall notwendig. Ein Gefälle von 3 % ist vorzusehen.

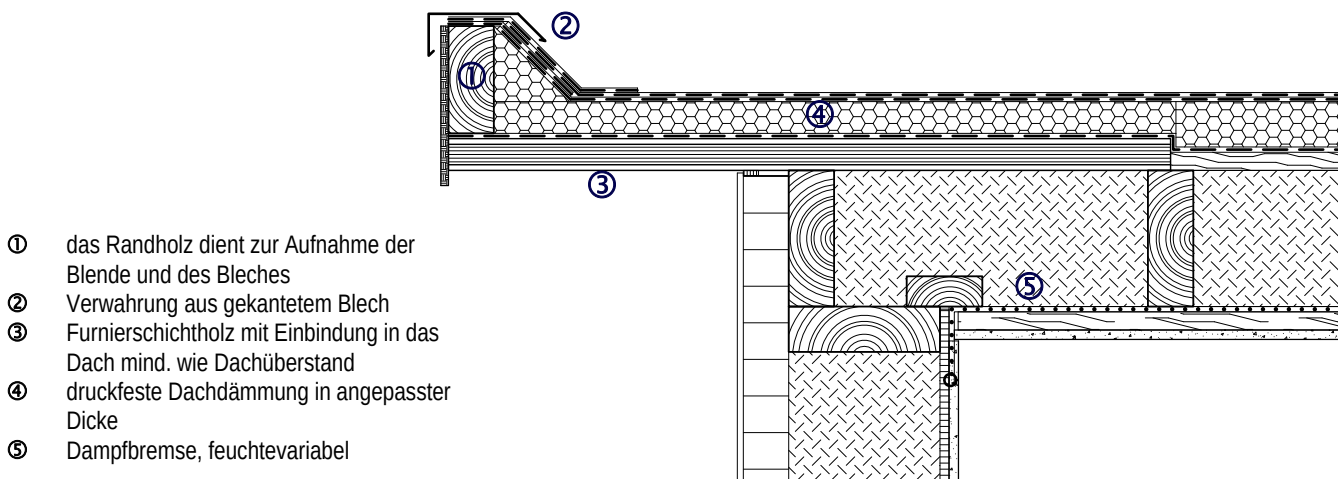


Abb. F2.8 Für ein Flachdach mit Zusatzdämmung wird hier der Dachrand dargestellt. Soll die Dachkante sehr schlank bleiben kann mit einer Furnierschichtholzplatte ③ der Überstand tragend hergestellt werden.

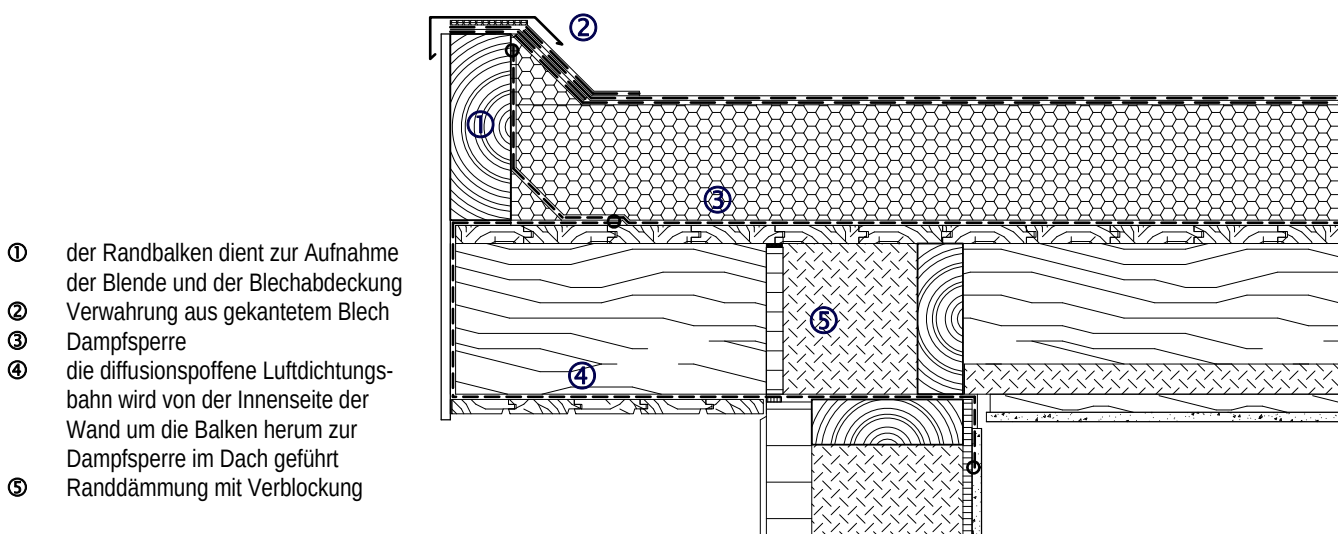


Abb. F2.9 Für ein Flachdach mit aufliegender Dämmung wird hier der Dachüberstand mit auskragender Balkenlage dargestellt. Die Dachkante wirkt durch die große Höhe sehr massiv.

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. F4.9 auf Seite 189)
6. Einspringende und auskragende Geschosse mit einfachen Anschlussdetails

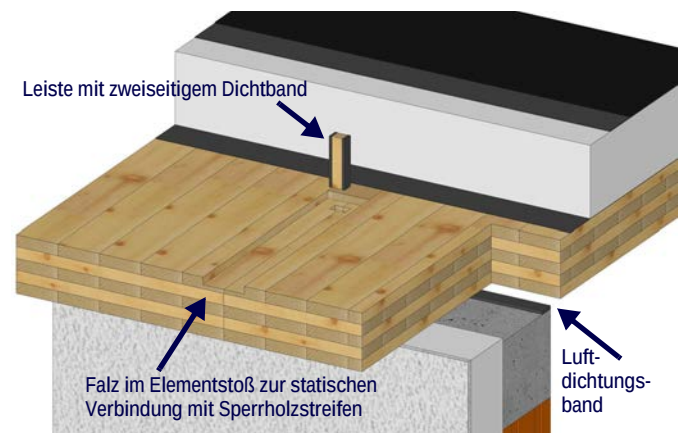


Abb. F2.10 Zum Herstellen der Luftdichtung wird bei Dachüberständen im Bereich des Auflagers die Methode „durch“ angewendet. Im Stoß wird eine Dichtleiste eingefügt.

- 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 geneigten Haften

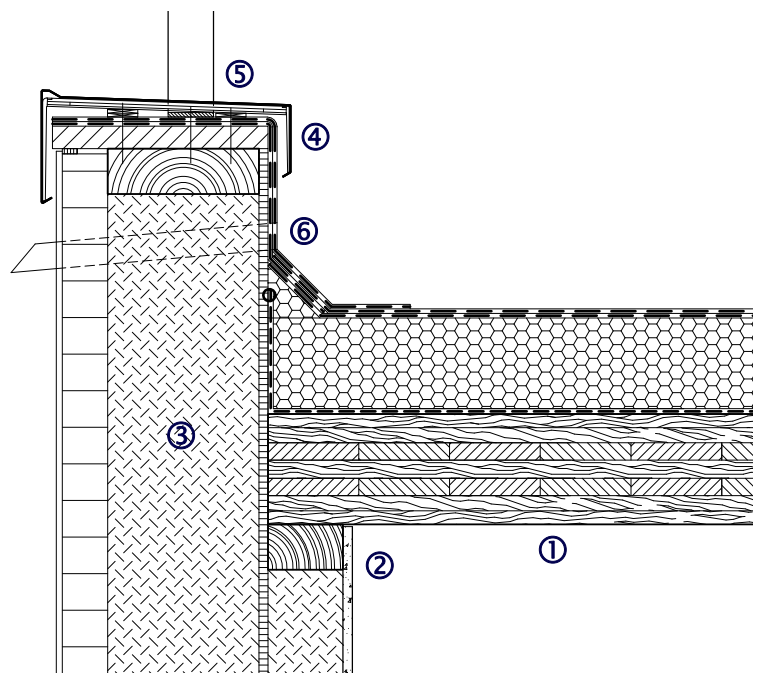


Abb. F2.11 Die Attika stellt den horizontalen Abschluss der Außenwand her, üblicherweise mit einer Blechverwahrung. Das Dach liegt tiefer hinter der Attika. Damit ist das Niederschlagswasser zunächst eingeschlossen und kann nur über innenliegende Abläufe abgeführt werden. Ggf ist ein Notablauf ⑥ zu schaffen.

F3. 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. F3.1 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 Bauschnittholz, Balkenschichtholz (Duobalken®) und Standard-BS-Holz sind hier nicht zulässig. Bitte weiterlesen in [15].

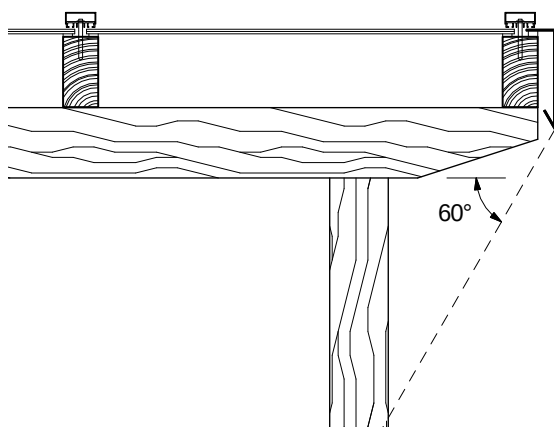
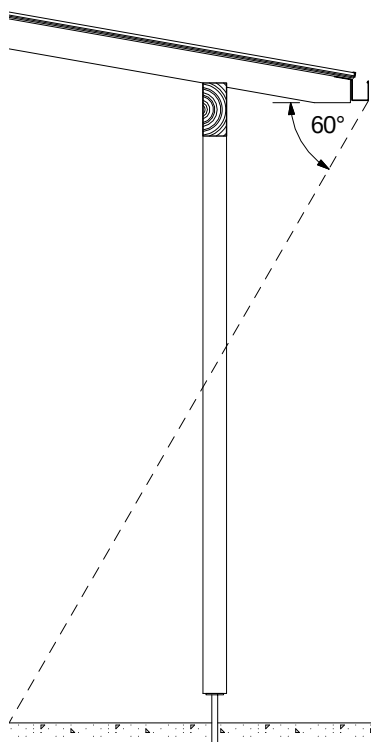


Abb. F3.2 Für die Ortungsseite gelten die gleichen Regeln wie in Abb. F3.1 beschrieben. Ist der Dachüberstand zu gering (60°-Linie), sollten der seitliche Sparren, der Rähmkopf und der Anschluss zur Stütze bekleidet werden.

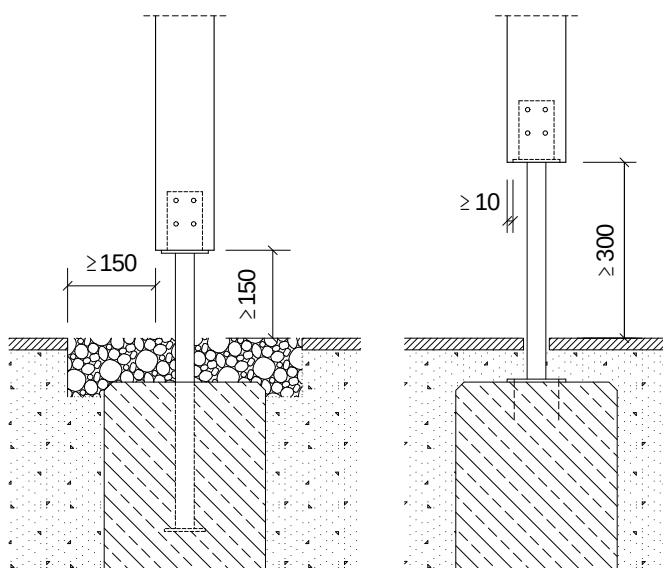


Abb. F3.3 Die Stützen von Vordächern werden als senkrecht Bauteil als Ausnahme der Gebrauchsklasse GK 0 zugeordnet (DIN 68800 Teil 2 Abschn. 6.2.2). Damit ist die Holzart Fichte hier zulässig. Allerdings ist der Querschnitt zu begrenzen. Vollholz bis 16/16 cm und BS-Holz (NKL 3 !!) bis 20/20 cm. Gefährdet 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 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 (siehe Abschn. D4. „Verbinder“ ab Seite 153).

Stützenfüße, auch Pfostenträger genannt, müssen in statischer Hinsicht die einwirkenden Kräfte aufnehmen können. Dies sind Druckkräfte, Zugkräfte (Windsog), Einspannmomente sowie seitliche Verschiebung (Lagesicherung).

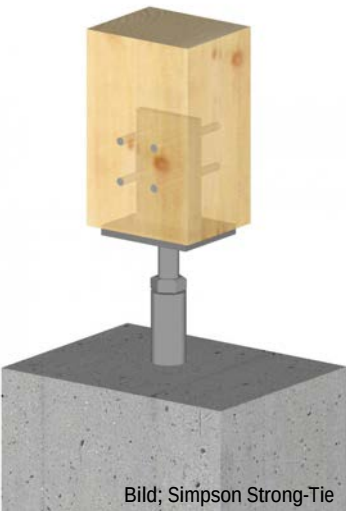
Stützenfüße, die in Holzkonstruktionen für tragende Holz-Beton-Verbindungen eingesetzt werden, müssen die Anforderung „Mechanische Festigkeit und Standsicherheit“ nach der Bauproduktenverordnung erfüllen. Auf dieser Grundlage wird z. B. eine Europäische Technische Bewertung (ETA) ausgestellt. Dieses Dokument enthält Bemessungswerte.

Hinsichtlich der Verankerung zum Beton sind zwei grundsätzliche Varianten zu unterscheiden:

- zum Einbetonieren
- zum Aufdübeln

Abb. F3.4
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
	 Bild: GAH Alberts	 Bild: Simpson Strong-Tie	 Bild: Eurotec
Vorteile	• kostengünstig • gute Stabilität	• auch als aufdübelbare Variante erhältlich • verdeckte Anschlüsse, Befestigung mit Stabdübeln • höhenverstellbar	• keine Abbundarbeiten, Vorbohren oder Fräsen erforderlich • einfache Montage mit Vollgewindeschrauben • höhenverstellbar • Aufnahme zusätzl. Horizontallasten
planerisch ist zu beachten (Nachteile)	• die Kontaktfläche zum Holz ist zu begrenzen (Kapillarfuge) • nicht höhenverstellbar	• Fräsarbeiten notwendig • Stabdübel sollten nur einseitig gebohrt und von der witterungsabgewandten Seite aus angebracht werden	• Holzquerschnitt mindestens 100 x 100 mm

Tab. F3.5 Verschiedene Ausführungen von Stützenfüßen.

F4. 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 im Teil 2 keine besonderen Vorgaben, wie die Gebrauchsklasse 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. F4.1 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 Feuchteeintrag über eine Kapillarfuge im Kontaktbereich zu vermeiden.

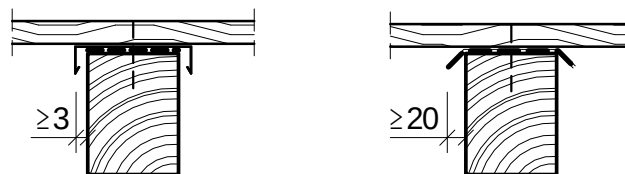
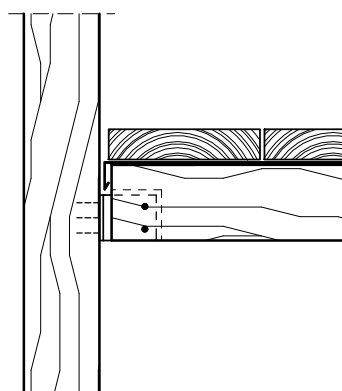


Abb. F4.2 Hölzer, die nicht vertikal stehen, sollen oberseitig abgedeckt werden. Dies kann z. B. mit einer Blechabdeckung auf strukturierter Trennlage (links) oder einer UV-beständigen und min. 1,5 mm dicken Kunststoffbahn erfolgen (rechts).



Abb. F4.3 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. F3.3 dargestellten Empfehlungen.

Geschlossene Balkonkonstruktionen

Wird bei einem Balkon ein Unterboden mit wasserableitender Schicht angeordnet, so spricht man von einer „geschlossenen“ Konstruktion.



Abb. F4.4 Bei mehr als einer Wohn- und Nutzungseinheit müssen Balkone über Terrassen oder übereinander liegende 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 zu bemessen.

Durch die Anordnung eines Unterbodens sind Haupt- und Nebenträger der Balkonkonstruktion durch die Abdichtung geschützt. Eine Zuordnung zur Gebrauchsklasse GK 0 ist somit möglich.

Ist das Bauteil nicht auf Insektenbefall kontrollierbar oder wurde kein technisch getrocknetes Holz verwendet, gilt die Gebrauchsklasse GK 1.

F. Details
 F4. 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. F4.5).

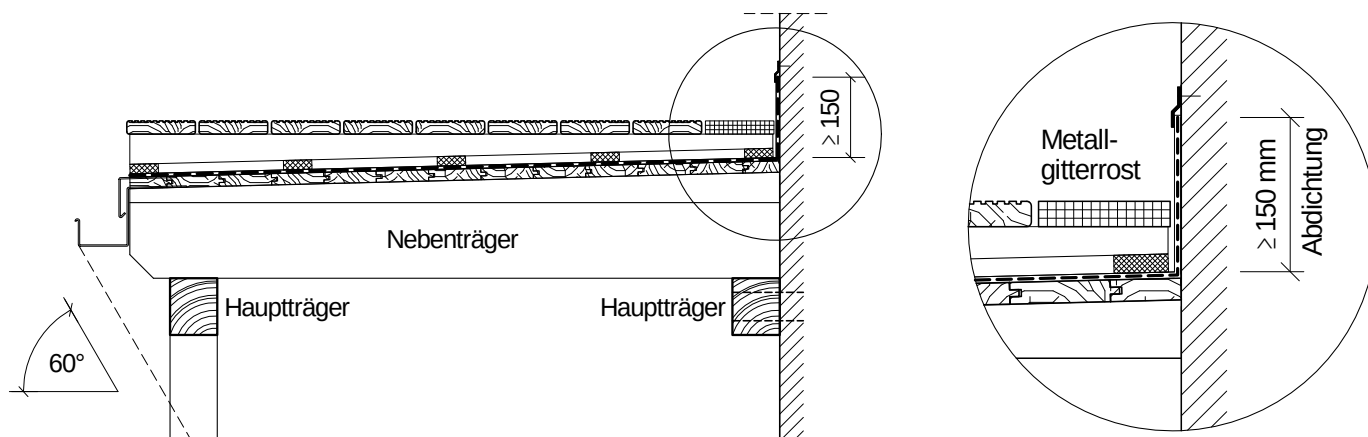


Abb. F4.5 Geschlossener Balkon als Standardkonstruktion mit Wandanschluss und Metallgitterrost. Die Regenrinne schützt den außen liegenden Hauptträger vor Niederschlägen (60°-Linie).

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. F4.6).

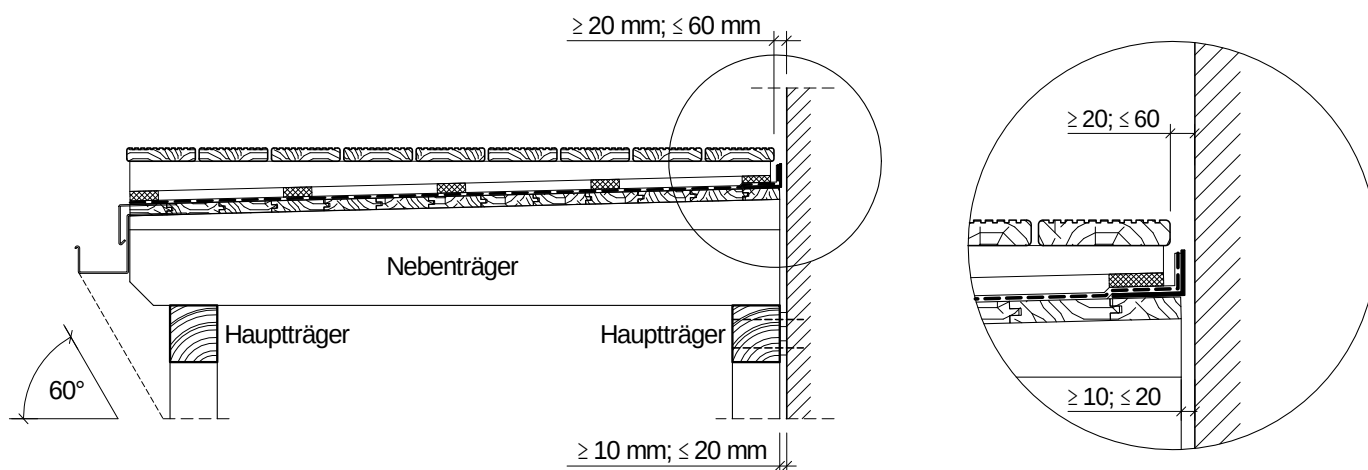


Abb. F4.6 Geschlossener Balkon ohne Wandandichtung.

- ➔ 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. F4.7 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.

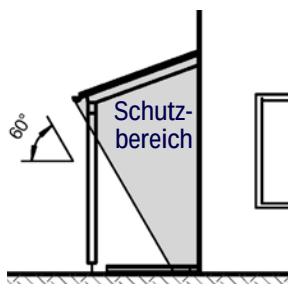


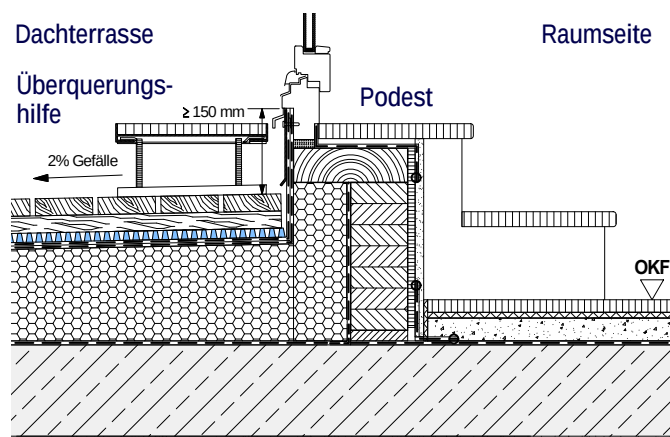
Abb. F4.7 Das Bild zeigt eine wunderschöne Dachterrasse, die den Zusammenhang der Anforderungen aufzeigt. Innenfußboden und Dachterrasse laufen höhengleich durch. Mit der Schiebetür wird ein barrierefreier Zugang zum Freisitz ermöglicht. Allerdings ist diese Lösung mit den Fachregeln nicht ohne weiteres vereinbar.

- ➔ Hinweis: Die Planken der Dachterrasse müssen mit einer Fläche bis max. 2,5 qm elementiert sein. Grund ist, dass die darunter liegende 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. F4.9).

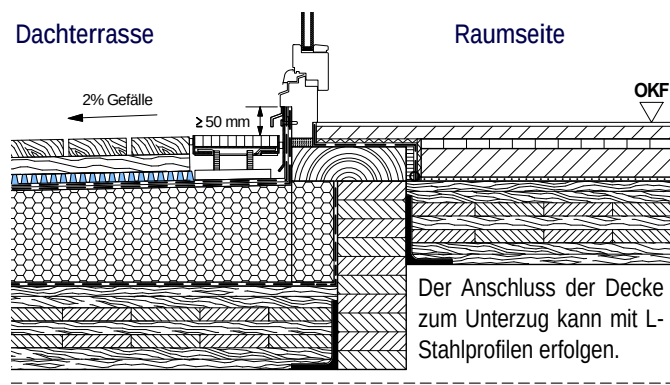
Abb. F4.8 Soll die Dachterrasse bei durchlaufender Decke fachgerecht ausgeführt werden, so ist raumseitig ein Podest mit zwei Stufen erforderlich. Mit Hochleistungsdämmung und Entwässerungsrost an der Fenstertür lässt sich das Podest auf eine Stufe absenken.



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. F4.9 Im Bereich der Dachterrasse wird die Geschosdecke tiefer gelegt. 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. F4.8), 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. F4.9) 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. F4.11).

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 Türanschlätze noch Schwellen haben sollten. Falls technisch unabdingbar dürfen untere Türanschlätze bzw. Schwellen maximal 2 cm hoch sein.



Abb. F4.10 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 [12] 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

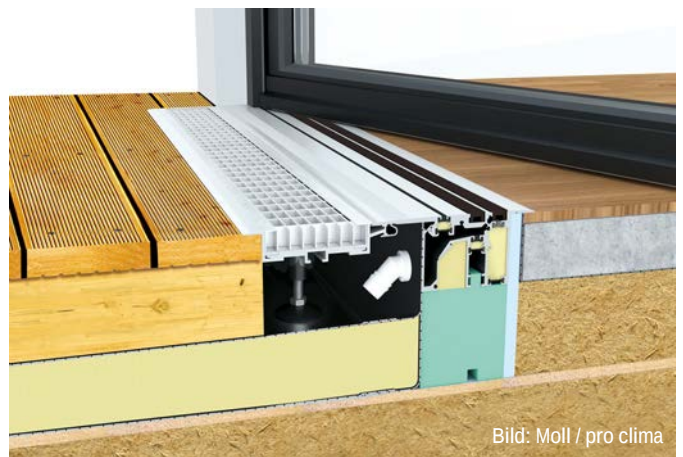


Abb. F4.11 Sonderlösung: Barrierefreier Zugang zu einer Dachterrasse in Holzbauweise durch Einsatz einer Schwelle mit Magnetdichtung und integrierter Entwässerung.

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 32.



Bild: Ing.-Büro Meyer

G. Fertigung / Arbeitsabläufe

G1. Betonsohlplatte.....	192	G4. Aufstockung.....	218
1. Auflagerung auf Beton	192	1. Übersicht.....	218
2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten	194	2. Binderdach	219
3. Aufkantungungen unter Außenwänden	197	3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig	220
		4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig.....	221
G2. Holzrahmenbau	199	G5. Anbau.....	222
1. Güteüberwachung	199		
2. Wandbeplankung mit OSB	200		
3. Verbindungsmittel, Verankerung	203		
4. Vorfertigung Werkhalle	206		
5. Fertigung Baustelle	210		
6. Installationen.....	212		
G3. Dachgeschoss.....	213		
1. Übergang der Gewerke Mauerwerk / Holzbau	213		
2. Der Bauablauf.....	215		
3. Staffelgeschoss mit vorgesetztem Dach.....	216		
4. auskragendes Dachgeschoss	216		
5. bündiges Dachgeschoss.....	217		

G1. 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. G1.1).

Bei einem gewöhnlichen Einfamilienhaus dürften die Höhen von Ecke zu Ecke um 3 Zentimeter abweichen, dazwischen Krümmungen von 2 Zentimeter sein (Tab. G1.1, 1. Zeile), die Längen um ± 2 Zentimeter variieren (Tab. G1.2) 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!

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. G1.1 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. G1.2 Angegeben sind die zulässigen Maßabweichungen im Grundriss als Grenzwerte (mm) nach DIN 18202.

Ungenaue 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.

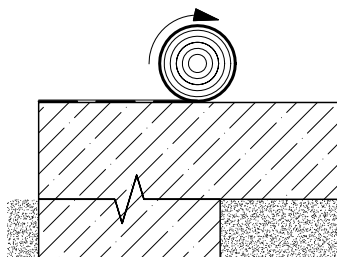


Abb. G1.3 Auf der Bodenplatte wird auf ganzer Fläche eine Abdichtung nach DIN 18533-2 verlegt, als Sperre gegen aufsteigende Feuchte. Ausführung: z. B. Bitumen-Schweißbahn G 200 S4.

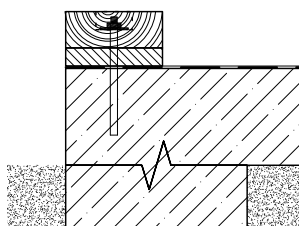


Abb. G1.4 Eine Montageschwelle (KVH® DGL-Kernholz) wird auf ausgehöhten Auflagerklötzen verlegt und in gesenkten Bohrlöchern verdübelt. Der Dübel sichert die Wand gegen Verschieben (Randabstände beachten).

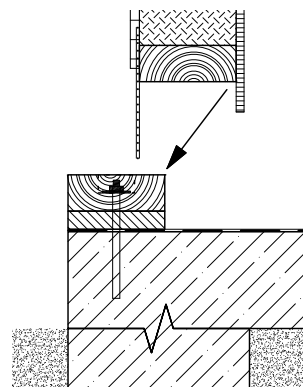


Abb. G1.5 Die innere OSB-Platte des vorgefertigten Wandelementes steht min. 3 cm über, dient als Anschlag und wird an der Montageschwelle kraftschlüssig befestigt.



Abb. G1.6 Nach der Wandmontage wird die Fuge zur Bodenplatte vollflächig mit Quellmörtel (!) verfüllt.



Abb. G1.7 Die Fuge unter der Schwelle nach dem Verfugen mit Quellmörtel.

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.

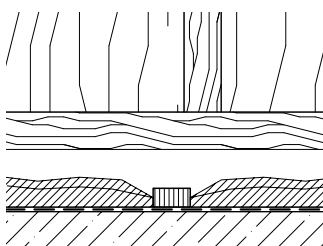


Abb. G1.10 Die Innenwand wird auf ausgehöhte Auflagerklötze gestellt. Die Fuge ist vollflächig zu unterfüttern. Entweder nachträglich ausfüllen, oder mit Mörtelbatzen vor dem Aufsetzen der Innenwand erledigen.



Abb. G1.11 Deutlich zu erkennen ist die Qualität einer mit Quellmörtel vollflächig unterfütterten Schwelle. Die lastabtragende Doppelstütze hat ein perfektes Auflager. Ebenfalls ist vor dem Aufsetzen der Innenwand der Rauch- und Schallschutz von Raum zu Raum gewährleistet.

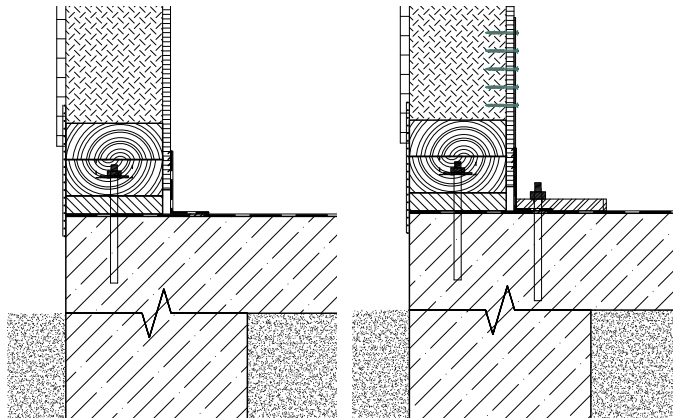


Abb. G1.8

Auf der Innenseite erfolgt eine Luftdichtung mit geeignetem Kartuschenkleber und einem Streifen einer Dampfbremsbahn. Der Holzrahmenbau ist eine leichte Bauart. So muss auf der Innenseite ein hoch belastbarer Zuganker montiert werden, befestigt im Außen ist der Übergang der Wandstiel (Größe, Anzahl und Unterdeckplatte mit einer robusten Position nach Statik).

Abb. G1.9

Der Holzrahmenbau ist eine leichte Bauart. So muss auf der Innenseite ein hoch belastbarer Zuganker 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.



Abb. G1.12 Fugen im Bereich 5-10 mm sind ungünstig. Es ist nicht möglich diese mit Mörtel nachträglich auf ganzer Breite zu unterfüttern. Fehlt die vollflächige Auflage, ergeben sich Setzungen des Gebäudes.

2. Randschalungen bei Betondecken und Sohlplatten

In Tab. G1.13 wird anhand der Bildfolge dargestellt, dass übliche Verfahren des Betonbaus, kaum zu den Genauigkeitsanforderungen des Betonbaus 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 Werkplanung 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. G1.13 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. G1.13 rechtes Bild gezeigt (vgl. auch Tab. G1.1 und Tab. G1.2 auf Seite 192).

Streifenfundamente	Sohlplatte	Montageschwelle
		
Vielerorts 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.	Im zweiten Arbeitsschritt wird die Sohlplatte eingeschalt. Bei dem hier verwendeten Material ist es nicht möglich eine für den Holzbau hinreichende Genauigkeit zu erzielen. Der eingesetzten Bohlen sind krum und verdreht. Die seitlichen Abstützungen können dem Druck beim Betonieren kaum standhalten. Im Ergebnis sind Ungenauigkeiten von mehreren Zentimeter sowohl in der Ebenheit wie auch in den äußeren Abmessungen hinzunehmen.	Die Schwellen des Holzrahmenbaus werden sehr häufig bereits vor der Montage der Wände montiert. Die Ebenheit, Winkligkeit und die Außenmaße dieser Schwellen sollten sich im Bereich von maximal ± 5 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. G1.6 bis Abb. G1.11 auf Seite 193).

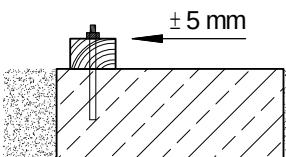
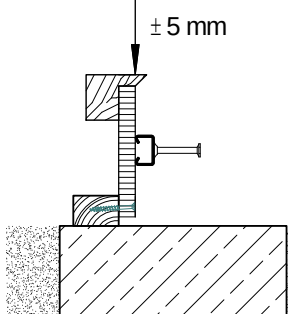
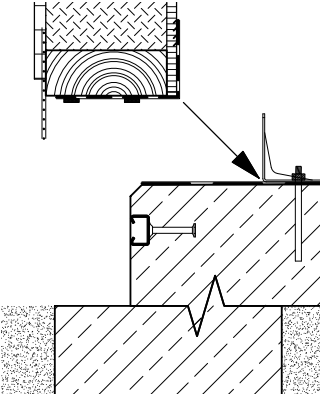
Tab. G1.13 Sollten die Gebäude im Betonfundament wirklich so ungenau begonnen werden? Dass es besser geht, beweisen Zimmerer, die sich mit der Betonschalung befassen. Es gibt eine Menge Potenzial für eine Effizienzsteigerung. (Bilder: Ing.-Büro Meyer)

Genaue Bodenplatten lohnen sich

Es hat sich bewährt, die Erstellung der Bodenplatte nur dann dem Maurerhandwerk zu überlassen, wenn eine Maßtoleranz von ± 5 mm gewährleistet wird. Allerdings ist dies vertraglich oft nicht sicherzustellen und würde möglicherweise hohe Kosten zur Folge haben. Tab. G1.1 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 seitlichen Betonschalung setzt (siehe Tab. G1.14).

➔ 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
			
Das Streifenfundament wird mit ca. 10 cm Übermaß hergestellt. Nach dem Aushärten kann die Fluchtlatte mit Genauigkeit von ± 5 mm gesetzt werden.	An der Fluchtlatte wird das vorgefertigte Randschalungselement passgenau in der Höhe befestigt (± 5 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).	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.	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.

Tab. G1.14 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.



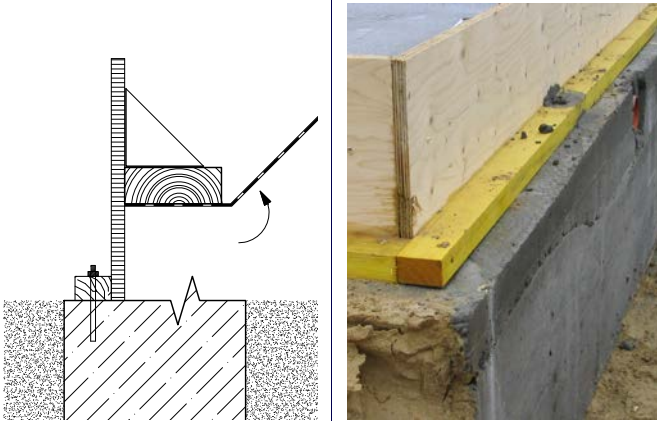
Abb. G1.15 Vor dem Betonieren sollte die richtige Position der Anschlussleitungen überprüft werden. Fehlerhaft positionierte Grundleitungen verursachen einen hohen Aufwand und Qualitätsverlust.



Abb. G1.16 Hier liegt die Schwelle vollflächig auf, der Kraftschluss ist gewährleistet. Dies setzt eine Betonplatte mit einer Höhentoleranz von ± 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. G1.17 werden die Details beschrieben.

Schalungselement mit vormontierter Schwelle ...	... und den Verankerungselementen
 Diese Methode ist zunächst ähnlich zu der von Tab. G1.14 und beginnt mit dem Setzen der Fluchtlatte. Daran wird das Schalungselement höhengengenau befestigt. Die Schwelle ist von unten gegen aufsteigende Feuchte geschützt.	 Die notwendigen Verbindungsmittel sind bereits an der Schwelle im Zuge der Vorfertigung befestigt. Dazu gehören die Bolzen und die Zuganker in einer sehr preisgünstiger Ausführung. Schwerlastdübelungen sind nicht notwendig.

Tab. G1.17 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

- Mit Hilfe 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 91).
- Das Bild zeigt ein verzinktes Standardblechformteil (kleines Bild, hier Simpson Betonanker BETA), dieser 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.



3. Aufkantungen unter Außenwänden

Je höher das Gelände angelegt wird bzw. je geringer die Podesthöhe außen sein soll, desto näher rückt die Frage auf den Planer zu, eine Aufkantung zu planen. Dabei ist die Podesthöhe nur ein Aspekt, es gibt weitere:

- Art und Ausführung einer zusätzlich vertikalen Abdichtung
- Lage der Dämmung oberhalb bzw. zusätzlich unterhalb der Sohlplatte
- verbleibende Podesthöhe
- Höher der horizontalen Abdichtung über dem Gelände
- Höhe der Holzschwelle über dem Gelände

Besteht beispielsweise die Anforderung die Podesthöhe auf eine Stufe zu begrenzen, so ist es nahezu unumgänglich eine vertikale Abdichtung anzuordnen.

Abb. G1.18 In diesem Beispiel wollte die Baufamilie das Gelände niveaugleich zum Innenraum. Dies sollte eine Ausnahme darstellen und nur dann umgesetzt werden, wenn keine Gefährdung durch Oberflächenwasser aus Starkregen besteht. In diesem Beispiel fehlt eine Entwässerungsrinne vor dem Ausgang. Bei Wind-einwirkung können die Dichtungen unwirksam sein und Wasser eintreiben.



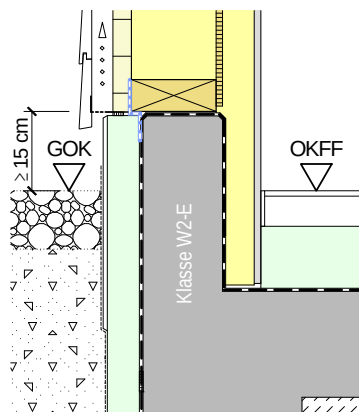
Bild: Ing.-Büro Meyer

Variante	①	②	③	④ ^a
Detail-zeichnung				
Podesthöhe	ca. 15 cm	ca. 15 cm	ca. 15 cm	ca. 8 cm
Aufkantung	nein	ja, Beton	ja, Dämmstein	ja, Dämmstein
Untersohlen-dämmung	ja	nein	ja	ja
vertikale Abdichtung	ja, bis oberhalb der Schwelle	ja, unterhalb der Schwelle	ja, unterhalb der Schwelle	ja, bis oberhalb der Schwelle

Tab. G1.19 Details, die Podesthöhe bis ca. 15 cm realisieren. Bei allen Varianten ist die Anordnung einer Kiestraufe erforderlich.

^a Hinweis: Die horizontale Abdichtung liegt bei diesem Detail unterhalb des Geländeniveaus. 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.

Abb. G1.20 „0 cm - Sockel“
In besonderen Einzelfällen könnte auf ein Höhenunterschied zwischen Innen und Außen verzichtet werden. Bitte Fußnote ^a von Tab. G1.19 beachten.



Ist es möglich das Gelände ohne Höhendifferenz zur Oberkante Fertigfußboden wie in Abb. G1.18 auszuführen? Abb. G1.20 zeigt, dass es möglich ist. Allerdings sind einige Anforderungen zu erfüllen:

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 Betonvorgang) und die Wartezeit bis zum Aushärten des Betons sein. Seitens des Tragwerksplaners muss die Verankerung geplant werden.

Als Alternative werden immer wieder Ausführungen mit Dämmsteinen vorgeschlagen (Abb. G.1.23), 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. G.1.23 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 $\sim 0,09 \text{ W/mK}$, 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 $0,33 \text{ W/mK}$, erhältlich in Breiten ab 100 mm und Dicken ab 113 mm
- Beton hat die Wärmeleitfähigkeit $2,0 \text{ W/mK}$

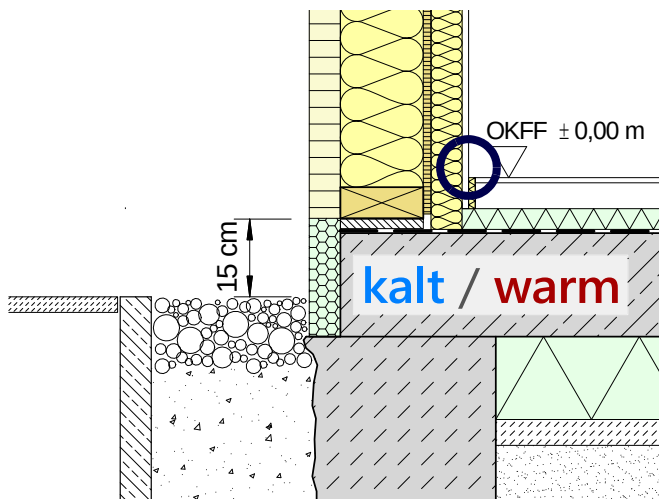


Abb. G1.21 Dämmlagen unterhalb der Sohlplatte können nur dann ihre Wirkung entfalten, wenn keinen kalten Umweg für den Wärmefluss gibt. Die Perimeterdämmung sollte so weit möglich ins Erdreich geführt werden. Ggf. ist eine Wärmebrückenberechnung anzuraten. Bei diesem Detail ist eine vertikale Abdichtung nicht erforderlich.

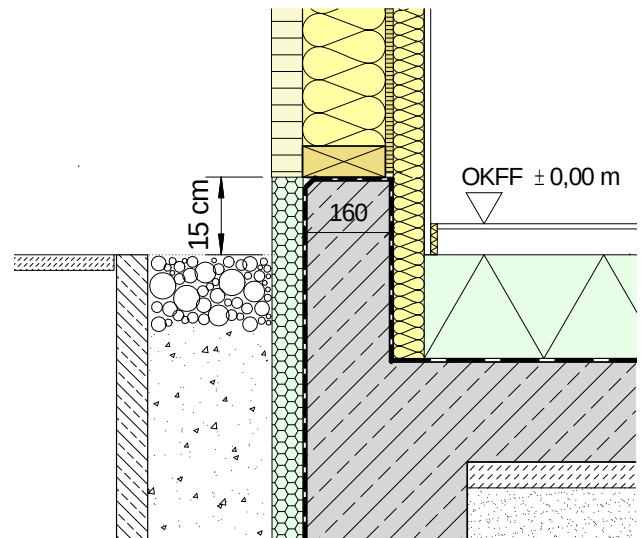


Abb. G1.22 Wärmetechnik ist diese Betonaufkantung in Ordnung. Die Perimeterdämmung ist weit ins Erdreich geführt. Außerdem wurde eine gedämmte Installationsebene angeordnet. Die vertikale Abdichtung verbleibt unterhalb der Holzbaukonstruktion (vgl. Abb. G1.20).

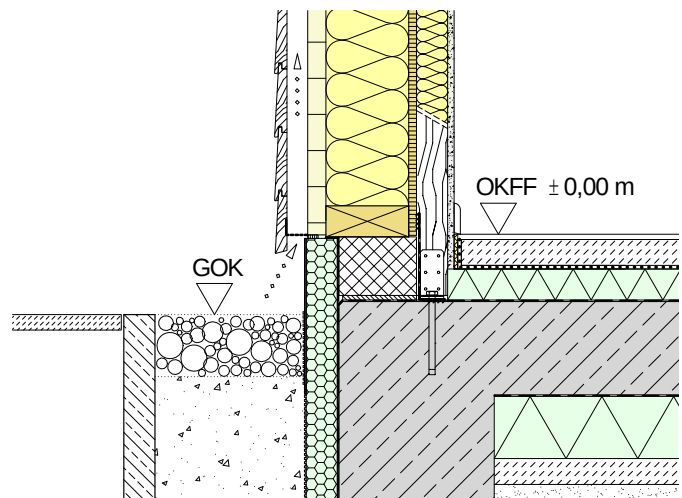


Abb. G1.23 Der Dämmstein reduziert die Wärmebrücke und stellt höhere Temperaturen im Bereich der Fußleiste sicher. Wärmetechnisch ist diese Betonaufkantung in Ordnung. Die Perimeterdämmung ist weit ins Erdreich geführt. Außerdem wurde eine gedämmte Installationsebene angeordnet. Die vertikale Abdichtung verbleibt unterhalb der Holzbaukonstruktion.

G2. Holzrahmenbau

1. Güteüberwachung

Der Holzrahmenbau erreicht schon deshalb immer größere Marktanteile durch die Vorfertigung. Viele Zimmereibetriebe sind technisch heute so ausgestattet, dass diese Bauaufgaben bewältigt werden können. 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.

Ansprechpartner für die Betriebe ist z. B. der GHAD e. V.¹ Auf der Seite 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 erster 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.

Der Gesetzgeber schreibt in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB↑, vorher Bauregelliste A↑) 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.

➔ Beidseitig beplankte Bauelemente müssen als tragende Holzbauteile mit dem Ü-Zeichen nach dem Verfahren ÜZ gekennzeichnet werden.

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 aus den Güte- und Prüfbestimmungen durch eine ständige Eigenüberwachung und eine halbjährliche Fremdüberwachung sichergestellt.



Abb. G2.1

Auf dem Element wird die Konformität mit den Bauregeln mit dem Ü-Zeichen dokumentiert. Dieser Betrieb kann zusätzlich das RAL-Gütezeichen nachweisen.

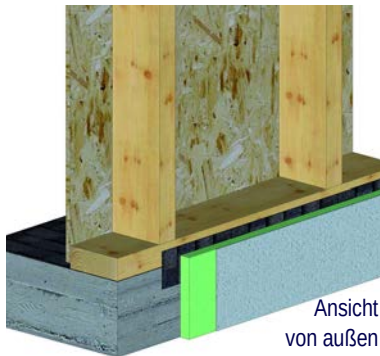
¹ Gütegemeinschaft Holzbau - Ausbau - Dachbau e.V.

2. Wandbeplankung mit OSB

OSB-Platten sind ideal geeignet für die Wandbeplankung der Wände von der Raumseite. Wenn es OSB nicht schon gäbe, man müsste es erfinden. Im Holzrahmenbau erfüllen OSB-Platten mehrere Funktionen in geeigneter Weise.

Abb. G2.2

Rahmenwerk und die innere OSB-Platte werden in der Werkstatt vorgefertigt und als Element auf der Baustelle montiert. Der Wandaufbau kann danach vielfältig gestaltet werden.



➔ Wichtig: OSB immer nur von der Raumseite der „warmen“ Seite der Konstruktion montieren. Auf der Kaltseite wäre eine OSB zu diffusionsdicht (siehe Abschn. C4. „Feuchteschutz“ ab Seite 83).

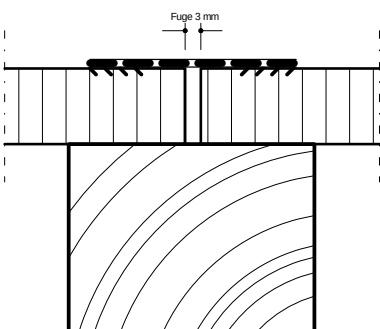
Abstand der Rahmenstiele	Dicke der Beplankung
625 mm	12 mm
835 mm	15 mm

Tab. G2.3 Empfehlung für die Dicke der Beplankung. Genauerer gibt der statische Nachweis an.

Die Plattenfuge

An dieser Stelle soll es um die Tragfähigkeit der Wandkonstruktion gehen. Prädestiniert für die Wand sind OSB-Platten im geschosshohen Format. Angeboten werden die Plattenhöhen 2,65 m / 2,80 m / 3,00 m. 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.

Abb. G2.4 Die Fuge von 3 mm zwischen den Platten dient zur Aufnahme der Quellverformung. Grund ist, dass OSB-Platten oft sehr trocken ausgeliefert werden. Die Fuge wird zur Gewährleistung der Luftdichtung abgeklebt.



Die Auslieferungsfeuchte ↑ kann durchaus nur 6% betragen. Die Platten feuchten nach der Montage auf. Die Fugen gleichen die Plattendehnungen aus (Abb. G2.4).

➔ Bei einer Plattenbreite von 1,25 m erhöht sich das Bauraster auf 627 mm.

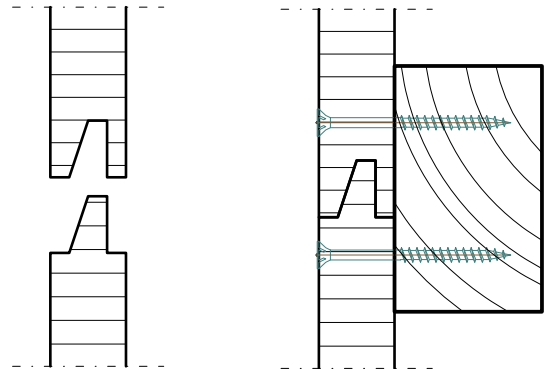


Abb. G2.5 Sind Nut- und Feder-Platten zulässig? Bei der Wandbeplankung ist die N+F-Verbindung völlig unnötig. Auch verklebt ist N+F keine tragende Verbindung. OSB-Platten sind sehr trocken: Es fehlt die Dehnungsfuge!

Abb. G2.6 Nur hinterlegt und verschraubt sind Längsstöße statisch ansetzbar. Auf die Höhe bezogen ist nur ein Stoß zulässig.

➔ Ob eine Nut-Feder-Verbindung hinreichend luftdicht ist, lässt sich pauschal nicht beantworten. Die Erfahrung zeigt, dass bei höheren n50-Anforderungen die Summe der Leckagen zu groß wird. Es muss beachtet werden, dass nicht die Momentaufnahme zählt, sondern das Gebäude auf Dauer luftdicht bleiben muss (siehe auch Abschn. D2. „Luftdichtung/Dampfbremse“ ab Seite 146).

Warum werden Nut-Feder-Platten für die aussteifende Wandbeplankung verwendet?

Das ist schwer zu beantworten. Kleinformatische Platten weisen statisch große Nachteile auf. Dazu ist der Materialpreis höher, die Verlegung dauert länger und es fehlt an Dehnungsfugen. Die Gründe sind unklar, dennoch entscheiden sich Zimmereien vielerorts für die kleinformatischen N+F-Platten. Oftmals entsteht ein konstruktiver Mangel!

➔ Wände mit einer Aussteifung aus kleinformatischen Platten sind das „weicher“. Es führt zu größeren Verformungen und kann damit Risse verursachen.

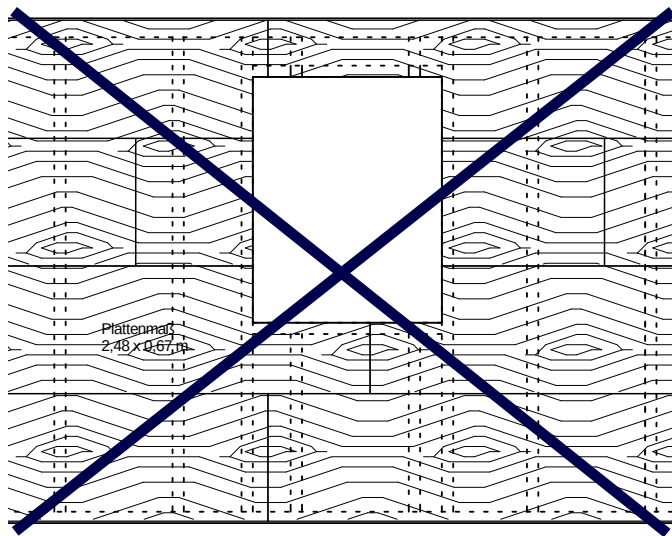


Abb. G2.7 Wandbeplankungen mit Nut-Feder im „wilden Verband“ sind nicht zulässig. Eine derartige Beplankung kann nicht als Aussteifung angesehen werden.

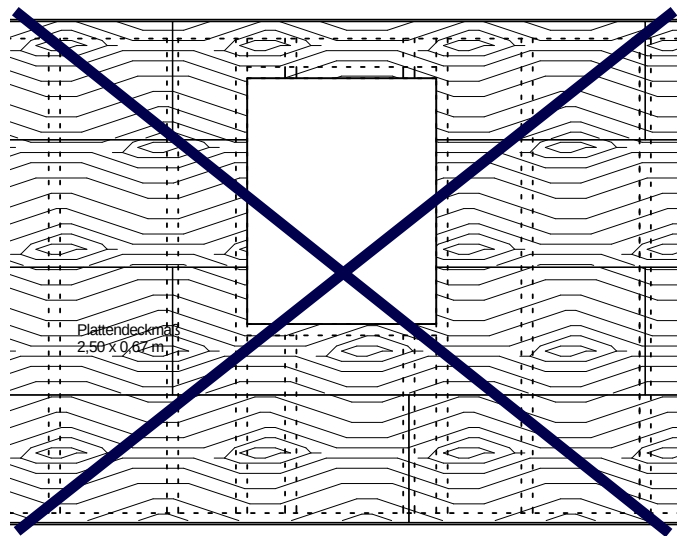


Abb. G2.8 Auch mit Querstößen auf den Stielen ist diese Beplankung als Aussteifung unzulässig. Nur ein hinterlegter Stoß (Abb. G2.6) auf der gesamten Höhe der Wand wäre zulässig.



Abb. G2.9 Bei der Aussteifung ist nur ein Plattenstoß in der Höhe zulässig. Alle Ränder der Platten müssen unterlegt sein. Die sinnvollere Ausführung mit OSB-Platten, die von der Schwelle bis zum Rähm durchlaufen, zeigt Abb. G2.10.



Abb. G2.10 Die Innenbeplankung im Holzrahmenbau erfolgt sehr effizient mit großformatigen OSB-Platten im geschosshohen Format. Plattenmaße: 2,65 m und 2,80 m für die aufliegende Geschossdecke 3,00 m für die eingehängte Decke

Einfacher und besser: Tragende Wandbeplankung aus OSB im geschosshohen Format

Wirtschaftlichkeit und Flexibilität sind wichtige Faktoren bei der Wandproduktion in der Zimmerei. Die einfache Planung und Fertigung erhöht die Effizienz. Das Raster 625 mm hat sich bewährt. Die Plattenwerkstoffe sind darauf abgestimmt.

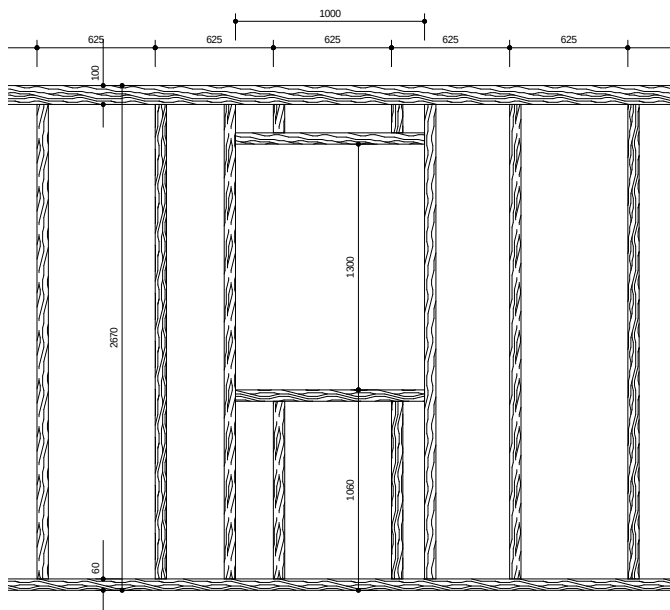


Abb. G2.11 Typisches Rahmenwerk: Stielabstand 625 mm, Wandhöhe hier 2670 mm. Für den Fensterausschnitt werden zusätzliche Wandstiele gestellt.

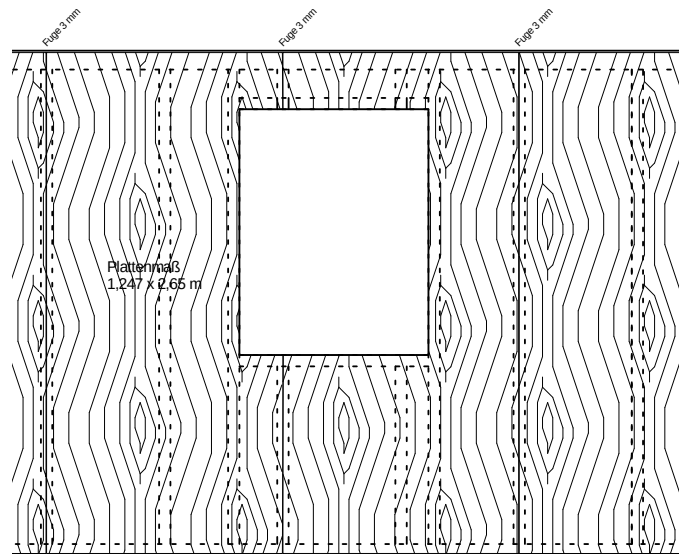


Abb. G2.12 Die trockenen OSB-Platten werden mit min. 3 mm Fuge verlegt. Wichtig: geschosshohes Format verwenden. Alle Plattenränder müssen auf dem Rahmenwerk aufliegen und befestigt werden. Zur Luftdichtung sind alle Stöße vorderseitig zu verkleben.

Bekleidung der OSB-Platten mit Gipswerkstoffen

Es hat sich als Standard etabliert die Gipsplatten als raumseitige Bekleidung direkt auf den OSB-Platten zu befestigen. Erfolgt die Bekleidung fachgerecht ist dies eine hochwertige Konstruktion mit enormer Festigkeit. Allerdings kann es zu Rissen kommen, wenn die wichtigsten Regeln nicht befolgt werden. Welche sind das?

1. Feuchtigkeit

Wir haben es mit zwei unterschiedlichen Werkstoffen zu tun, die durch Feuchteänderung unterschiedlich dehnen, die Werte für Gipsplatte sind deutlich geringer als bei OSB. Die Feuchtigkeit der OSB-Platten sollte zwischen 6 bis 11% liegen. Dies passt zu einem Raumklima mit Temperatur zwischen 15 und 23°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 35 und 65%. Nach der Montage sind demnach keine gravierenden Veränderungen der OSB-Platte durch Quellen oder Schwinden zu erwarten (bitte die Hinweise zur Plattenfuge beachten, siehe Seite 200).

2. Stoß auf Stoß vermeiden

Wie eine Lattung bildet eine OSB-Platte die Unterkonstruktion für die Gipswerkstoffplatten. Verformungen aus dem Gebäude können sich dann an den Stoßstellen der UK zeigen, wenn die Gipsplatten nicht überlappend montiert sind.

3. Stöße an Fensteröffnungen können Risse verursachen. An Öffnungen ist die Beplankung geschwächt. Risse, besonders an den Enden des Fenstersturzes, können sich zeigen, wenn hier Plattenstöße angeordnet werden. Wird mit ausgeschnittenen Platten ohne „Fuge auf Fuge“ gearbeitet, ist die Gefahr gebannt.

4. Bei Klebefugen der Gipswerkstoffplatten oder auch bei der Spachtelfuge ist darauf zu achten, dass das Fugenmaterial keine Verbindung zur OSB-Platte bekommt. Dies kann Risse verursachen. Trennstreifen unter dem Stoß der Gipswerkstoffplatten verhindern dies.

3. Verbindungsmittel, Verankerung

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.

In Tab. G2.15 werden Beispiele für die Befestigung im Holzrahmenbau dargestellt.



Abb. G2.13 Befestigung der raumseitigen OSB-Platte (aussteifende Beplankung) auf dem Rahmenwerk.

		Klammer ^a	Nagel	Schraube (nicht vorgebohrt)
Drahtdurchmesser d		z. B. 1,53 mm	d < 5 mm	d = 4 mm ^b
Mindesteinschlag- / -schraubtiefe		14 x d	8 x d	6 x d
Klammerschrägstellung		$\alpha \geq 30^\circ$ ^c	–	–
Versenkung		bündig bzw. max. 2,0 mm (dann Mindestdicke der Platte entsprechend erhöhen)		
Mindestabstand untereinander	parallel	15 x d	10 x d	12 x d
	senkrecht	15 x d	5 x d	5 x d
Maximaler Abstand untereinander	parallel	80 x d	40 x d 80 x d (nur aussteifend) 80 x d (Mittelrippe)	80 x d
Mindestabstand zum Plattenrand (senkrecht)	belastet	7 x d (zum Schenkel)	7 x d	
	unbelastet	3 x d (zum Schenkel)	3 x d	
Mindestabstand zum Holzrand (senkrecht)	belastet	20 x d (Rückenmitte)	7 x d	10 x d
	unbelastet	10 x d (Rückenmitte)	5 x d	5 x d

Tab. G2.14 Befestigung von OSB-Platten auf dem Rahmenwerk.

^a Aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von 800 N/mm². Der Schaft muss mindestens zur Hälfte beharzt sein. Klammerbreite $b \geq 6 \times d$.

^b empfohlener Nenndurchmesser

^c zur vollen Tragfähigkeit

		Klammer	Nagel	Schraube
Abmessung		1,53 x 11 x 45 mm	2,5 x 45 mm	4,0 x 45 mm
Mindestbreite des Holzstiels	Mittelstiel	40 mm	40 mm	40 mm
	Randstiel	60 mm	60 mm	70 mm
Abstand der Befestigungsmittel untereinander	Mittelstiel	125 mm	150 mm	150 mm
	Randstiel	75 mm	75 mm	75 mm

Tab. G2.15 Beispiel für die Befestigung von OSB-Platten (12 mm oder 15 mm) auf dem Rahmenwerk ($e = 62,5$ cm), als Empfehlung bei normaler Belastung.

Verankerung von Wänden

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 Wandaufleger zum Unterbau. Allerdings darf und wird Reibung nicht berücksichtigt. Dazu werden im Holzbau die Holzschwellen kraftschlüssig mit dem Unterbau verbunden (Abb. G2.16 und Abb. G2.17).

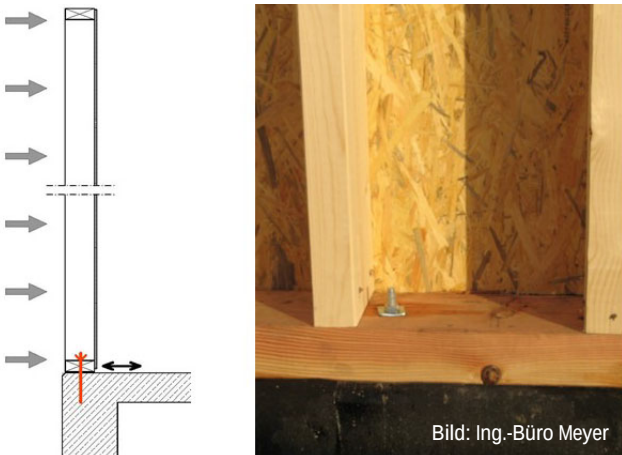


Abb. G2.16 Gegen das Verschieben der Wand werden Ankerdübel gesetzt.

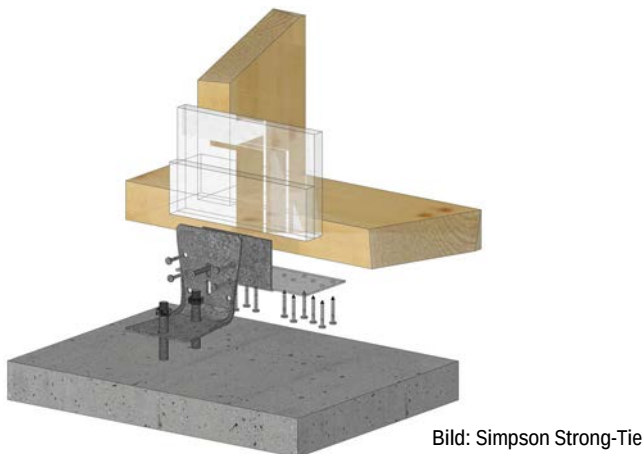


Abb. G2.17 Bei geschlossenen Wänden kann der Ankerdübel auch über einen Winkel mit der Wand verbunden werden (hier zweiteilig).

2. Gebäude oder Geschosse können sich verformen. Man stelle sich vor, dass die Windlasten auf ein Gebäude von den Geschossdecken aufgenommen werden (Abb. G2.18). Damit diese sich nicht verschieben sind die Decken mit den tragenden und aussteifenden Wänden im darunter liegenden Geschoss verbunden. In diesen Wänden finden die Decken ihre Auflager. Der Tragwerksplaner untersucht, wie diese Wandaufleger ausgebildet werden müssen.



Abb. G2.18 Die Deckenscheibe nimmt die Windlasten auf und steift das Gebäude aus.

Die Deckenscheibe leitet an die Wandscheiben weiter. Um die Verformung des Gebäudes zu vermeiden ist das Zusammenwirken von Decken- und Wandscheiben wichtig - die Aussteifung des Gebäudes. Für die Wandscheibe bedeutet dies, dass eine Kraft im Wandkopf eingeleitet wird.

Zunächst muss die Wandscheibe in sich steif sein. Dies wird durch die Verbindung des Rahmenwerks mit der raumseitigen OSB-Platte erreicht. Sodann versucht die Wandscheibe der Last als Ganzes auszuweichen, was eine Zuglast und eine Drucklast erzeugt.

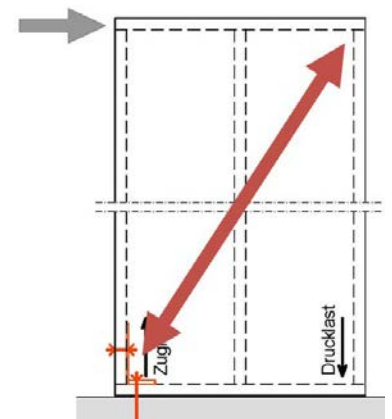


Abb. G2.19 Die Last aus der Deckenscheibe wird in den Wandkopf eingeleitet.

Die Drucklast wird unproblematisch weitergeleitet. Bei der Zuglast sieht das anders aus. Natürlich wird durch das Eigengewicht des Gebäudes ein Teil der Zuglast überdrückt, aber nicht vollständig. Je nachdem wie viele Wandscheiben vorhanden sind und Windlasten angreifen, fallen die Zuglasten unterschiedlich aus. Eine verbleibende Verankerungslast in der Größenordnung 10 kN sind üblich.



Abb. G2.20 Bei Innenwänden darf der Zuganker im Rahmenwerk oberhalb der Schwelle montiert werden. Vorteile sind die verdeckte Lage und die große Anschlussbreite an der Flanke des Rahmenstiels.

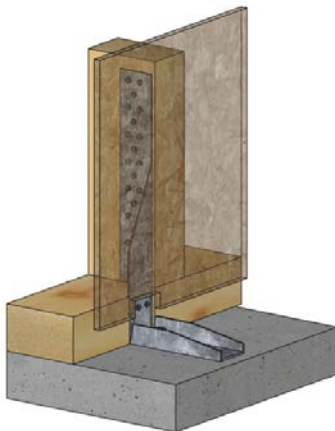


Bild: Simpson Strong-Tie

Abb. G2.21 Auch hier wird ein zweiteiliger Verbinder für geschlossene Wandelemente angeboten.

➔ Weitere Möglichkeiten der Verankerung sind ab Seite 194 dargestellt.

4. Vorfertigung Werkhalle

Vorplanung und Arbeitsvorbereitung (Werkplanung)

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 Zimmererhandwerk hat sich seit den 1990er Jahren auf die Vorelementierung von Wänden eingestellt. Dies hat Anforderungen auf die personelle und betriebliche Ausstattung:

- Die computergestützte Simulation der Gebäudegeometrie.
- Klärung aller Details
- Statisch einwandfreie Konstruktion
- Verwendung standardisierter Werkstoffe
- Millimetergenauer Zuschnitt der Rahmenwerke (CAM-Abbund)
- Großflächige Wandelementfertigung (Montierbarkeit beachten)
- Lagerung der Elemente und Transport
- Baustellenabläufe zur rationellen Kranmontage

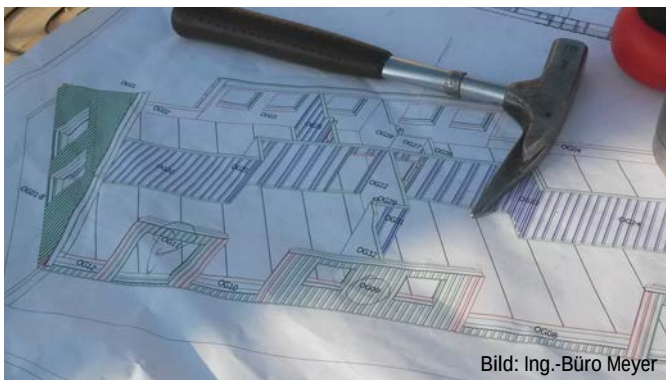


Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.22 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 Lösungen des Holzbaus noch zu wenig aus. Der Zimmereibetrieb ist gefordert die Detailklärungen herbeizuführen.

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.

1. Rahmenwerk und OSB-Beplankung lassen sich bereits bei geringer Werkhallenausstattung realisieren „Vorfertigungs-Stufe 1“.
2. Die Grundkosten aus Rahmenstabilisierung, LKW-Transport und Kranmontage lassen sich allerdings besser umrechnen, wenn ein höherer Vorfertigungsgrad angestrebt wird.
3. Bei größerer Entfernung des Betriebes zur Baustelle gewinnt ein höherer Vorfertigungsgrad an Wirtschaftlichkeit.
4. Je schwieriger die Zugänglichkeit der Baustelle (z. B. rückwärtige Bebauungen, Aufstockungen in Stadtzentren) desto höher sind die Grundkosten.
5. Ein höherer Vorfertigungsgrad in den „Stufen 2 bis 4“ erfordert einen größeren zeitlichen Aufwand in der Werkplanung und eine bessere Werkhallenausstattung.
6. Wird der Grad der Vorfertigung erhöht, so sind die Abläufe in der Fertigung idealerweise zu takten und zu optimieren.
7. 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 sieben Aspekten sucht jeder Betrieb den für sich sinnvollsten Weg beim Fertigungsgrad. 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.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.23 Das Fertigen des Rahmenwerks mit OSB-Beplankung ist relativ einfach. Allerdings ist die im Element „gespeicherte Arbeitszeit“ dabei auch 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.

Bei der Elementierung sind die arbeitsintensiven Tätigkeiten interessant

Witterungsgeschützt in der Werkhalle mit den verschiedenen Arbeitshilfen tätig zu sein, hat große Vorteile. Dem gegenüber 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-Beplankung (siehe Abb. G2.24), ggf. Vorbereitung der Installation (siehe Seite 212)

„Stufe 2“ – Unterdeckung außen ggf. mit Dämmarbeiten (siehe Abb. G2.25, bei Einblasdämmung üblicherweise auf der Baustelle)

„Stufe 3 und 4“ – Fenstermontage mit Anschlüssen in den Leibungen (siehe Abb. G2.26), ggf. Vorbereitung der Fassade

Bis zur Stufe 2 sind die typischen handwerklichen Methoden ausreichend. Zeitintensive Fassadenarbeiten sind anspruchsvoller, jedoch unter Umständen gerade deswegen um so 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 ein Auftragsseinheit 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 F1.15 auf Seite 179)
- Ggf. Einsetzen des Rolladenkastens.
- Die Fensterrahmen werden im Rahmenwerk verklotzt und verschraubt, die Fuge zum Rahmen wird gedämmt.
- Die Luftdichtung innen wird hergestellt.
- Einbau der Fensterbank innen und herstellen der Bekleidung in den Leibungen.
- 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. G2.24 (Stufe 1) Das Rahmenwerk wurde mit der Aussteifenden OSB-Beplankung belegt. Das Element formstabil.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.25 (Stufe 2) Nach dem Wenden wird der Dämmstoff eingebaut und die Unterdeckung aus Holzfaserverplatten hergestellt.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.26 (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. G2.28), 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 bereit gestellt (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 Einrichtung sind in dem Plan dunkelgrau markiert: Elementtisch mit Winkelanschlag der Stufe 1, Kappsäge für den Zuschnitt von Sonderhölzern sowie die vertikale Plattensäge zum Beispiel 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 Materiallager bleiben. Denn ein „oftmals wildes“ Material- und Restelager schränkt die Arbeitsprozesse unnötig ein.



Bild: Gutex / Florian Funck

Abb. G2.27 Je mehr Arbeitsleistung in den vorgefertigten Elementen steckt, desto besser rechnet sich die logistischen Aufwände. Außerdem: Arbeitsleistungen in der Werkhalle haben deutlich geringere Rüstkosten.

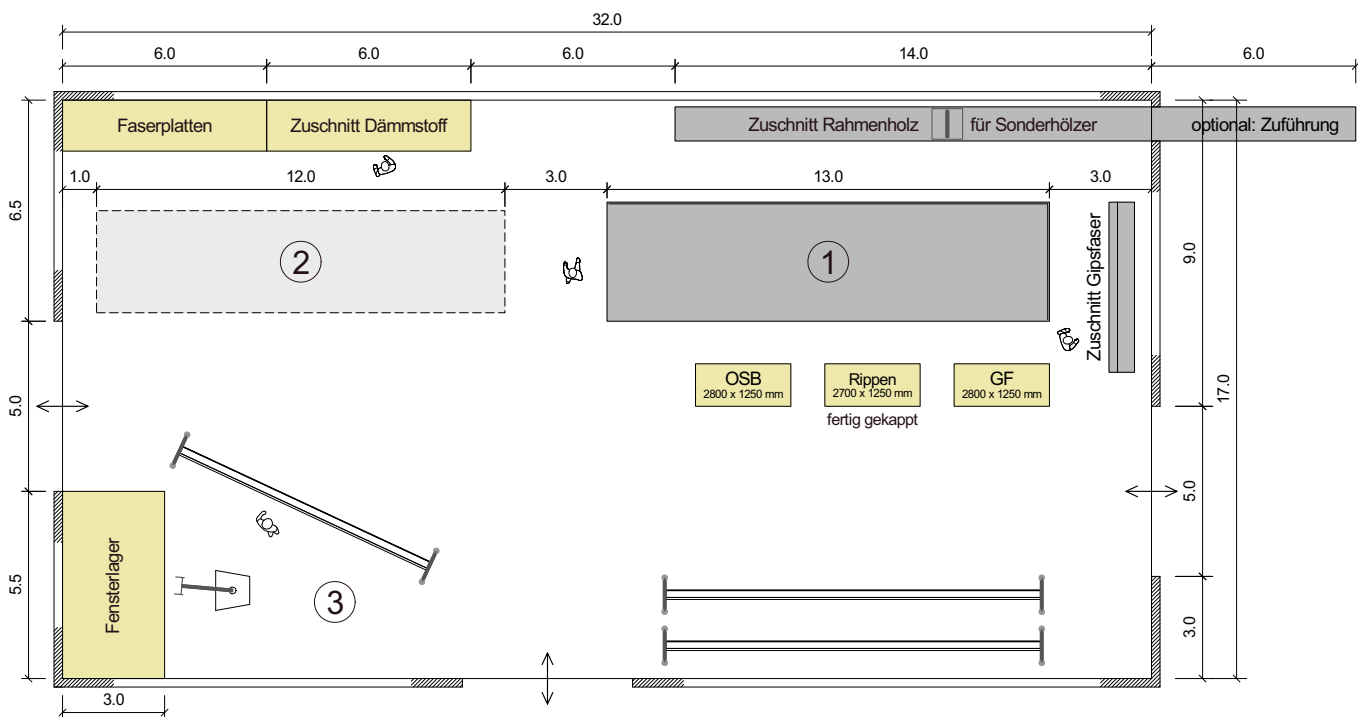


Abb. G2.28 Produktionshalle für die Fertigungsstufen 1 bis 3. Dieses Beispiel zeigt eine Materialzuführung mit kurzen Wegen. Nur der Bereich (1) ist fest installiert (Fertigungstisch und Zuschnitt). Alle anderen Flächen bleiben frei und können variabel genutzt werden.

- ➔ 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 angetriebene Rollenbahn im Bereich der Fertigungsstufe 1 / 2.

Vorteil: Die Arbeitsprozesse können unabhängig agieren. Außerdem können die Werkzeuge und Betriebsmittel „deckenhängend“ bereit gestellt 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. G2.28)?
Dies ist eine Frage der maximalen Elementlänge und dem Prinzip die 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. G2.29 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 Wartezeit, denn zum Wenden müssen beide Tischhälften frei sein. Außerdem ist die Materialzuführung zum Tisch deutlich beengter.

■ Nagel- und Zuschnittbrücke:

Das Einsparungspotenzial ergibt sich insbesondere bei großen Stückzahlen gleicher Bauart. Dies ist im handwerklichen Fertigbau eher selten der Fall.



Bild: Gutex / Florian Funck

Abb. G2.30 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 Gewichtsbeschränkung und Längenbeschränkung.
 - Auflieger
Wie Anhänger jedoch quasi ohne Beschränkungen. 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: Längenbeschränkung; es ist ein Schwerlaststapler zur Verladung der kompletten Stahlgestelle erforderlich.
 - Wechselpritsche
Kostengünstiger als Anhänger in der Anschaffung; Der Transport kann kostengünstig auf Standardfahrzeugen erfolgen. Auch hier kann es eine Längenbeschränkung und Höhenbeschränkung geben.
- Für einen Zimmereibetrieb ist es sinnvoll, frühzeitig Festlegungen für die Logistik zu treffen. Denn Produktionseinrichtungen und -abläufe werden durch diese Entscheidung maßgeblich beeinflusst.

5. Fertigung Baustelle

Nicht immer ist eine Vorfertigung möglich oder lohnend:

- Nur relativ wenige Zimmereibetriebe verfügen über eine professionelle Ausstattung, um großformatige Wände in der Werkhalle effizient zu produzieren.
- In diesem Zusammenhang steht die Frage offen, ob sich die Vorfertigung von Rahmenwerk plus OSB-Beplankung in diesem geringen Vorfertigungsgrad überhaupt lohnt, denn es ergeben sich Mehrkosten:
 - 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 mit Hilfe von Vorrichtungen Wandsegmente in hoher Genauigkeit und Schnelligkeit produziert. Aus kleinen hantierbaren 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 wurde vom Verfasser dieser Schrift zum Patent angemeldet.

→ Die Methode der Segmentfertigung erfolgt in 5 Arbeitsschritten.

2. Gebäudeecken

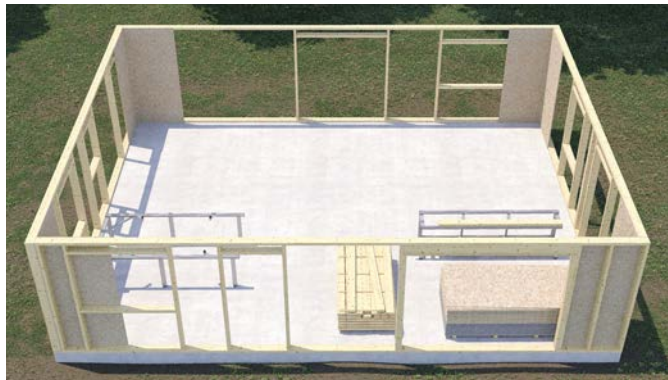
- Ecksegmente fertigen (Distanzlager eingeklappt für eine zur Plattenkante bündige Eckrippe).
- Bei Kollision mit einer Öffnung wird eine Kurzrippe mit Schrauben eingesetzt (siehe rechte Bildseite, sowie unten).
- Platte auf Rippen befestigen, dabei Maßschlitten verwenden (siehe Seite 3, Bild unten rechts).
- Gebäudeecken montieren.



- Empfehlung:
- Eckrippen sollten möglichst gerade sein.

3. Öffnungssegmente herstellen

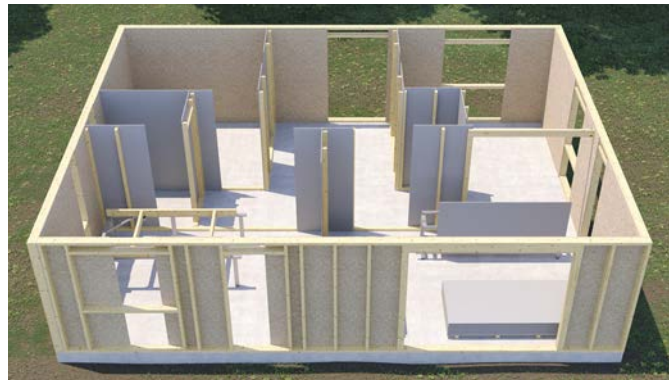
- Wandrähme auflegen, ggf. Unterstützung mit Drehsteife.
- Vorrichtung „*Öffnung*“ montieren und einrichten: Meterriss, Sturz- und Brüstungshöhe, Öffnungsbreite (Zeitbedarf ca. 20 Min.).
- Rippen und Riegel einlegen. Schraubzwinge ansetzen, Hölzer exakt ausrichten, Verbindungsschrauben setzen.
- Öffnungssegmente in den Wänden setzen und fixieren



➔ Empfehlung:
Wellennägel reduzieren den Aufwand der Verbindung.

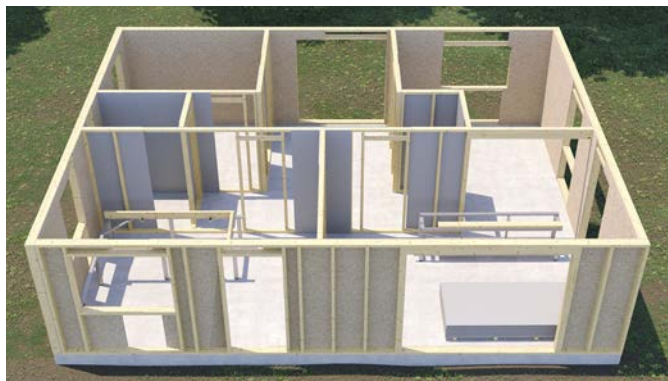
4. Wände ergänzen

- 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 Anlaufriing verwenden.



Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.31 Aus den Segmenten „Beplankung“ und „Öffnung“ werden die Wände beliebig kombiniert. Vorteil ist das einfache Handling und die Vermeidung der logistischen Aufwendungen.

6. Installationen

Die Luftdichtung in den Außenwänden hängt maßgeblich von den Installationen ab. Es hat sich bewährt eine zusätzliche Lattung auf die luftdicht hergestellte OSB-Platte auszuführen (vgl. E4. „Installationsebene“ auf Seite 172).



Abb. G2.32 Installationen in der Hauptdämmebene sind zwar möglich, jedoch nicht in dieser Ausführung. Es ist quasi unmöglich eine hochwertige Luftdichtung in dieser Art auszuführen.

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

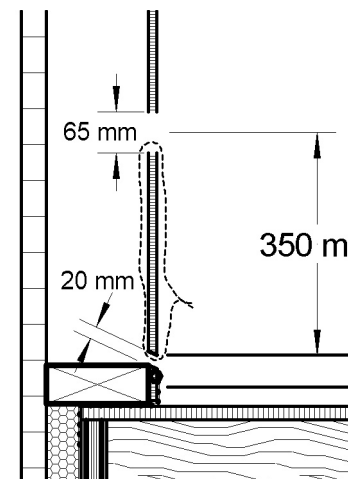


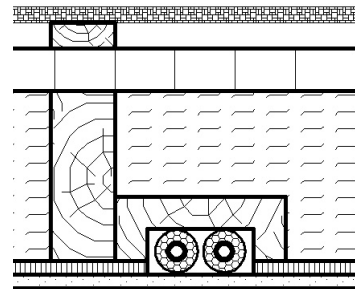
Abb. G2.33 In der Fertigung werden exakte Bohrungen ausgeführt und ein Ziehdraht montiert.



Abb. G2.34 Es werden luftdichte Hohlwanddosen eingesetzt. Die Dichtung zu den Kabeln wird mit Manschetten gewährleistet.

Bild: Ing.-Büro Meyer

Abb. G2.35 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 oder Brettschichtholz-Balken 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. G2.36 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.

Abb. G2.37 Durchbrüche in Brettschichtholz-Balken können durch spezielle Schrauben verstärkt werden.



Bild: Heco

G3. 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.



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 dies bis zur Dachkante durch.

Die technisch bessere Alternative ist es allerdings den Gewerkeübergang bereits an der Geschossdecke zu vollziehen. Die Bilder der folgenden Tabelle zeigt die Schwachstellen bei Dachgeschossmauerwerk gegenüber der homogenen Holzbaukonstruktion auf.

	Mauerwerk	homogene Holzbaukonstruktion
Giebelwand Das Mauerwerk wird durch einbindende Ringanker, tragende Stahl- oder Stahlbetonfensterstürze 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.	Bild: Ing.-Büro	Bild: Ing.-Büro
Vorfertigung Es ist der Normalfall, dass Wände in der Holzrahmenbauart vorgefertigt auf die Baustelle transportiert werden. Dies beschleunigt den Bauablauf erheblich.	Bild: Ing.-Büro	Bild: URSA
Tragende Pfetten 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.	Bild: Ing.-Büro	Bild: Ing.-Büro

	Mauerwerk	homogene Holzbaukonstruktion
Luftdichtung 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.	 Bild: Moll / pro clima	 Bild: Ing.-Büro
Wärmebrücken 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.	 Bild: Ing.-Büro	 Bild: Ing.-Büro
Ringanker aus Beton 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.	 Bild: Ing.-Büro	 Bild: Ing.-Büro
sichtbare Holzbalkendecke 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.	 Bild: Ing.-Büro	 Bild: Rettenmeier

➔ Wo liegt die Schnittstelle an der Geschossdecke?

Die Decke kann wie bisher aus Beton hergestellt werden, oder auch immer häufiger aus Brettsperrelementen. 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 mit Hilfe 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 217.

Geschossdecke - drei verschiedene Möglichkeiten

Beton	Massivholz	Balkenlage
 Bild: Ing.-Büro Meyer	 Bild: Pfeifer Timber	 Bild: © alexandre zveiger / adobe.stock.com
Abb. G3.1 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.	Abb. G3.2 Eine Decke aus Holzmassiv-elementen (z. B. Brettspertholz) 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.	Abb. G3.3 Bei kleinen Wohngebäuden (Einfamilienhaus) sind sichtbare Holzbalken-lagen 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 Federschienен erreicht werden.

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.

 Bild: Ing.-Büro Meyer	 Bild: Swiss Krono Tex	 Bild: Swiss Krono Tex
Abb. G3.4 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.	Abb. G3.5 Die vorgefertigten Wand-elemente für das Dachgeschoss passen auf einen Anhänger. An der Giebelwand ist zu erkennen, dass die Bauteile bereits passgenau in der Werkstatt hergestellt wurden.	Abb. G3.6 In wenigen Tagen ist das Gebäude unter Dach. Die Unterdeckung schützt das Bauwerk vor Niederschlägen.

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. G3.7 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.

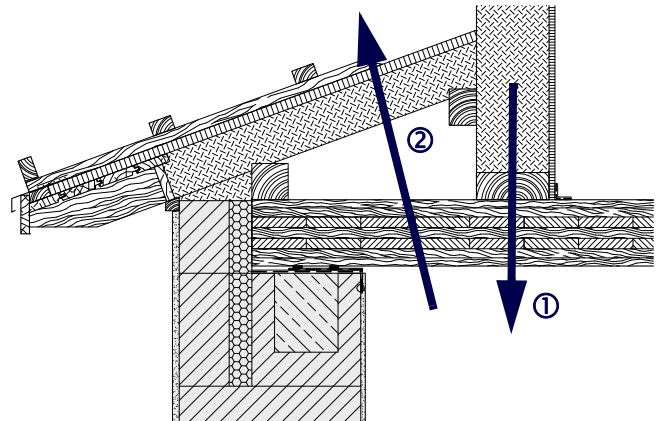


Abb. G3.8 Die Holzmassivdecke und die Holzrahmenwand des Staffelgeschosses vermeiden Wärmebrücken.

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. G3.9 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 Acht zu geben.

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 Federschienen. Diese Maßnahme verbessert den Schallschutz erheblich (z.B. bei Anforderung einer Wohnungstrenndecke).

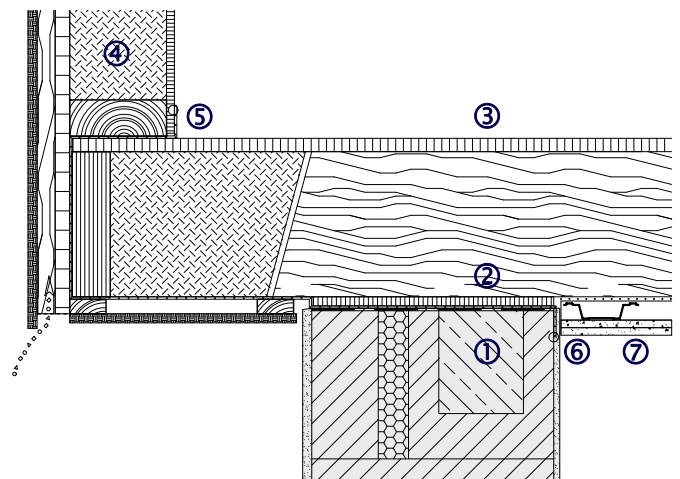


Abb. G3.9 Die Holzbalkendecke weist einen sehr guten Wärmeschutz zur Kaltseite auf. Bereits vor der Deckenmontage muss die Luftdichtung der Konstruktion vorbereitet werden (siehe unten).

5. bündiges Dachgeschoss

einheitliche Putzfassade

Üblich ist, dass die Außenwände zum Dachgeschoss durchlaufen, „bündig“ sind. Bei den Beispielen in Abb. G3.10 und Abb. G3.11 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 Geschosssdecke besteht. Sinnvoll ist es ein Dehnungsprofil in die Putzebene einzufügen.

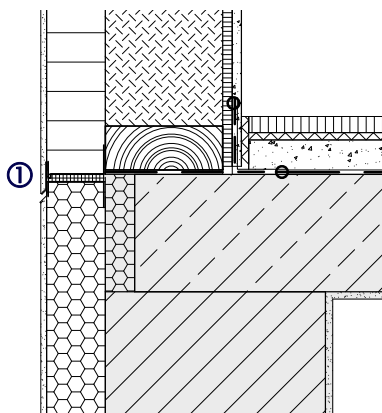


Abb. G3.10 Gebäude mit Betondecke und durchgängigem Wärmedämm-Verbundsystem



Abb. G3.12 Im Bereich des Geschosstoßes wird ein Dehnungsprofil angeordnet.

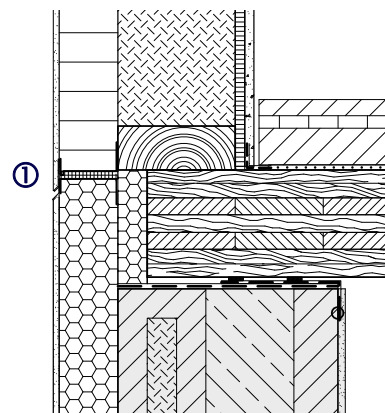
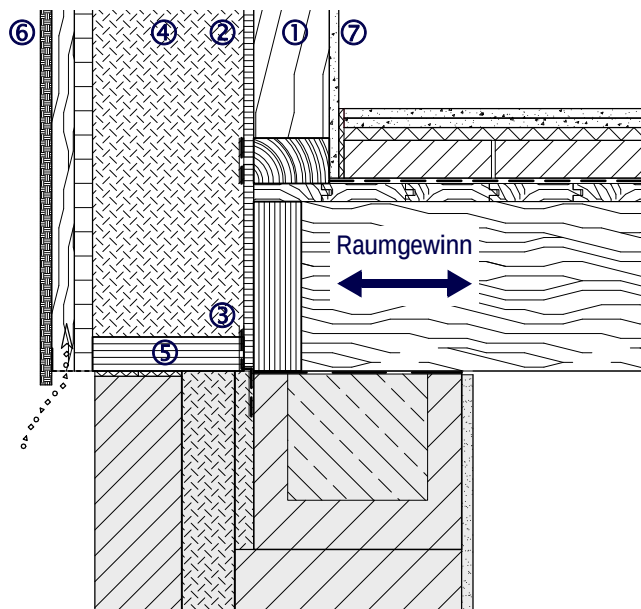


Abb. G3.11 Wie Abb. G3.10, jedoch mit einer Fertigteil-Deckenkonstruktion aus Holzmassiv-elementen.

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 Holzrahmenwand als tragende Installationsebene ist hochwärmedämmend und schafft einen großen Raumgewinn im Dachgeschoss.



Die Fassade im Dachgeschoss soll über die EG-Fassade hinausragen und dies bedarf eines dicken Fassadenaufbaus 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.

G4. Aufstockung

1. Übersicht

Eine Aufstockung wird idealweise 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. G4.1 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.



Bild: Ing.-Büro Meyer

vorhandene Decke	als Holzbalkenlage	als Betondecke	Was ist mit dem Schallschutz?
bereits tragfähig	■ Kaltluftströmung vermeiden ■ Luftdichtung herstellen	■ Kopfdämmung einbauen	■ Die Möglichkeiten zur Verbesserung des Schallschutzes begrenzen sich auf den Fußbodenaufbau
noch nicht tragfähig	■ wie oben und zusätzlich beachten: ■ Einbau zusätzlicher Balken, Vergrößerung des Querschnitts durch Ergänzungen aus Holz oder Stahl ■ Alternativ: Holz-Beton-Verbunddecke herstellen ➔ Detailzeichnung Seite 221	■ wie oben und zusätzlich beachten: ■ Tragende Holzbalkendecke einbauen ■ Den Hohlraum zur Außenseite schließen und dämmen ➔ Detailzeichnung Seite 220	■ Durch den Einbau einer doppelten Decke werden vermutlich die Mindestwerte bezüglich einer Wohnungstrenndecke erreicht ■ Auf eine Entkoppelung ist zu achten

Tab. G4.2 Welche Konstruktion besteht? Worauf ist im Bereich der Geschossdecke zu achten?

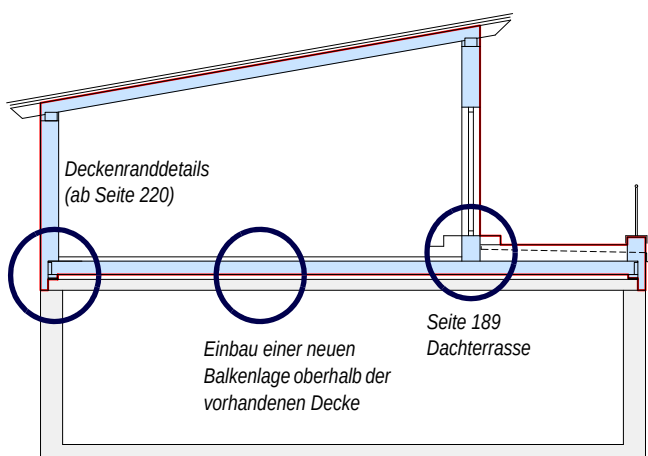
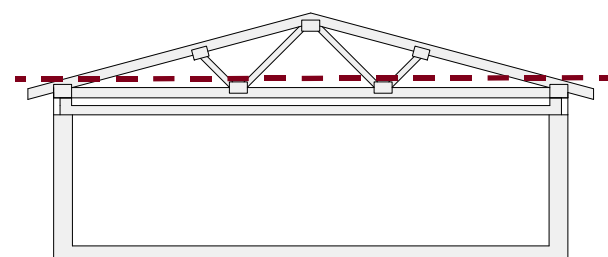


Abb. G4.3 Übersicht der Details.

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.



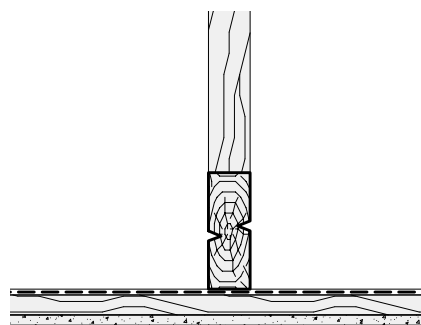
➔ Innenwände können bei dieser Bauart nicht tragend ausgeführt sein!

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. G4.4 und Abb. G4.5). In statischer Hinsicht kann dies problematisch werden, wenn tatsächlich keine tragenden Innenwände zur Lastabtragung vorhanden sind.

Die Möglichkeiten zur Lastabtragung sind statisch zu prüfen:

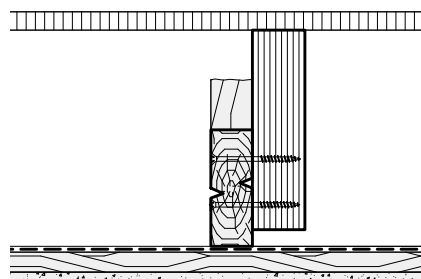
- Tragende Innenwände im Erdgeschoss. Die Balken müssen dann einzeln kraftschlüssig unterfüttert werden.
- Nachträglicher Einbau von Einzelstützen, um oberhalb der Balkenlage Überzüge anzuordnen. Die einzelnen Deckenbalken werden dann vom Überzug abgehängt.
- Ausbildung einer Holz-Beton-Verbunddecke. Dabei ist die erforderliche Spannweite mit dem resultierenden höheren Eigengewicht abzuwägen.

Abb. G4.4
Bestandskonstruktion,
Untergurt des
vorhandenen
Nagelplattenbinders.



An dem Nagelplattenbinder ist die Deckenbekleidung befestigt. Bei der Aufstockung soll die Unterdecke möglichst erhalten bleiben, um eine Wohnbarkeit während der gesamten Bauphase zu ermöglichen.

Abb. G4.5 Der
Untergurt wird an den
neuen Deckenbalken
kraftschlüssig
verschraubt.



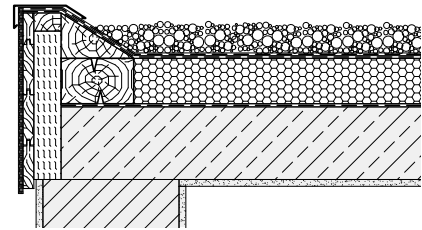
Nach der Demontage der Dacheindeckung werden neue Deckenbalken neben die vorhandenen Nagelplattenbinder verlegt. Die Untergurte der Binder werden mit den Deckenbalken kraftschlüssig verschraubt (Furnierschichtholz). Erst danach werden die Binder bis auf die Untergurte abgeschnitten.

- G. Fertigung / Arbeitsabläufe
 G4. Aufstockung
 3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

3. Betondecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

Abb. G4.6 Phase Rückbau

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.



Kann die vorhandene Dachabdichtung verbleiben? Dies ist im Einzelfall zu klären. Schadstoff-Emissionen durch die verwendeten Produkte sind nicht auszuschließen.

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.

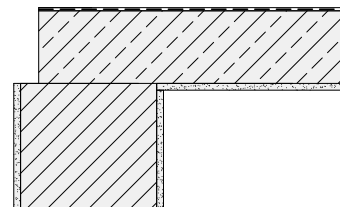
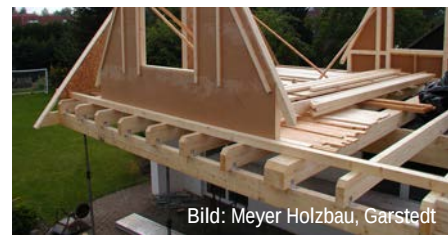


Abb. G4.7 Phase Neuaufbau – Montage

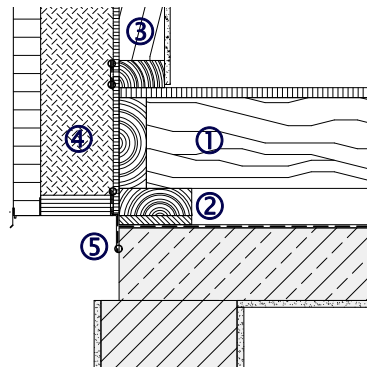
Der Einbau einer neuen Balkenlage oberhalb der vorhandenen Decke ist eine weit verbreitete Möglichkeit, um die Tragfähigkeit der Geschossdecke herzustellen. Außerdem lässt dies eine gewisse Freiheit in der Grundrissgestaltung zu.

→ Durch eine neue Balkenlage lassen sich Geschossauskragungen herstellen.



Montage einer tragenden Balkenlage ① (KVH C24, NKL 2, GK 0) auf Schwellen nach Statik. Höhenausgleich durch Anordnung einer Fuge ②, $d \geq 20$ mm, unter den Auflagerschwellen. Diese Fuge wird nach der Montage mit Quellschutt gefüllt.

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.

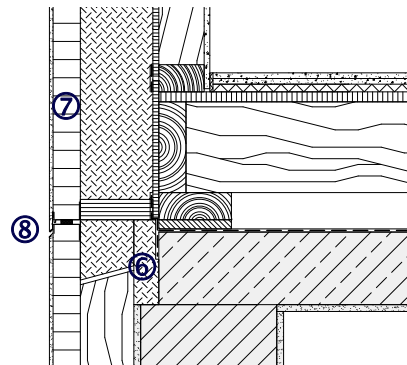


Einbau einer Kopfdämmung ⑥ zur Minimierung der Wärmebrücke über die Betondecke.

Obergeschosswand mit Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem ⑦.

Das Bestandsgebäude wird mit einem Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem auf Grundlattung energetisch ertüchtigt. Ausführung siehe „Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung“ auf Seite 61.

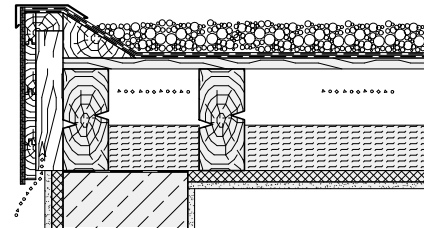
Fassadenübergang WDVS am Geschossstoß als Gleitlagerfuge ⑧ mit speziellen WDVS-Profilen und Dichtband.



4. Holzbalkendecke vorhanden, nicht ausreichend tragfähig

Abb. G4.8 Phase Rückbau

Als Bestandskonstruktion ist ein Flachdach als Holzbalkendecke mit Aufkantung vorhanden. Der Dachrand einschl. Blende werden vollständig entfernt.



Die Tragfähigkeit der Holzbalkendecke ist zu prüfen. In diesem Beispiel wird von einer nicht ausreichend tragfähigen Geschossdecke ausgegangen.

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.

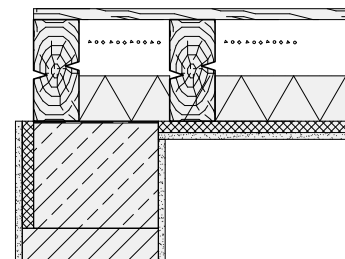


Abb. G4.9 Phase Neuaufbau – Montage

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 Trockenbau, mit Beton verstärkt werden muss. Für diese Konstruktionsart spricht, dass der gesamte Deckenaufbau nur minimal vergrößert wird.

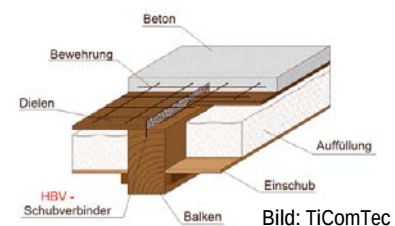
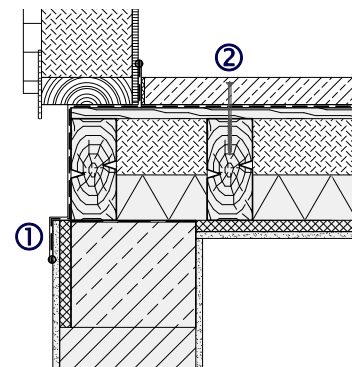


Bild: TiComTec

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.

Die vorh. Holzbalkendecke wird durch stahlbewehrten Ort beton statisch ertüchtigt. Der Verbund zur Balkenlage erfolgt durch Schrauben ② oder eingeschlitzte Lochbleche. Vor der Wandmontage ist

- die Verankerung der Balkenlage auf dem Ringanker zu prüfen (abhebende Lasten aus der Aufstockung) und
- der Deckenrand vollständig auszdämmen (Vermeidung von Kaltluftströmung)

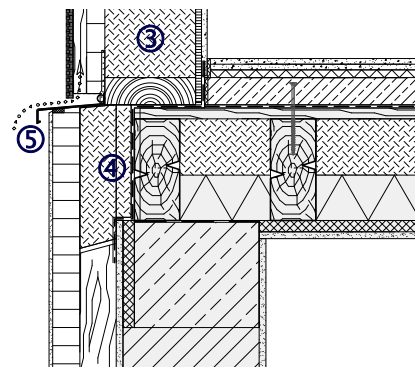


Obergeschosswand ③ mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade. Die vertikale Konterlattung wird als belüftete Traglattung auf der Unterdeckung aus Holzfaserdämmplatten angebracht.

Einbau einer Kopfdämmung ④ zur Minimierung der Wärmebrücke über die Decke.

Das Bestandsgebäude wird mit einem Holzfaser-Wärmedämm-Verbundsystem auf Grundlattung energetisch ertüchtigt. Ausführung siehe „Wärmedämm-Verbundsystem WDVS auf Grundlattung“ auf Seite 61.

Fassadenübergang mit Wasserableitblech ⑤ (z. B. aus Aluminium). Die Schleppbahn wird auf dem Blech mit geeignetem Kleber verklebt.



G5. 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. G5.1

Die Verbindung des Anbaus zum Bestandsgebäude erfolgt über einen schmalen verglasten Verbindungsgang. Eine bautechnisch sinnvolle und gestalterisch ansprechende Lösung. Ausführung im Detail siehe Abb. G5.2.



Abb. G5.2 Außenwandanschluss zum Verbindungselement, Ausführung mit Dehnfuge.

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.

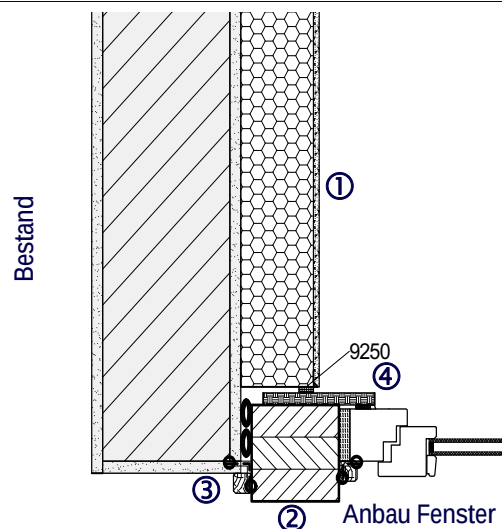
Anschlussstütze ② aus einem vergüteten Querschnitt (Balkenschichtholz, BS-Holz), um Verformungen zu minimieren. Die Stütze soll sichtbar bleiben und erhält im Anschlussbereich der Luftdichtung eine Abdeckleiste.

Die Anschlussstütze wird mit einem überputzbaren Klebeband ③ zum vorhandenen Mauerwerk luftdicht angeschlossen. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.

Montage einer Fassadenplatte ④ als Übergangselement und zum Schutz der Fuge zwischen Fenster und Stütze. An der Fassadenplatte kann das WDVS bei Verformungen gleiten.

Andichtung zum Mauerwerk z. B. mit Zellgummi-Hohlprofilabdichtungen.

WDVS-Abschlussprofil (z. B. Protektor 9250) zur Aufnahme möglicher Verformungen, Anschluss mit Kompriband.



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. G5.3 Außenwandanschluss bei einschaligem Mauerwerk, Ausführung mit Dehnfuge.

Öffnung des Bestandsmauerwerks zum Anbau als Durchbruch. Das Bestandsgebäude wird mit einem Wärmedämm-Verbundsystem ① energetisch ertüchtigt. Anbau als Holzrahmenbau mit Holzfaser-Wärmedämmverbundsystem ②, Holzfaserdämmplatten mit allg. bauaufsichtlicher Zulassung für den Holzbau als tragende Dämmplatte.

Als erster Rahmenständer ③ sollte ein vergüteter Querschnitt gewählt werden (Duobalken, BS-Holz), um Verformungen zu minimieren.

Anschluss der OSB-Platte als Dampfbremse/Luftdichtung mit einem überputzbaren Klebeband zum vorhandenen Mauerwerk. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.

Andichtung Rahmenständer zum Mauerwerk z. B. mit Zellgummi-Hohlprofil-dichtungen.

Dehnungsprofil zwischen den Putzbeschichtungen (z. B. Protektor 7581) und Abschlussprofil für die Gipsplattenbekleidung (z. B. Protektor 3741) zur Aufnahme möglicher Verformungen.

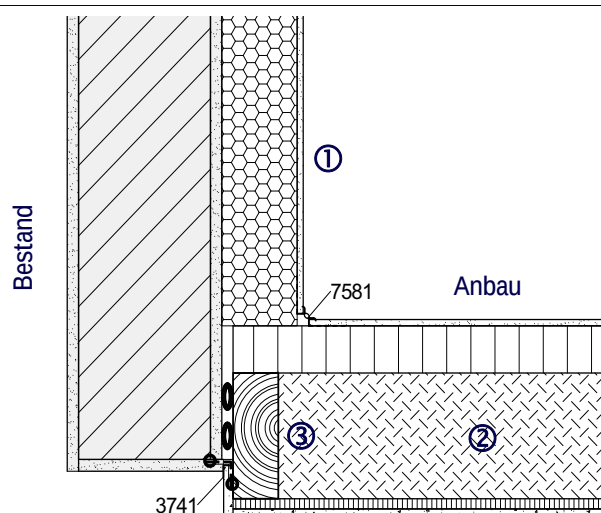


Abb. G5.4 Außenwandanschluss bei zweischaligem Mauerwerk, Ausführung als gleitender Anschluss.

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.

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.

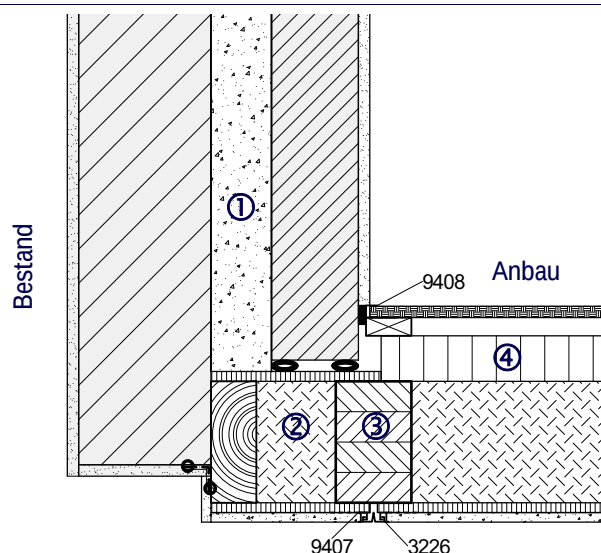
Ausführung des ersten Rahmenständers ③ mit Breite 100 mm, um genügend Anschlussfläche zu bieten. In der Achse befindet sich die „Dehnfuge“.

Holzfaserdämmplatte ④ als diffusionsoffene Unterdeckplatte, s_d -Wert $\leq 0,2$ m.

Anschluss der OSB-Platte als Dampfbremse/Luftdichtung mit einem überputzbaren Klebeband zum vorhandenen Mauerwerk. Ggf. ist ein Primer zur Haftverbesserung einzusetzen.

Andichtung OSB-Plattenstreifen zur Verblendschale z. B. mit Zellgummi-Hohlprofil-dichtungen.

Fassadenabschlußprofil (z. B. Protektor 9408) zur Aufnahme möglicher Verformungen. Dehnungsprofil (z. B. Protektor 3226) zur Trennung der Gipsplattenbekleidung.



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 MVVTB↑).

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 139 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.

Beplankungen

sind Bauteilschichten, die im Sinne des Tragwerkwachsnachweises statisch nachgewiesen werden. Auch bezeichnet als tragende und/oder aussteifende Beplankungen.

Im Wandbereich werden Beplankungen meistens aus OSB-Platten hergestellt. Sinnvollerweise sollten diese Beplankungen auf der Innenseite des Rahmenwerks angeordnet werden. Es hat sich bewährt diese Beplankung als Dampfbremse und Luftdichtung auszubilden. Werden statt OSB-Platten Sperrholz oder Spanplatten angewendet, ist eine zusätzliche Dampfbremse mit einem s_d -Wert $\geq 2,0$ m oder einer extrem diffusionsoffenen äußeren wasserableitender Schicht erforderlich (s_d -Wert $\leq 0,05$ m) erforderlich.

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. Bläueschutzmittel sind Wirkstoffe in Grundierungen.

C

Charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitswerte

werden im Holzbau als materialbezogene mechanische Kennwerte zur Berechnungsgrundlage der EC 5 verwendet. Hintergründe werden im Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 139 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 Nutzschichten versehen sein [12].

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 u.U. Unterspannungen↑, Unterdeckungen↑ oder Unterdächer↑ erforderlich [12].

Dachart	Dachgeschoss	Verweis
mit Dachabdichtung (Flachdach)	ausgebaut (mit Wärmedämmung)	Abschn. A4. „Dach mit Abdichtung“ ab Seite 29
mit Dachdeckung (flach geneigt)		siehe „Flache Dachneigung ab 7°“ auf Seite 19
mit Dachdeckung (Steildach)	nachträglicher Ausbau	Abschn. A2. „Dach“ ab Seite 16
		[16]

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 über 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%.

Dach- neigung	Dach- steigung		Dach- neigung	Dach- steigung
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 $\uparrow$ GK 0 nach DIN 68800-1 müssen Dämmstoffe so eingebaut werden, dass es nicht zu einer Feuchteerhöhung an Holz und Holzwerkstoffen kommt. Der Dämmstoff gilt als geeignet:

- aus Mineralfaser nach DIN EN 13 162;
- oder aus Holzfaser nach DIN EN 13 171
- oder Dämmstoffe, deren Eignung für den Anwendungsfall der Gebrauchsklasse $\uparrow$ GK 0 nach DIN 68 800-1 mit einem bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist (siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 97).

Dampfbremse-Variabel

feuchtevariable / feuchteadaptive Schichten werden heute in verschiedenen Konstruktionen verwendet. Ein erforderlicher rechnerischer Feuchteschutznachweis $\uparrow$ 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
- $1,5 \text{ m} \leq s_d \leq 2,5$ m bei 70% relativer Luftfeuchte.

Für die Schichten ist nach DIN 68 800-2 ein bauaufsichtliches Verwendbarkeitsnachweis (allgemeine bauaufsichtlich Zulassung $\uparrow$) erforderlich. In DIN 4108-3: 2018-10 werden für bestimmte nachweisfreie Konstruktionen feuchtevariable Schichten gefordert mit:

- $s_{d, \text{feucht}} \leq 0,5$ m bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von 90 % $\pm$ 2 % und
- $2,0 \text{ m} \leq s_{d, \text{trocken}} \leq 10,0$ m bei einer mittleren Umgebungsluftfeuchte von 25 % $\pm$ 2 %.

Dauerhaftigkeitsklassen

nach DIN EN 350 ¹ meint die Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen Holz zerstörende Pilze $\uparrow$. Zu den in Deutschland im Holzbau sehr gebräuchlichen Holzarten Douglasie, Lärche und Eiche nimmt die Holzschutznorm DIN 68 800 Bezug. Dort geht es um die Verwendbarkeit in den Gebrauchsklassen $\uparrow$. Nähere Hinweise werden in Abbildung C5.3 auf Seite 99 gegeben.

Deutsches Institut für Bautechnik

DIBt ² – 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 $\uparrow$,
- Erteilung allgemeiner Bauartgenehmigungen,
- Erteilung europäischer technischer Bewertungen (ETA $\uparrow$),
- Bekanntmachung der Muster-Verwaltungsvorschrift technische Bau-bestimmungen (MVV TB $\uparrow$),
- 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).

Elastische Dehnfähigkeit

des Trägermaterials z. B. bei Klebebändern bei sicherer Haftung auf normalen Untergründen.

Dickenquellung

bei 24 Stunden Wasserlagerung nach DIN EN 317.

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 ³ (Bitte auch [15] beachten).

Druckspannung

bei auf Druck belastbaren Dämmstoffen verschiedener Anwendung, wird gekennzeichnet mit z. B. CS(10), dies entspricht σ_{10} (kPa entspricht kN / m²).

E

Energieeinsparverordnung (EnEV)

Vorgängerverordnung des Gebäudeenergiegesetz.

Einschnittart

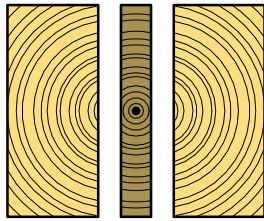
Die Formstabilität wird maßgeblich nach der Einschnittart bestimmt. Bei zweistielig geschnittenem Bauholz werden zwei Variaten ausgeführt. Tab. Glossar. 3 zeigt die auffällig unterschiedlichen Ergebnisse.

¹ Ausgabe Dez. 2016

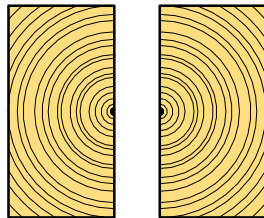
² Quelle: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), www.dibt.de.

³ Quelle: Sell, „Kenngrößen von Holzarten“

herzfrei
(Kernbohle
 $d \geq 40$ mm)



herzgetrennt



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

Elasto-mechanische Werte

Diese materialspezifischen mechanischen Kennwerte beziehen sich auf die veraltete DIN 1052 (Ausgabe 1988-04). Dazu gehören:

- das E-Modul (Elastizitätsmodul in $\text{MN/m}^2 = \text{N/mm}^2$) als Verhältnis zwischen der auftretenden Spannung zur möglichen Dehnung von Baustoffen und Bauteilen.
- zulässige Spannungen (in $\text{MN/m}^2 = \text{N/mm}^2$) als innerer Widerstand von Bauteilen gegen eine äußere Kraft bezogen auf die Querschnittsfläche (Verhältnis Kraft zu Fläche).

Das Berechnungsverfahren der aktuellen DIN EN 1995-1 (Eurocode EC 5) verwendet ein verändertes Sicherheitskonzept. Hintergründe werden im Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 139 erläutert.

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) 2

Die europäische technische Bewertung ist ein Nachweis der Brauchbarkeit 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 abweichen.

Die europäische technische Bewertung ermöglicht dem Hersteller die CE-Kennzeichnung des Bauprodukts 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 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 [14].

Faser-sättigungs-feuchte in%	Typ der Holzarten $\uparrow$	Holzarten-beispiele ^a
22 bis 24	Kernholz $\uparrow$ von ringporigen und halbringporigen Laubhölzern mit ausgeprägtem Farbkern	Edelkastanie, Eiche, 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, Buche, Pappel
	Splintholz von ringporigen und halbringporigen Laubhölzern mit ausgeprägtem Farbkern	Edelkastanie, Eiche, Esche, Robinie

Tab. Glossar. 4 Angegeben wird die Fasersättigungsfeuchte gebräuchlicher einheimischer Bauholzarten (Quelle: DIN 68800 Teil 1)

^a Die im EC 5 aufgeführten Holzarten sind fett gedruckt.

Fasersättigungsfeuchte

bezeichnet die Holzfeuchte, 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 aufweisen, auch feuchtevariabel genannt (siehe „Umkehrdiffusion“ auf Seite 89). 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. Dampfbremse-variabel $\uparrow$).

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 bitte dem Kapitel Abschn. C3. „Nutzungsklassen und die Klimabedingungen“ ab Seite 81 entnehmen.

Feuchteschutznachweis

oder auch „Tauwassernachweis“. Standardmäßig bietet die DIN 4108-3 den Feuchteschutznachweis nach dem „Glaser-Verfahren“ $\uparrow$ 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 $\uparrow$ 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). Die-

ser kondensiert an kalten Oberflächen aus und würde z. B. von feuchteaufnahmefähigen Holzwerkstoffplatten (Angabe z. B. >200 g/m²) 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 dekkungsgleich mit den Nutzungsklassen $\uparrow$ 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 $\leq 0,3$ m). Dieses kann auch mit einer Vollschalung aus Holzbrettern erreicht werden.

Weitere Hinweise zum Erreichen der GK 0 siehe Abschn. C5. „Holzschutz“ ab Seite 97.

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

(Begriff aus der DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5, vgl. Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 139)

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 $\uparrow$ zu führen. Einen Nachweis auf Schwingung gibt der EC 5 vor. Insbesondere bei Einfeldträger führt der Lastfall Schwingung $\uparrow$ zu einer erheblichen Querschnittszugabe.

HINWEIS:

Auf den Gebrauchstauglichkeitsnachweis auf Schwingung $\uparrow$ 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 g/m²a beträgt.

Das Glaser-Verfahren ist z. B. nicht anwendbar bei:

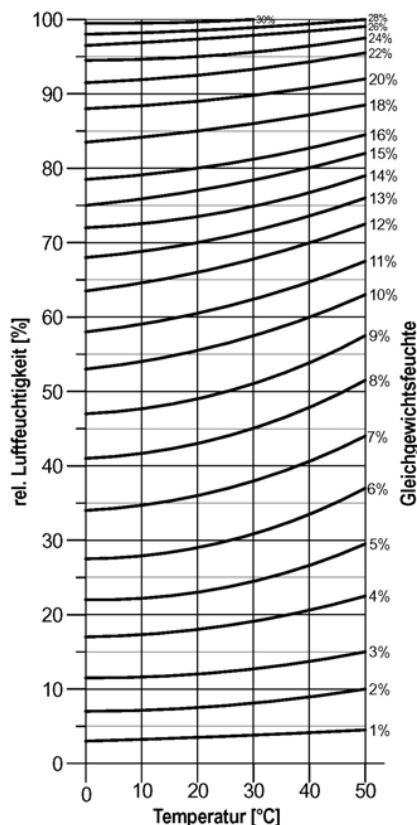
- Dachkonstruktionen mit Begrünung, Bekiesung, Plattenbelägen oder Holzrosten
- gedämmten, nicht belüfteten Holzdachkonstruktionen mit Metalldachdeckung oder mit Abdichtung auf Schalung oder Beplankung ohne Hinterlüftung der Abdichtungs-/Deckunterlage
- Innendämmung mit $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ 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 Zellwandungen (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 hygroskopisch[↑].

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 hygroskopische[↑] Verhalten des Holzes in Abhängigkeit relativer Luftfeuchte, Temperatur und Gleichgewichtsfeuchte des Holzes.

Die Gleichgewichtsfeuchte[↑] ist für jede Holzart unterschiedlich. Das Diagramm¹ (hier Sitka-Fichte) kann jedoch näherungsweise auch für andere Holzarten verwendet werden.

Die Abweichungen können bei einheimischem Nadelholz ca. $\pm 0,5\%$ und bei einheimischen Laubholz ca. $\pm 1,5\%$ 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 [15].

Holzfeuchte²

(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^2 bis 35%). Begriff aus der veralteten DIN 68365.

¹ Quelle: Leiße „Holzbauteile richtig geschützt“, DRW-Verlag.

² Quelle u. a. Ulf Lohmann „Holz-Lexikon“ 4. Auflage.

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.

- „saftfrisch“ 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 „saftfrischem“ Rundholz.

Weitere Begriffe:

- Fasersättigungsfeuchte↑,
- Gleichgewichtsfeuchte↑,
- Holztrocknung↑,
- Nutzungsklassen↑.

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 ($\leq 30\%$).

Bei allen Kesseldruckverfahren ist es äußerst wichtig, dass die Tränkparameter genau eingehalten werden: Nur so können die für einen optimalen Schutz erforderlichen Mindesteinbringmengen, Mindestlösungskonzentrationen und Mindesteindringtiefen erreicht werden!

- Wechseltränkung (Henriksson-Verfahren)

Die Wechseldrucktränkung hingegen ist ein „dynamisches Verfahren“. Dieses Verfahren wird bei saftfrischen 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 Handels-sortimente angewendet (siehe unten). Für die Verwendung im Bauwesen gelten jedoch eigene Sortierkriterien (vgl.[15]). Für den Holzbauhandwerker ist es wichtig zu wissen, dass sich die Handels-sortierungen erheblich von den baurelevanten Sortierungen für Tragwerke unterscheiden können.

	„nordische“ Sortierung	russische Gost- Sortierung	Tegernseer Gebräuche ^a
u/s ^b (unsortiert)	I (Prima) II (Sekunda) III (Tertia) IV (Quarta)	I (Firsts) II (Seconds) III (Thirds)	0 I II
als mindere Qualität	V (Quinta)	IV (Fourth)	III
aus-sortiert ^c	VI (Sexta)	V (Fifths)	IV

Tab. Glossar. 5 Güteklassen bei den verschiedenen Handels-sortierungen für Schnittholz als Brettware.

^a Die Güteklassen der Tegernseer Gebräuche lassen sich nicht mit den anderen Sortierungen vergleichen. Die Zuordnung versteht sich als prinzipielle Darstellung.

^b Im Baubereich wird die u/s-Qualität z. B. für Sichtschalungen eingesetzt.

^c 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 Konstruktions-vollholz 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 [15].

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 $\geq 55^{\circ}\text{C}$ mindestens 48 Stunden auf eine Holzfeuchte $u \leq 20\%$ getrocknet. (Quelle: DIN 68800 Teil 2). Siehe auch Holzfeuchte↑.

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 [15]).

Hydrophob

bedeutet wasserabweisend.

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 107 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 76.

Holz zerstörende Insekten

sind Holzschädlinge¹ 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 verbaute Holz sind ausschließlich so genannte Trockenholzinsekten, wobei das Feuchtebedürfnis der einzelnen 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
 - Scheibbock

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.

Konstruktionsholz

wird hier als Synonym für Vollholz und daraus hergestellte Produkte verwendet. Die Auswahl des geeigneten Konstruktionsholzes ist vielfältig. Abbildungen und Beschreibungen sind in [15] enthalten.

- Vollholz:
 - Bauholz,
 - MH® Massivholz.
- Gefügte Vollholz (Keilzinkenverbindung):
 - KVH® Konstruktionsvollholz.
- Gefügte und verleimte Schichtholz:
 - Balkenschichtholz,
 - Brettschichtholz (BSH), „Leimholz“.

Konterlatte

für die Dicke und Befestigung der Konterlatte sind die Fachregeln des ZVDH [12] zu beachten. Weitere Hinweise zum Dachbereich siehe „Konterlatte: Querschnitte und Befestigung“ auf Seite 163.

¹ Literatur: Kempe, Klaus – „Dokumentation Holzschädlinge“ – Verlag Bauwesen

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

einer Gebäudehülle wird mit der Luftdurchlässigkeitsprüfung $\uparrow$ bestimmt (siehe Abschn. C2. „Luftdichtung“ ab Seite 76 u. a. die Grenzwerte für Luftdichtheit).

Luftsichten

werden hinter Außenwandbekleidungen und Dachdeckungen angeordnet. In der Ausführung werden sie unterschieden in:

- stehende oder ruhende Luftsichten sind planmäßig weder belüftet;
- belüftete Luftsichten weisen unten eine Belüftungsöffnung auf, sind aber planmäßig nicht entlüftet;
- hinterlüftete/durchlüftete Luftsichten sind planmäßig sowohl mit Belüftung als auch Entlüftungsöffnungen ausgestattet.

Für Außenwandbekleidungen sind weitere Erläuterungen in [14] dargestellt. Für Dächer ist Abschn. E1. „Unterdeckungen, Konterlatten, Latten“ ab Seite 156 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 $> 1,2\text{ m}$).

Messbezugsfeuchte

beträgt für Vollholz $u = 20\%$ und wird auf die Holzsortierung $\uparrow$ wie auch für die Maßhaltigkeit des Querschnittes angewendet (siehe auch [15]).

Mindestdachneigung

ist die unterste Dachneigungsgrenze, die nicht unterschritten werden darf [12]. Für eine regensichere Ausführung ist jedoch die Regeldachneigung $\uparrow$ (RDN) relevant. Diese werden unter „Regeldachneigung für Dachdeckungen“ auf Seite 157 aufgeführt.

Eine Unterschreitung der RDN bis hin zur Mindestdachneigung ist nur mit besonderen Maßnahmen ausführbar. Eine Auflistung enthält „Ausführung von Vordeckungen“ auf Seite 160.

MVV TB

(Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen) ersetzt die Bauregellisten $\uparrow$ 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

Nagelausreißfestigkeit

z. B. von Dichtungsbahnen wird gemäß DIN EN 12310-1 für die Längs- und Querrichtung der Bahn angegeben.

Neigung

wird z. B. bei den Unterdeckungen angegeben.

Gemeint ist hier die Dachneigung $\uparrow$ ab der das Bauprodukt als wasserableitende Schicht unter Dachdeckungen $\uparrow$ eingesetzt werden darf. Dies bezieht sich jedoch ausschließlich auf Betondachsteine und Dachziegel. Die Regeldachneigung $\uparrow$ (RDN) wird durch den Hersteller der Eindeckung angegeben.

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 $\uparrow$
- 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 81.

Die Nutzungsklassen stellen die klimatischen Verhältnisse eines Holz-

bauteils 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 [15].

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 Fasersättigungsfeuchte[↑] 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.
 - Eichenwirrling.

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 97 dargestellt.

Platten-Typ

ist eine Angabe, die eine Klassifizierung der Holzwerkstoffplatten in Bezug auf ihre Verwendbarkeit im Bauwesen darstellt. In diesem Zusammenhang definiert DIN EN 13986¹ Holzwerkstoffe für die Verwendung im Bauwesen und legt u.a. deren wesentliche Eigenschaften fest. Die Platten-Typen der verschiedenen Produktnormen sind übersichtlich in [15] dargestellt.

Beispiel: Eine Spanplatte, die dem Platten-Typ P5 nach DIN EN 312 entspricht, darf in der Nutzungsklasse[↑] NKL 2 bzw. dem Feuchtebeständigkeitsbereich[↑] „Feuchtbereich“ eingesetzt werden.

Q

Quellmörtel

ist ein Mörtel, der beim Abbinden keine Volumenabnahme aufweist.

¹ Titel: „Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung“

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 FensternIn 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“ 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 42 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 [12]. Die Minstdachneigung $\uparrow$ darf jedoch keinesfalls unterschritten werden.

Weitere Erläuterungen siehe Abschn. E1. „Unterdeckungen, Konterlaten, Latten“ ab Seite 156.

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 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. Das Splintholz ist bei allen Holzarten 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 gehört nur die Robinie zu der höchsten Dauerhaftigkeitsklasse 1.

S

Schallabsorptionsgrad

Der Schallabsorptionsgrad α beschreibt das Verhältnis der nicht reflektierten (nicht zurückgeworfenen) zur auftreffenden Schallenergie.

- Bei vollständiger Reflexion ist $\alpha = 0$,
- bei vollständiger Absorption ist $\alpha = 1$.

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 [14].

Schwind- und Quellkoeffizient α

bei Luftfeuchteänderung von 30% auf 85% bei 20 °C.

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 verringert sich um 10%, so schwindet das Holz um 2,5 mm auf 97,5 mm.

Für die Quellverformung gilt das Umgekehrte.

Schwingung

ist ein Lastfall im Rahmen des Gebrauchstauglichkeitsnachweises $\uparrow$ nach DIN EN 1995-1-1, Eurocode 5, EC 5 (vgl. Abschn. C8. „Tragwerk“ ab Seite 139).

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 $\uparrow$ 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 Technik¹ 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.

Saftfrisches 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.

Trennschicht

ist eine flächige Trennung von Werkstoffen, um Wechselwirkungen zwischen Schichten zu vermeiden [12].

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 Gebrauchsklasse¹ GK 0 eine Trocknungsreserve vor (siehe „Feuchteschutz“ auf Seite 83).

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. Dabei werden unterschieden:

- Werkseigene Produktionskontrolle – Der Hersteller dokumentiert die eigene laufende Überwachung seiner Bauprodukte.
- Fremdüberwachung – Vom Deutschen Institut für Bautechnik¹ (DIBt) werden Zertifizierungsstellen¹ 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 beplante 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 beplante und tragende Holzbauteile, die in einem Holzbaubetrieb vorgefertigt werden).

Unterdach

Kennzeichen für das Unterdach ist die wasserdichte Ausführung der Fläche einschließlich Naht- und Stoßverbindungen [12].

Unterdach, regensicher: Die Ausführung ist in Naht- und Stoßbereichen wasserdicht. Die Konterlatte wird nicht mit einbezogen (Klasse 2).

Unterdach, wasserdicht: Ausführung wie bei „regensicher“, jedoch wird die Konterlatte mit einbezogen, z. B. durch überkleben (Klasse 1).

Die Anwendungsgebiete werden auf Seite siehe „Ausführung von Vordeckungen“ auf Seite 160 angegeben. Das Fachregelwerk des ZVDH [12], „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ ist zu beachten.

¹ Siehe Mitteilungen des DIBt (auch im geschützten Downloadbereich des DIBt).

Unterdeckung

Kennzeichen für die Unterdeckung ist die regensichere Ausführung mit überdeckten und aufliegenden Bahnen oder überdeckten Platten. Die Konterlatte ist nicht eingebunden [12].

Unterdeckungen gelten als zusätzliche Maßnahmen z. B. unter harten Bedachungen um die Regensicherheit der Eindeckung herzustellen (siehe „Ausführung von Vordeckungen“ auf Seite 160). 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 [12] „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 benannt. Neben der Schutzfunktion gegenüber äußerer Feuchteinwirkung ist das wesentliche Merkmal die diffusionsoffene Eigenschaft. Für die Bekleidung/Bepankung hinter der Fassade der Außenwand gilt:

- eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d \leq 0,3 \text{ m}$; oder
- Holzfaserdämmplatte 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 $s_d \leq 0,3 \text{ m}$; oder
- trockene Brettschalung max. Breite 160 mm abgedeckt mit Unterdeckbahn mit $s_d \leq 0,3 \text{ m}$; oder
- Holzfaserdämmplatte 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 [12]. Unterspannungen sind zusätzliche Maßnahmen unter Dachdeckungen $\uparrow$. (Anwendungsgebiete siehe „Ausführung von Vordeckungen“ auf Seite 160). Das Fachregelwerk des ZVDH [12] „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“ ist zu beachten.

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 [15] beachten.

Vordeckung

ist eine Abdeckung z. B. von Holzschalungen vor der Weiterarbeit, also vor dem Ausführen der eigentlichen Dachdeckung $\uparrow$, Abdichtung oder Außenwandbekleidung. Je nach Art und Ausführung der Vordeckung kann sie auch als Behelfsdeckung dienen oder zu einem Unterdach $\uparrow$ oder einer Unterdeckung $\uparrow$ beitragen [12].

W

Wandtafeln

in einigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen $\uparrow$ (Z) werden zulässige Horizontallasten für Wandtafeln angegeben. Siehe „Überschlägige Ermittlung von Wandscheiben“ auf Seite 141.

Wärmespeicherkapazität Qsp

Einheit $\text{J}/(\text{m}^2\text{K})$. 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 [$\text{W}/\text{m K}$]

ist diejenige Wärmemenge [$\text{J} = \text{Joule}$], 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_p und die „langzeitige Wasseraufnahme“ W_{lp} .

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 [12] 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. E1. „Unterdeckungen, Konterlatten, Latten“ ab Seite 156.

Wasserdampfdiffusionswiderstand m []

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_d -Wert.

Die Wasserdampfdurchlässigkeit für Abdichtungsbahnen wird nach DIN EN 1931 bestimmt.

Wassersäule

der Prüfwert für die Wassersäule (Wasserdichtheit für Bahnen mit wasserableitender Funktion) wird nach DIN EN 20811 in Meter [m] ermittelt. Diese Prüfung wird abgelöst durch den „Widerstand gegen Wasserdurchgang“[↑].

Widerstand gegen Wasserdurchgang

für Bahnen mit wasserableitender Funktion, Unterdeck- und Unterspannbahnen für Dachdeckungen[↑] und Wände wird nach DIN EN 13111 ermittelt. Die Einteilung erfolgt in Klassen und gelten als Qualitätskriterium:

- W1 – Bestandene Prüfung nach dem Prinzip des Verfahrens A der EN 1928.
- W2 – Bestandene Ersatzprüfung nach DIN EN 13111.
- W3 – Nicht bestandene oder nicht durchgeführte Prüfungen aus W1 bzw. W2.

Z

Zulassungen, allgemeine bauaufsichtliche (Z)

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 und Holzwerkstoffen“;
Herausgeber: Holzbau Deutschland über die Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau mbH, Berlin,
www.fg-holzbau.de
- [2] „Fachregeln des Zimmererhandwerks, 02 Terrassen und Balkone“;
Herausgeber: Holzbau Deutschland über die Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau mbH, Berlin,
www.fg-holzbau.de
- [3] Schriftenreihe des Informationsdienstes Holz,
Herausgeber: Informationsverein Holz e.V., Berlin,
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] DIN 18516-1 „Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Anforderungen, Prüfgrundsätze“
- [6] ATV DIN 18351 „Vorgehängte hinterlüftete Fassaden“
Der Geltungsbereich ist eingeschränkt auf bestimmte Bekleidungsarten u.a. großformatige Platten
Hinweis: Für andere Bauarten gelten andere ATVs (siehe unten)
- [7] ATV DIN 18334 „Zimmer- und Holzbauarbeiten“
Geltungsbereich begrenzt auf Unterkonstruktionen aus Holz und Fassadenbekleidungen aus Brettern, Bohlen und Schindeln
- [8] ATV DIN 18338 „Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten“
Geltungsbereich begrenzt auf Fassadenbekleidungen aus Dachdeckungstoffen
- [9] ATV DIN 18339 „Klempnerarbeiten“
Geltungsbereich begrenzt auf Metallwandbekleidungen mit am Bau zu falzenden Metallbauteilen und Metallanschlüssen
- [10] Merkblätter des Bundesausschuss für Farbe und Sachwertschutze.V., Frankfurt (Main)
www.farbe-bfs.de
- [11] FVHF-Focus und Richtlinien des Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF), Berlin
www.fvhf.de
- [12] Regelwerk der Deutschen Dachdeckerhandwerks ZVDH, Köln
www.dachdecker.org
- [13] „Klempnerfachregeln“ des ZVSHK, Sankt Augustin,
www.zvshk.de
- [14] „Fassade - ProfiWissen“;
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG, Bad Nauheim,
www.eurobaustoff.de
- [15] „1 x 1 der Holzbaustoffe - ProfiWissen“;
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG, Bad Nauheim,
www.eurobaustoff.de
- [16] „Ausbau - ProfiWissen“;
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG, Bad Nauheim,
www.eurobaustoff.de
- [17] „Sockel im Holzbau - ProfiWissen“;
Herausgeber: Eurobaustoff Handelsges. mbH & Co. KG, Bad Nauheim,
www.eurobaustoff.de
- [18] „Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren“, Herausgeber RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V.
- [19] Merkblatt „Checkliste Holzfaser WDVS - Übergabe putzfähiger Untergrund“;
Herausgeber: Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V.
www.holzfaser.org

Schlagwortverzeichnis

A

Abdichtung
 Bodenplatte 192
 Dachterrasse 190
 Fensterbrüstung 179
Absorption 233
Abstand der Rahmenstiele 200
Abtropfbarkeit 116
AD siehe Holz Trocknung
Adsorption 233
Afzelia, Kennwerte 99
Akustik 122
Aldehyde 145
Altbau
 Fassade U-Werte 61
 Fassadendämmung 58
Anbau 222
 Außenwandanschluss 223
 Verbindungselement 222
Angélique, Kennwerte 99
Anhydritestrich 168
Arbeitsplatz, Dach 164
Arbeitssicherheit 164
Aromatische Verbindungen 145
Ascomyceten 232
Attika 183, 184
Aufstockung 218
 Betondecke 220
 Holzbalkendecke 221
 Nagelplattenbinder 219
Ausgleichsfeuchte des Holzes siehe Gleichgewichtsfeuchte
Auslieferungsfeuchte 200, 224
Ausschreibung 144
Austrocknungskapazität 87, 88
Austrocknungsreserve siehe Trocknungsreserve
Außenbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich
Außenwand 8–15, 173–179
Azobé, Kennwerte 99

B

Balkenköpfe 92
Balkenschichtholz 150
Balkon 102, 187
Bangkirai, Kennwerte 99
Barrierefreier Zugang 190
Bauakustik 122
Bauholz
 Erläuterung 235

Bauraster 200
Bauregelliste
 Erläuterung 224
Bauschnittholz
 Festigkeitsklassen 149
 Querschnittsgrenzen 147
Baustoffkennwerte 139
Baustoffklassen 116, 118
Bauteilklassen siehe Feuerwiderstandsklassen
Bedachung, harte 156
Befestigung
 Holzfaserdämmplatten 163
 Konterlatte 163
BEG 71
Behelfsdeckung 162
Bel siehe Dezibel
Belagrost 188
Belüftetes Dach 165
Bemessungswerte
 Balkenschichtholz 150
 Brettschichtholz 151
 Furnierschichtholz 152
 Nadelholz 149
Beplankung
 Erläuterung 224
Beratung im Altbau 48
Bewertung, europäische technische 226
bewitterte Konstruktion 82
Binderdach 219
Biozidverordnung 108
Birke
 Fasersättigungsfeuchte 226
Bitumenschindeln 158
Bitumenwellplatten 158
Bläuepilze 232
 Erläuterung 224
Blechverwahrung 184
Blower-Door-Prüfung 80
Bodenplatte 192
 maßgenau 194
Bongossi
 Kennwerte 99
Brandschürze 121
Brandschutz 110–117
 Baustoffklassifizierung 116
 Bauteilanforderungen 112
 Bauteilklassifizierung 114
 Begriffe 116
 Bemessung 117
 Feuerwiderstandsklassen 114
 Gebäudeklasse 4 - 120
 Kapselkriterium 115
 Konzept 110

 Kühlungseffekt 117
 notwendige Flure 113
 Schutzziele 111
 Sonderbauten 113
Brandwand 115
Brettschichtholz 151
 Festigkeitsklassen 151
BS11 - 151
BSH / BS-Holz 151
Buche
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Kennwerte 99
 Resistenz 233
Bundesförderung für effiziente Gebäude 71

C

C24 - 149
CE-Dachlatten 164

D

Dach
 mit Abdichtung 165
 Schutzbereich 185
Dachabdichtung 224
Dachdeckung
 Anforderungen 156
 Bitumenschindeln 158
 Bitumenwellplatten
 Regeldachneigung 158
 Erläuterung 224
 Faserzement-Wellplatten
 Regeldachneigung 158
 Metalldeckung
 Regeldachneigung 159
 Mindestdachneigung 231
 Neigung 231
 Trennschicht 234
 Unterspannung 235
 Vordeckung 235
 Zusatzmaßnahmen 235
Dachgeschoss, auskragend 216
Dachkasten 181
Dachkonstruktion
 7-Grad-Dach 19
 gute Ausstattung 18
 Material 16
 Mindestausstattung 17
 mit Abdichtung 29
 U-Werte ab Seite 17
Dachlattung 106
 Ausführung 164

Holzschutz 106
 Dachneigung
 Definitionen 224
 Umrechnungstabelle 224
 Dachsanierung von außen 49–57
 Dachschalung 165
 Holzschutz 106
 Dachterrasse 189
 Dachüberstand 182
 Dachziegel 156
 Dämmstoffe
 Holzschutz
 Erläuterung 225, 235
 Dampfbremse 85
 Austrocknung nach innen 86
 feuchtevariabel 90
 Erläuterung 225
 Produkte 146
 sd-Wert 88
 Dark Red Meranti
 Kennwerte 99
 Dauerhaftigkeitsklasse 99, 105
 dB siehe Dezibel
 Decke
 aufgelegt 175
 eingehängt 175
 Unterkonstruktion 170
 Deckenbeplankung 142
 DEGA
 Schallschutz 122
 Dehnfähigkeit 225
 Dehnungsfuge 200
 Desorption 228, 233
 Deutsches Institut für Bautechnik siehe DIBt
 Dezibel 133
 DIBt
 Erläuterung 225
 Dickenquellung
 Erläuterung 225
 Differenzdruckmessung 80
 Diffusionsfähigkeit 87
 Dimensionsstabilität 225
 DIN, Erläuterung 231
 DIN 1052 - 139, 226
 DIN 1053 - 109
 DIN 1946 - 77
 DIN 1960 - 144
 DIN 4072 - 165
 DIN 4074 - 149, 164
 DIN 4102 siehe Brandschutz
 DIN 4108 siehe Schlagregenschutz
 DIN 4108 siehe Wärmeschutz
 DIN 4109 siehe Schallschutz
 DIN 18040 - 190
 DIN 18180 - 170
 DIN 18181 - 170

DIN 18182 - 170
 DIN 18195 siehe DIN 18533
 DIN 18202 - 192
 DIN 18334 - 93, 166
 DIN 18339 - 167
 DIN 18516 siehe Fassade
 DIN 18531 - 189
 DIN 18533 - 91, 173
 DIN 18560 - 168, 169
 DIN V 18599 - 67, 74
 DIN 20000 - 139
 DIN 55634 - 154
 DIN 68800 siehe Holzschutz
 DIN EN 120 - 226
 DIN EN 300 - 167
 DIN EN 312 - 167
 DIN EN 317 - 225
 DIN EN 335 - 227
 DIN EN 338 - 149, 164
 DIN EN 350 - 98, 225
 DIN EN 351 - 107
 DIN EN 520 - 170
 DIN EN 534 - 158
 DIN EN 599 - 107
 DIN EN 634 - 167
 DIN EN 636 - 167
 DIN EN 1090 - 154
 DIN EN 1609 - 235
 DIN EN 1928 - 236
 DIN EN 1931 - 236
 DIN EN 1990 bis EN 1999 - 139
 DIN EN 1995 siehe Tragwerksplanung
 DIN EN 10147 - 153
 DIN EN 12087 - 235
 DIN EN 12310 - 231
 DIN EN 12524 - 73, 235
 DIN EN 13111 - 236
 DIN EN 13162 - 166, 168
 DIN EN 13171 - 166, 168
 DIN EN 13183 - 228
 DIN EN 13353 - 167
 DIN EN 13501 siehe Brandschutz
 DIN EN 13967 - 92
 DIN EN 13969 - 92
 DIN EN 13986
 Plattentypen 232
 DIN EN 13986 - 166, 227
 DIN EN 14080 - 150
 DIN EN 14081 - 164
 DIN EN 14195 - 170
 DIN EN 14909 - 92
 DIN EN 14964 - 235
 DIN EN 14967 - 92
 DIN EN 15026 - 84, 225, 227
 DIN EN 16733 - 121
 DIN EN 20811 - 236

DIN EN ISO 2081 - 153
 DIN EN ISO 6946 - 65
 DIN EN ISO 9223 - 153
 DIN EN ISO 9972 - 80
 DIN EN ISO 12944 - 153
 DIN EN ISO 14713 - 154
 Douglasie
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Kennwerte 99
 Drainageschacht am Sockel 174
 Druckspannung bei Dämmstoffen 225
 Duobalken 150

E

EC 0 bis EC 9 - 139
 EC 5 siehe Tragwerksplanung
 Edelkastanie
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Effizienzhaus 71
 EI siehe Brandschutz
 Eiche
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Kennwerte 99
 Eichenwirrling 232
 Einblasdämmstoff
 Fassadendämmung 60
 Mauerwerk 58
 Eindringtiefeklasse 107
 Einschnittart 225
 Elasto-mechanischen Werte 226
 Emissionen
 Raumluft 145
 Schall 131
 Emissionsklasse 226
 E-Modul 226
 EN siehe Normen, europäische
 Endenergiebedarf 67
 Energiebedarf 67
 Energieträger 67
 Entwässerungsrost 190
 EOTA 225
 Esche
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Estrich 168
 ETA siehe Bewertung, europäische technische
 Euroklasse 116
 Europäische Produktregeln 139
 Exfiltration 230

F

Fachplanung
 Brandschutz 111
 Holzschutz 97
 Schallschutz 122

Fachregeln 6
 Farbkern 99
 Farbkernhölzer 226
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Fasersättigungspunkt 101
 Faserzement-Wellplatten 158
 Fassade 108
 Erläuterung 226
 Gebäudeklasse 4 - 121
 Fensteranschluss
 Neubau 177
 Fensterbrüstung 178, 179
 Fensterleibung 180
 Festigkeitsklassen
 Balkenschichtholz 150
 Brettschichtholz 151
 Furnierschichtholz 152
 Nadelholz 149
 Festigkeitswerte
 charakteristische 224
 Feuchtbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich
 feuchteadaptiv 90, 225, 226
 Feuchtebeständigkeitsbereich
 Erläuterung 226
 Feuchteschutz
 Feuchtespeicherfähigkeit 227
 Klimaverhältnisse 83
 Spritzwasserbereich 227
 Trocknungsreserve
 Erläuterung 234
 Unterdeckungen 235
 wasserableitende Schicht 231
 Feuchteschutznachweis 100
 Erläuterung 227
 Glaser-Verfahren 227
 numerisches Simulationsverfahren 225
 Feuchtespeicherfähigkeit 227
 Feuchtigkeit, unplanmäßig 85
 Feuerverzinkungen 153
 Feuerwiderstandsklassen 114
 Fichte
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Gleichgewichtsfeuchte 228
 Kennwerte 99
 Tränkbarkeit 234
 Flachdach
 aufliegende Dämmung 30, 31
 Dachrand 183
 U-Werte ab Seite 30
 Vollämmung 32, 34
 Flachdach ab Seite 29
 Flankenübertragung 133
 Förderstandard KfW siehe Effizienzhaus
 Formaldehydabgabe 226
 Formstabilität 225

Fremdüberwachung 234
 Frequenzbereich 124, 133
 FSH 152
 Fungi imperfecti 232
 Funktionsebenen
 Erläuterung 76
 Fenster 178
 Furnierschichtholz 152
 Fußboden
 Estrich 168
 Schallschutz 138

G
 Gebäudeabschlusswand 38
 Brandschutz 119
 Schallschutz 125, 126
 Gebäudeenergiegesetz 68, 71
 Gebäudeerweiterung 70
 Modellgebäudeverfahren 68
 Gebäudeklassen 111
 Gebrauchsklasse, Erläuterung 227
 Gebrauchsklasse siehe Holzschutz
 Gebrauchstauglichkeitsnachweis 227, 233
 Gefährdungsklasse 227
 GEG siehe Gebäudeenergiegesetz
 Geländehöhe 173
 Geschossdecke
 Schallschutz 133
 Geschossstoß 175
 GK siehe Holzschutz Gebrauchsklasse
 GL24 - 151
 Glaser-Verfahren siehe Feuchteschutznachweis
 Gleichgewichtsfeuchte 81
 Erläuterung 228
 Greenheart
 Kennwerte 99
 Grundlattung
 Mauerwerk 59
 Gussasphalt 168

H
 Harzgehalt 99
 Hauseingang 174
 Hausschwamm, echter 102
 Haustrennwand siehe Gebäudeabschlusswand
 Hautflügler 230
 Heizenergiebedarf 67
 Henriksson-Verfahren 229
 Hitzeschutz
 Erläuterung 72
 Phasenverschiebung 73
 Wärmekapazität 73

Holz
 Bemessung für den Brandfall 117
 Brandverhalten 117
 Entflammbarkeit 117
 Tragfähigkeit 149
Holzarten
 Erläuterung 228
 Fasersättigungsfeuchte 226
 Holzschutz 105
 Kennwerte 99
 Resistenz 233
 Tränkbarkeit 234
Holzbalkendecke
 einfach 23
 offene Konstruktion 22
 Schallschutz 24, 25, 134
Holz-Beton-Verbundsystem 221
Holzdecken
 Schallübertragungswege 136
Holzfeuchte 81
 Erläuterung 228
 Holzschutz 227
 Latten 106, 164
Holzmassivbau
 Dachüberstand 184
 Flachdach 184
Holzmassivdecke ab Seite 26
Holzschutz 97–109
 Anstrich 229
 bei Bewitterung 102
 chemischer 107, 229
 Dachlattung 106
 Dachschalung 106
 Einbringverfahren 229
 Erläuterung 227
 Fassade 106, 108, 226
 Gebrauchsklasse 100
 Erläuterung 227
 Gefährdungspotenziale 98
 Holzarten 105
 Imprägnierung 108, 230
 Konterlatten 106
 Lattung 106
 Planungsschema 97
 Trogtränkung 229
 Vakuum-Druckverfahren 229
 Volltränkung 229
 Vordach 185
 Wechseltränkung 229
 Zulassung 108
Holzsortierung
 Erläuterung 229
 nordische Sortierung 229
 russische Sortierung 229

Holztrocknung
Erläuterung 229
Gleichgewichtsfeuchte 228
Holzwerkstoffe
Klassen 229
Platten-Typ
Erläuterung 232
Holzzelle 101
Horizontallast, zulässige
Wandtafeln 235
Hydrophobierung
Erläuterung 229
Hygroskopizität 228, 230

I

Iapacho, Kennwerte 99
Imprägnierung siehe Holzschutz
Infiltration, Begriff 230
Innenbekleidung
Gipsplatten 54
Profilbretter 56
Putz 52
Innendämmung 75
Innenraumklima 82
Innenraumluft 145
Innenwand
Auflager 193
Insekten, Holz zerstörend 98, 101
Erläuterung 230
Installationsebene
Außenwand 172
tragend 12, 184, 217
Instationäre Rechenverfahren siehe Feuchteschutznachweis
Internationale Organisation für Normung 231
Ipé, Kennwerte 99

J

Jenisch-Verfahren siehe Feuchteschutznachweis

K

Kaltluftströmung 91
Kapselklasse 112
KD siehe Holztrocknung
KDI 229
Keller 192
Kernholz 99, 230
KfW-Programm 71
Kiefer
Fasersättigungsfeuchte 226
Kennwerte 99

Kiestraufe 174
Klammer 203
KLED 140
Klima
unter Dach 82
Klimabedingungen 81
kmod siehe Modifikationsbeiwert
Kombinationsbeiwert 140
Kondensat 83
Konstruktion
Holzbau 86
Konstruktionsholz 147
Erläuterung 230
Konterlatte
Ausführung 163
Einbindung 160
Erläuterung 230
Holzschutz 106
Konvektionsströmung 78
Körperschall 133
Korrosionsschutz 153, 154

L

Laminated Veneer Lumber 152
Lärche
Fasersättigungsfeuchte 226
Kennwerte 99
Lasteinwirkungsdauer 140
Laubholz
Kennwerte 99
Leimholz 151
Luftdichtung
Ausführung 79
Beplankung 224
Bodenplatte 193
Erläuterung 78, 231
Feuchtespeicherfähigkeit 227
Geschossstoß 176
Hitzeschutz, sommerlicher 73
Leckagen 77
Nut-Feder-Verbindung 200
Produkte 146
Luftfeuchte 81
Gebrauchsklasse 227
Gleichgewichtsfeuchte Holz 228
Luftschall 124
Vorbemessung 127
Luftsicht
Erläuterung 231
Verblender 182
Lüftungsanlage 80
Lüftungskonzept 77
Lüftungsquerschnitt
Dach 165

Lüftungswärmeverluste 232
Lumen 101, 228
LVL 152

M

Mahagoni
Kennwerte 99
Massaranduba
Kennwerte 99
Massivholzdecken
Schallschutz 135
Maßhaltigkeit
Erläuterung 231
Maßtoleranzen 192
Materialeigenschaften 144
Mauersperrbahnen 92
Mauerwerk, zweischalig 58
Mauerwerksbau 192
Meranti, Kennwerte 99
Merbau, Kennwerte 99
Metalldeckung 159, 166
Metallgitterrost 188
Mindestdachneigung 156, 157
Moderfäulepilze 232
Modifikationsbeiwert 140
Montageschwelle 192
MVVTB 224
my-Wert / μ -Wert 236

N

N+F-Verbindung 200
n50-Wert 80
Nadelholz, Kennwerte 99
Nagel 203
Nagelausreißeigenschaft 231
Nageldichtung 160
Nahtverklebung 160
Neubautrocknung 94
NKL siehe Nutzungsklassen
nordische Sortierung siehe Holzsortierung
Normalgeschoss 112
Normen
Erläuterung 231
Europäische 231
Norm-Flankenschallpegeldifferenz 128
Norm-Trittschallpegel 133
numerische Simulation siehe Feuchteschutznachweis
Nutzungsklassen
Bestimmung 82
Erläuterung 81, 231
Platten-Typen 232
Verbindungsmittel 153

O

Ortgang 185

P

Pappel

Fasersättigungsfeuchte 226

Parasiten 232

Passivhaus 232

Pfostenträger 185

Phasenverschiebung 73

Pilze, Holz verfärbende 232

Pilze, Holz zerstörend 98, 101

Erläuterung 232

Pitch Pine

Kennwerte 99

Planung

Brandschutz 110

Planung im Altbau 48

Plattenfuge 200

Prima siehe Holzsortierung

Primärenergiebedarf 67, 71

Primärenergiefaktoren 67

Prüfprädikate 105

Q

Quarta siehe Holzsortierung

Quellmörtel 193, 232

Quellverformung 233

Quinta siehe Holzsortierung

R

Rauchschutz 116

Raumabschluss 114

Raumluft 145

Raumtemperatur 72

RDN siehe Regeldachneigung

Referenzgebäude 71

Regeldachneigung 156

Dachdeckung 157

Erläuterung 233

Regensicherheit 156

REI siehe Brandschutz

Resistenz 233

Resistenzklasse

Erläuterung 233

Robinie

Fasersättigungsfeuchte 226

Kennwerte 99

Rücktrocknung 165

russische Sortierung siehe Holzsortierung

S

Saprophyten 232

Schallabsorptionsgrad 233

Schalldämm-Maß 124

Schalldruckpegel 133

Schallschutz

Außenbauteile 131

Außenlärmpegel 132

Einbausituation Fenster 132

Flankenschallübertragung 127

Installationen 135

Körperschallschutz 133

Luftschallschutz 126

Planung 122

Rechtsarten 123

Rohdeckenbeschwerung 134

Schüttung 135

Trittschallschutz 133

Schallschutzniveaus 123

Schalung bei Dächern 165

Schieferdeckung 158, 166

Schimmel 93

Dachüberstände 95, 182

Nutzungsklassen 96

Sanierung 96

unbeheizte Nebenräume 94

Schimmelpilze 95, 232

Schlagregen 226

Schlagregenschutz

Erläuterung 233

Schmetterlinge 230

Schraube 203

Schutzzone

Dach 81

Schwelle 174

Schwind- und Quellkoeffizient 233

Schwindverformung 233

Schwingung

Erläuterung 227, 233

sd-Wert

Erläuterung 87

Faktor 10 - 88

Holzschutz 100

OSB 88

Sekunda siehe Holzsortierung

Sexta siehe Holzsortierung

Sipo, Kennwerte 99

Sockel 192

Sockelausbildung 173

Sohlplatte siehe Bodenplatte

Sonderbauten 110

Sonnenschutz 72

Sorption 228, 233

Sorptionsfeuchte 233

Spaltblättling 232

Spannungen 226

Sparrenköpfe 181

Splint 99

Spritzwasser am Sockel 173

Staffelgeschoss 216

Stand der Technik, aktueller 233

Steifigkeitswerte, charakteristische

Erläuterung 224

Stoßbelastung 112

Strahlungswärme 227

Stützenfuß 185

T

Tanne

Fasersättigungsfeuchte 226

Kennwerte 99

Tauperiode 89

Taupunktkurve 84

tauwasserfrei 86

Tauwassernachweis siehe Feuchteschutz-

nachweis

Teak 233

Kennwerte 99

Teilsicherheitsbeiwert 140

Temperaturamplitudenverhältnis 73

Temperaturleitzahl 73

Termiten 230

Terpene 145

Terrassen 187

Terrassenaustritt 174

Terrassentür 190

Tertia siehe Holzsortierung

Thermografie

Erläuterung 234

Tragfähigkeit 227

Dachlattung 164

Tragwerksplanung

DIN EN 1995 - 139

Gebrauchstauglichkeit 227

Tränkbarkeit 99

Erläuterung 234

Tränkbarkeitsklasse 234

Transmissionswärmeverlust 71

Traufe 181

Trennbahnen 91

Bitumenbahnen 92

Kunststoff- und Elastomerbahnen 92

Trenndecken 138

Trennwände

Schallschutzanforderungen 130

Treppe

Schallschutz 138

Triobalken 150

Trittschall 133

Vorbemessung 136

Trittschalldämmung 168

Trittschallpegel 133

Trittschallschutz 133

Trockenbau

Feuchtraum 170

Unterkonstruktion 170

Trockenbereich siehe Feuchtebeständigkeitsbereich

Trockenestrich 169

Trocknungsreserve 234

Grenzwerte 85

Holzbau 100

TVOC-Wert 145

U

u/s siehe Holzsortierung

Übereinstimmungsnachweis

Erläuterung 234

Übereinstimmungszeichen siehe Ü-Zeichen

UEAtc 225

Umkehrdiffusion

Erläuterung 89

Unterdach 160

Erläuterung 234

Schalung 166

wasserdichtes 234

Unterdecke 170

Unterdeckung

Ausführung 160

Erläuterung 234

Materialauswahl 161

sd-Wert 88

Unterschlag 182

Unterspannung

Erläuterung 235

Klassen 160

U-Werte

Altbau Dachsanierung 52, 54, 56

Altbau Fassadendämmung 60

Berechnung 64

Erläuterung 64

Holzrahmenbau 65

VHF Neubau 10, 12

Wärmedämmstandards 66

WDVS Altbau 61

WDVS Neubau 9, 14, 15

Ü-Zeichen

Erläuterung 234

V

VB siehe Verschleißbauteil

VDI, Schallschutz 122

Veranda 174

Verbindungsmittel 153

Holzrahmenbau 203

Korrosionsschutz 153, 154

Verblender

Dachüberstand 182

Verblendmauerwerk im Holzrahmenbau 11

Verdunstungsperiode 89

Verformungsbeiwerte 140

Verschleißbauteil 187, 235

Verwendbarkeitsnachweis 144

Brandschutz 119

VHF

Altbau 59

Holzmassivbau 13, 15

Holzrahmenbau 10

U-Werte 10, 12

VHF siehe auch Fassade

VOB 144

VOC 145

Volatile Organic Compounds 145

Vordächer 185

Vordeckung 156

Produkte 160

Vorfertigung 206

Vorgehängte hinterlüftete Fassade siehe VHF

VV TB 224

W

W1 bis W3 - 236

Wandbeplankung

Aussteifung 200

Formate 202

OSB 200

Wandhöhen 202

Wandtafeln

Erläuterung 235

Wärmeabstrahlung 182

Wärmebrücken 83

Passivhaus 232

Wärmebrückenverlustkoeffizient 14

Wärmedämm-Verbundsystem siehe WDVS

Wärmedurchlasswiderstand 64

Wärmekapazität 73

Erläuterung 235

Wärmeleitfähigkeit 235

Wärmemenge 235

Wärmeschutz

Neubau 214

Schlagregenbeanspruchung 233

sommerlicher Wärmeschutz siehe Hitzeschutz

Wärmeschutzstandards 71

Wärmespeicherkapazität 235

Warmluftströmung 78, 227

Wasser, freies 101

Wasser, gebunden 101

Wasserableitende Schicht 235

Wasseraufnahme 235

Wasserdampfdiffusion 84

Wasserdampfdiffusionswiderstand 236

Wasserdampfdurchlässigkeit 236

Wasserdampfkongvektion 84

Wasserdichtheit 236

Wasserdurchgang 236

Wassersättigungskurve 84

Wassersäule 236

WDVS

Altbaufassade 61

Holzrahmenbau 9

U-Werte 9, 14, 15

Werkplanung 206

Western Hemlock

Kennwerte 99

Western Red Cedar

Kennwerte 99

Wetterschutz 108

Winddichtung 91

Wohndachfenster

Hitzeschutz, som. 72

Wohnungstrenndecke 138

Wohnungstrennwand

Schallschutz 126

Schallschutzanforderungen 125

Wurzelschwamm 232

Z

Zementestrich 169

Zinkschichtdicke 153

Zulassung, allgemeine bauaufsichtliche

Erläuterung 236

Zusammendrückbarkeit 236

Zusatzmaßnahmen Dach 156

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
www.eurobaustoff.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.

Verfasser

Dipl.-Ing. Holger Meyer
Ingenieurbüro
27356 Rotenburg
www.meyer-ingenieurbuero.de

Vierte Auflage 2021

Ihre Notizen

[illegible]

Ihre Notizen

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Ihre Notizen

[illegible]

Legende

Brandschutz

nach DIN 4102 Teil 4: Ausgabe 2016-05

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
DES	Trittschalldämmung aus Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungsgebiet DES, Rohdichte $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
DZ30	Hohlraumdämmstoff aus Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungsgebiet DZ, Rohdichte $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
Estrich	aus Mörtel, Gips oder Gussasphalt
HW	Holzwerkstoffplatte mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$, Angabe der Dicke [mm]
GKB	Gipsplatten nach DIN 18180
GKF	Gipskarton-Feuerschutzplatten, Angabe der Lagen/Dicke [mm]
MiFa	Mineralfaser nach DIN EN 13162 $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$

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^2
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 als Bekleidung, Rohdichte $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$
GKF	Gipskartonfeuerschutzplatte Typ F nach DIN EN 520 mit DIN 18180, $\rho \geq 800 \text{ kg/m}^3$, verarbeitet nach DIN 18181
GP	Gipsplatte als Bekleidung nach EN 520, Rohdichte $\rho \geq 850 \text{ kg/m}^3$
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	Luftschrift $d \geq 20 \text{ mm}$
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 $800 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$) o. ä.

WF

Holzfaserdämmplatten nach EN 13171

WH / WTR Mineralwolle nach DIN EN 13162 oder Holzfaser nach DIN EN 13171, längenbezogenem Strömungswiderstand jeweils min. 5 kPa s/m^2 , bei Holzfaser ist ein Übermaß des Dämmstoffes zu vermeiden

Legende

Brandschutz

nach DIN 4102 Teil 4: Ausgabe 2016-05

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
DES	Trittschalldämmung aus Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungsgebiet DES, Rohdichte $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
DZ30	Hohlraumdämmstoff aus Mineralwolle nach DIN EN 13162, Anwendungsgebiet DZ, Rohdichte $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$
Estrich	aus Mörtel, Gips oder Gussasphalt
HW	Holzwerkstoffplatte mit $\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$, Angabe der Dicke [mm]
GKB	Gipsplatten nach DIN 18180
GKF	Gipskarton-Feuerschutzplatten, Angabe der Lagen/Dicke [mm]
MiFa	Mineralfaser nach DIN EN 13162 $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$

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^2
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 als Bekleidung, Rohdichte $\rho \geq 1100 \text{ kg/m}^3$
GKF	Gipskartonfeuerschutzplatte Typ F nach DIN EN 520 mit DIN 18180, $\rho \geq 800 \text{ kg/m}^3$, verarbeitet nach DIN 18181
GP	Gipsplatte als Bekleidung nach EN 520, Rohdichte $\rho \geq 850 \text{ kg/m}^3$
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	Luftschrift $d \geq 20 \text{ mm}$
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 $800 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$) o. ä.
WF	Holzfaserdämmplatten nach EN 13171
WH / WTR	Mineralwolle nach DIN EN 13162 oder Holzfaser nach DIN EN 13171, längenbezogenem Strömungswiderstand jeweils min. 5 kPa s/m^2 , bei Holzfaser ist ein Übermaß des Dämmstoffes zu vermeiden



**ECHTE EXPERTEN
FÜR HOLZBAU**

SSW:Dach & Holz
ssw-dach-holz.de