

PLANUNGSBROSCHÜRE

BAUEN MIT BRETTSPERRHOLZ IM GESCHOSSBAU

Fokus Bauphysik



Überreicht von



storaenso

 **HOLZ
FORSCHUNG
AUSTRIA**

HERAUSGEBER
HOLZFORSCHUNG AUSTRIA
A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 7
Tel. +43 1 798 26 23 - 0 (Fax DW - 50)
hfa@holzforschung.at
www.holzforschung.at

ISBN 978-3-9504488-2-5
Band 40 der HFA Schriftenreihe
3. überarbeitete Auflage, Juli 2018

Die Holzforschung Austria ist Mitglied bei

 AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH
KOOPERATION MIT KOMPETENZ

Bauen mit Brettsperrholz im Geschößbau

Fokus Bauphysik

Planungsbroschüre

Autoren

Dr. Martin Teibinger

Dipl.-HTL-Ing.ⁱⁿ Irmgard Matzinger

Dr. Franz Dolezal

Projektmitarbeiter

Ing. Markus Novacek

Beteiligte Firmen

Hasslacher Norica Timber

Knauf Gesellschaft m.b.H.

Mayr-Melnhof Holz Holding AG

Stora Enso Wood Products GmbH

Wien, Juli 2018

Vorwort der dritten Auflage (2018)

Der mehrgeschoßige Holzbau hat sich seit Entstehung der ersten Auflage der vorliegenden Fachbroschüre (2013) rasant weiterentwickelt. Mittlerweile ist er über die Gebäudeklasse 4 hinausgewachsen und bereits - ohne Brandschutzkonzept - in der Gebäudeklasse 5 mit sechs oberirdischen Geschossen angelangt.

Beim derzeit höchsten Holzgebäude der Welt, dem HoHo in der Seestadt Aspern, wird beispielsweise bereits eine Bauhöhe von 84 Metern erreicht. Auf internationaler Ebene gibt es zunehmend solche Leuchtturmprojekte welche auch umgesetzt werden.

Im Bereich Forschung wurden weiterführende Projekte erarbeitet, der Stand der Technik hat sich verändert. Die Normung und die OIB Richtlinie wurden überarbeitet, was auch eine Aktualisierung dieser Broschüre notwendig gemacht hat. Wir haben uns deshalb entschlossen, die nunmehr dritte Auflage in diesen Punkten zu überarbeiten.

Sie soll weiterhin als aktuelles Nachschlagewerk für PlanerInnen, ArchitektInnen und Ausführende dienen, trotzdem kann die Broschüre eine abgesicherte bauphysikalische Planung und Beratung nicht ersetzen.

An dieser Stelle sei allen an der Überarbeitung beteiligten KollegInnen der Holzforschung Austria für Ihre fachliche Expertise und ausdauernde Unterstützung gedankt.

Bernd Nusser, Irmgard Matzinger

Vorwort der ersten (2013) und zweiten Auflage (2014)

Mit den Änderungen der bautechnischen Gesetzgebungen in den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts setzte in Österreich eine Renaissance des mehrgeschoßigen Holzbaus ein. In Zusammenarbeit mit den Technischen Universitäten Wien und Graz, sowie namhaften Prüfanstalten konnten von der Holzforschung Austria Planungsunterlagen für den mehrgeschoßigen Holzbau in Rahmen-, Skelett- und Massivbauweise erarbeitet werden. Diese wurden von proHolz Österreich herausgegeben.

Aufgrund aktueller Entwicklungen im Bereich der Forschung, erhöhter Anforderungen und vereinzelter Unsicherheiten bei Planern und Ausführenden wurde die Erstellung einer bauphysikalischen Planungsbroschüre für den mehrgeschoßigen Massivholzbau erforderlich.

Die vorliegende Broschüre fasst Ergebnisse von Forschungsprojekten und baupraktische Erfahrungen zum Bauen mit Brettsperrholz bis zur Gebäudeklasse 4 aus bauphysikalischer Sicht zusammen. An den angeführten Forschungsprojekten waren weitere Experten der Holzforschung Austria beteiligt.

Neben allgemeinen Grundsätzen zum Bauen mit Holz bzw. Brettsperrholz werden in der vorliegenden Planungsbroschüre die aktuellen, bauphysikalischen Anforderungen und Lösungen hinsichtlich Detailausbildungen und Aufbauten in Beispielen angeführt. Baupraktische Empfehlungen und Richtigstellungen von fehlerhaften Ausführungen runden die Broschüre ab. Die angeführten Detaildarstellungen stellen beispielhafte Lösungen dar, bei entsprechender Nachweisführung sind Alternativen möglich. Die vorliegende Broschüre unterstützt bei der Realisierung von mehrgeschoßigen Holzbauten, kann allerdings eine bauphysikalische Planung und rechtliche Beratung nicht ersetzen. Da sich bei konkreten Bauvorhaben Abweichungen ergeben, kann von der Holzforschung Austria eine Haftung in irgendeiner Form nicht übernommen werden.

Die Broschüre wurde im Rahmen einer Auftragsforschung der Firmen Hasslacher Norica Timber, Knauf Gesellschaft m.b.H., Mayr-Melnhof Holz Holding AG und Stora Enso Wood Products GmbH erarbeitet.

An dieser Stelle sei allen für die gute und konstruktive Zusammenarbeit sowie die finanzielle und materielle Unterstützung gedankt.

Martin Teibinger

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Vorteile Holzbau generell.....	1
1.2	Holzbauweisen.....	1
1.3	Massivholzbauweise	2
1.3.1	Grundsätzliche Eigenschaften von Brettsperrholz.....	2
1.3.2	Konstruktive Grundsätze der Brettsperrholzbauweise	3
1.3.3	Bauphysikalische Eigenschaften von Brettsperrholz.....	4
1.4	Kombinationen von Holzbauweisen.....	5
2	Vorfertigung	7
3	Brandschutztechnische Grundlagen	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Brandphasen.....	10
3.3	Brandverhalten von Baustoffen	11
3.4	Feuerwiderstand	13
3.4.1	Allgemeines	13
3.4.2	Abbrandrate β_0 für Brettsperrholz	14
3.4.3	Bemessung der Tragfähigkeit R von Brettsperrholzelementen.....	17
3.4.4	Bemessung des Raumabschlusses EI von Brettsperrholzelementen.....	17
3.5	Fassaden	19
3.6	Gesetzliche Anforderungen	20
3.6.1	Allgemeines	20
3.6.2	Brandabschnitte	21

3.6.3	Fassaden	23
3.6.4	Durchdringungen.....	25
3.7	Abweichungen.....	25
4	Schallschutztechnische Grundlagen.....	27
4.1	Allgemeines.....	27
4.1.1	Berechnungsgrundlagen in der Akustik	29
4.1.2	Bewertung in der Bauakustik	30
4.2	Luftschall	31
4.2.1	Luftschalldämmung einschaliger, massiver Bauteile	33
4.2.2	Luftschalldämmung mehrschaliger leichter Bauteile (Holzrahmenbau)	34
4.2.3	Luftschalldämmung einschaliger, massiver, aber leichter Bauteile (Massivholzkonstruktionen)	35
4.3	Körperschall	36
4.3.1	Allgemeines.....	36
4.3.2	Reduktion von Körperschall	37
4.4	Flankenübertragung	40
4.5	Anforderungen	41
4.5.1	Anforderungen an Außenbauteile	41
4.5.2	Anforderungen an Innenbauteile.....	42
4.6	Allgemeines.....	43
4.7	Wärmeleitfähigkeit.....	43
4.8	U – Wert	45
4.9	Sommertauglichkeit	46
4.10	Anforderungen	48

5	Feuchteschutztechnische Grundlagen	49
5.1	Allgemeines	49
5.1.1	Wasserdampf-Sättigungsdruck.....	49
5.1.2	Wasserdampf-Partialdruck	50
5.1.3	Relative Luftfeuchtigkeit.....	50
5.1.4	Absolute Luftfeuchtigkeit.....	50
5.2	Diffusion	51
5.2.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl.....	51
5.2.2	Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke	51
5.3	Konvektion	52
5.4	Anforderungen	53
6	Gängige Aufbauten in Brettsperrholzbauweise.....	55
6.1	Außenwand.....	55
6.1.1	Beispiele	57
6.1.2	Konstruktive Regeln.....	59
6.2	Tragende Innenwand	61
6.3	Trennwand	62
6.3.1	Beispiele	63
6.3.2	Konstruktive Regeln.....	65
6.4	Brandabschnittsbildende Wand	67
6.4.1	Beispiel	67
6.4.2	Konstruktive Regeln.....	68
6.5	Aufzugswände	68
6.6	Trenndecke	69
6.6.1	Beispiel	70

6.6.2	Konstruktive Regeln	70
6.6.3	Konstruktive Empfehlung	74
6.7	Flachdach.....	76
6.7.1	Beispiele.....	77
6.7.2	Konstruktive Regeln.....	77
6.7.3	Konstruktive Empfehlungen	78
7	Anschlussdetails.....	81
7.1	Sockel	81
7.1.1	Allgemeines.....	81
7.1.2	Konstruktive Regeln	83
7.2	Fenstereinbau	84
7.2.1	Allgemeines.....	84
7.2.2	Konstruktive Regeln.....	84
7.3	Außenwandecke	87
7.4	Elementstoß	88
7.5	Gipsplattenanschlüsse	90
7.6	Trenndeckenaufleger	92
7.6.1	Allgemeines.....	92
7.6.2	Konstruktive Regeln.....	95
7.7	Anschlussdetails für brandabschnittsbildende Bauteile.....	99
7.7.1	Technische Grundregeln.....	99
7.7.2	Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zu Außenwand	100
7.7.3	Anschluss der brandabschnittsbildenden Trenndecke zu Außenwand	101
7.7.4	Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zu Decke	104
7.7.5	Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zum Dach.....	105

7.8	Durchdringungen	108
7.8.1	Vertikale Verteilung.....	108
7.8.2	Konstruktive Regeln.....	111
7.8.3	Horizontale Verteilung.....	113
7.8.4	Abschottungssysteme durch Brandabschnitte	113
7.9	Vorgehängte Fassaden.....	125
7.9.1	Wärme- und Feuchteschutz.....	125
7.9.2	Brandschutz	126
7.10	Detaillösungen für Fassaden mit Außenwand-Wärmedämm-Verbund- systemen.....	131
7.11	Balkone und Loggien	132
8	Abbildungsverzeichnis.....	137
9	Tabellenverzeichnis.....	143
10	Literaturverzeichnis.....	145
11	Normungsverzeichnis	149

1 Einleitung

1.1 Vorteile Holzbau generell

Neben den Vorzügen der Behaglichkeit und des Raumklimas für die Bewohner sowie den bauphysikalischen Vorteilen des Holzbaus, bekommt ein vermehrter Einsatz von Holz im Hochbau sowohl ökologisch als auch volkswirtschaftlich einen hohen Stellenwert. Durch die Nutzung von Holz als Baustoff wird eine Kohlendioxidsenke geschaffen.

Die Bäume wandeln im Zuge der Photosynthese 0,9 t Kohlendioxid (CO₂), welches aus der Luft aufgenommen wird, mit 0,5 t Wasser und mit Hilfe von 9.500 MJ Sonnenenergie in 1 m³ Biomasse (Holz) um. Ein Kubikmeter Holz besteht zur Hälfte aus Kohlenstoff. Diese Zahlen unterstreichen die Bedeutung der Wälder als Kohlenstoffsenken. In Österreichs Wäldern befinden sich rund 1 Milliarde Kubikmeter Holz, wobei etwa alle 40 Sekunden die Menge Holz zuwächst, welche für ein Einfamilienhaus benötigt wird [Jörg 2010].

Wird das Holz der Bäume einer längerfristigen Nutzung zugeführt, so kann dieser Kohlenstoffgehalt über die Nutzungsdauer gespeichert werden. Zusätzlich ist mehr Energie gespeichert als für die Herstellung benötigt wird. Nach der Kaskadennutzung kann nach [Jörg 2010] mehr als die Hälfte der gespeicherten Sonnenenergie des Holzes als Wärmeenergie oder Strom genutzt werden. Während in den Einrichtungsgegenständen in einer 3-Zimmerwohnung rund 0,7 t Kohlenstoff gespeichert sind, werden bei einem modernen Einfamilienhaus in Holzbauweise 16 t gespeichert [Frühwald et al. September 2001].

1.2 Holzbauweisen

Grundsätzlich lässt sich der Holzbau in die Skelett-, die Rahmen- und die Massivholzbauweise unterteilen, siehe Abbildung 1. In Mitteleuropa wird vorwiegend für den Einfamilienhausbau die Tafelbauweise mit vorgefertigten Elementen eingesetzt. Die Massivholzbauweise mit vorgefertigten Platten, insbesondere die Brettsperrholzbauweise, hat sich im Bereich des mehrgeschoßigen Holzbaus etabliert, während die Skelettbauweise eine untergeordnete Rolle spielt. Häufig werden auch Mischformen der Bauweisen eingesetzt. Für den Geschoßbau in Schottenbauweise werden häufig die Vorzüge der Brettsperrholzbauweise in Bezug auf Lastabtragung bei den tragenden Bauteilen und die wärmeschutztechnischen Vorteile der Rahmenbauweise für die Außenbauteile ideal kombiniert.

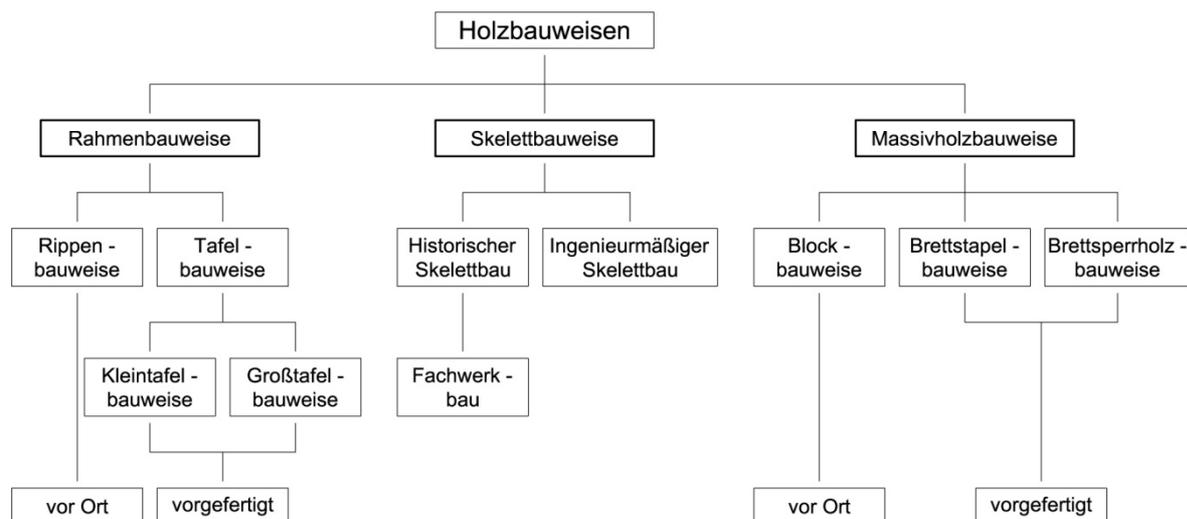


Abbildung 1: Einteilung der Holzbauweisen im Wohnbau

Die Holzrahmenbauweise ist gekennzeichnet durch ein Raster aus Konstruktionshölzern (in der Regel von 62,5 cm), welches mit Plattenwerkstoffen auf Holz- oder Gipsbasis beidseitig bekleidet wird. Die Bekleidung übernimmt unter anderem die horizontale Aussteifung. In der Ebene der Konstruktionshölzer werden Dämmstoffe eingebracht. Innenseitig wird eine Dampfbremse (OSB oder Folie), welche in der Regel gleichzeitig die luftdichte Ebene darstellt, angeordnet.

Im Gegensatz dazu erfolgt bei der Brettsperrholzbauweise eine klare Trennung zwischen Tragstruktur und Dämmebene. Das flächige Massivholzelement dient der Lastabtragung und Aussteifung, liefert einen wesentlichen positiven Einfluss auf den Feuerwiderstand des Gesamtbauteiles und kann aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Holz im Vergleich zu anderen tragenden Baustoffen auch als „Wärmedämmung“ gesehen werden. In der Brettsperrholzbauweise werden, wenn überhaupt, außenseitig auf das Holzelement Dampfbremsen bzw. strömungsdichte Bahnen angebracht.

1.3 Massivholzbauweise

1.3.1 Grundsätzliche Eigenschaften von Brettsperrholz

Brettsperrholzelemente werden als tragende Bauteile eingesetzt. Es handelt sich dabei um Elemente, welche aus festigkeitssortierten Brettern mit Breiten zwischen 80 und 240 mm hergestellt werden. Die Dicken der Bretter bewegen sich zwischen 19 mm und 45 mm. Als Holzarten werden hauptsächlich Fichte bzw. Tanne, aber auch Kiefer und Lärche, verwendet.

Die einzelnen Lagen - in der Regel handelt es sich um 3, 5 und 7 Lagen - werden typischerweise 90° versetzt flächenhaft mit für tragende Zwecke zugelassenen Klebstoffen verklebt. Dadurch werden das Tragverhalten sowie das Quell- und Schwindverhalten der Elemente homogenisiert. In Abhängigkeit der Anzahl der Lagen und der Dicke der einzelnen Lagen ergeben sich Elementdicken zwischen 57 mm und 400 mm. Als typische Abmessungen werden für

Wandbauteile 3- bzw. 5-lagige Elemente mit Dicken zwischen 80 und 120 mm und für Decken 5- bzw. 7-lagige Elemente mit Dicken zwischen 140 und 200 mm eingesetzt.

Die Elementabmessungen sind von den Produktionsmöglichkeiten der einzelnen Produzenten bzw. vom Transport abhängig. Grundsätzlich werden von den Anbietern großformatiger Platten Standardbreiten zwischen 2,40 m und 3 m und Längen von 12 m bis 20 m angeboten.

Durch die Kombinationsmöglichkeiten der Längs- und Querlagen der Brettsperrholzelemente ergibt sich eine Vielzahl unterschiedlichster Aufbauten, welche für die Optimierung in statischer, konstruktiver und brandschutztechnischer Sicht eingesetzt werden können. In den letzten Jahren konnte ein Trend zu ganzzahligen Nennstärken im Zentimeterbereich als Beitrag zur Standardisierung der Bauweise festgestellt werden.

Die Verwendungsmöglichkeiten, Herstellung und die mechanischen Eigenschaften der Brettsperrholzelemente der einzelnen Produzenten sind in den jeweiligen Technischen Zulassungen geregelt.

1.3.2 Konstruktive Grundsätze der Brettsperrholzbauweise

Die Brettsperrholzbauweise bietet folgende konstruktive Vorteile:

- Aussteifung des Gebäudes bei gleichzeitiger Ableitung vertikaler Lasten
- einfache Anschlussmöglichkeit
- keine Rastergebundenheit
- Bauweise ermöglicht ein flächiges, räumliches „Denken“
- Horizontale Kräfte (wie z.B. Wind- und Erdbebenlasten) sind über die Deckflächen in die vertikalen Wandscheiben und weiter in die Fundamente abzuleiten.
- zusätzliche Reserven durch Randeinspannung der Deckenelemente (2-Achsigkeit der Decken)

Zur Kostenoptimierung der Gebäude sollten bei der Planung in Brettsperrholzbauweise folgende konstruktive Grundsätze berücksichtigt werden:

- übereinanderliegende Anordnung tragender Wandscheiben
- wirtschaftliche Spannweiten einhalten

Tabelle 1: Richtwerte freier Spannweiten für Holzdecken

Bauweise	wirtschaftliche Spannweite [m]
Holzrahmendecke	bis 4
Brettsperrholzdecke	bis 5
Brettsperrholzdecke als Durchlaufträger	bis 6
Rippendecke (Plattenbalken) Brettsperrholzelement mit aufgeklebten Rippen	bis 10
Holz-Beton-Verbunddecken	bis 10

- übereinanderliegende Anordnung der Fensteröffnungen
- durchgängige Parapete (Wände als Träger)
- Balkone aus bauphysikalischer Sicht immer vorsetzen

Zusätzliche konstruktive Regeln und die Bemessung der Brettsperrholzbauweise werden mit Beispielen in [Wallner-Novak et al. 2012] angeführt.

1.3.3 Bauphysikalische Eigenschaften von Brettsperrholz

Die Brettsperrholzbauweise wird von den Planern neben den statischen Vorzügen vor allem aufgrund der Möglichkeit einfacher Wand-, Decken- und Dachaufbauten geschätzt. Es ergeben sich folgende bauphysikalische Vorzüge:

- einfache Schichtaufbauten, klare Trennung zwischen Tragstruktur und Dämmebene
- einfache Fügetechnik
- hohlraumfreie Konstruktionen möglich
- gute Luftdichtheit ohne zusätzliche strömungsdichte Bahn erreichbar (Niedrigstenergie- bzw. Passivhausbauweise sind gesondert zu betrachten)
- in der Regel ist keine Dampfbremse erforderlich (falls erforderlich z.B. Flachdachaufbau außerhalb der Holzkonstruktion anbringen)
- Sichtholzausführung, dadurch unbehandelte Holzoberflächen an der Innenseite zur Verbesserung des Raumklimas möglich (vorzugsweise bei Deckenkonstruktionen)
- höhere speicherwirksame Masse bei Direktbekleidung bzw. Sichtholzausführung

1.4 Kombinationen von Holzbauweisen

In der Vergangenheit hat sich bei mehrgeschoßigen Objekten eine Kombination der Brettsperrholz- mit der Holzrahmenbauweise sowohl aus bautechnischer als auch aus ökonomischer und ökologischer Sichtweise positiv herausgestellt. Die tragenden Wandschotten (Innenwände und Trennwände) sowie die Deckenelemente werden in Brettsperrholzbauweise ausgeführt, während die nichttragenden Außenwände in Holzrahmenbauweise realisiert werden. Dadurch können die wärmeschutztechnischen Vorteile – schlankere Außenwand der Rahmenbauweise mit den statischen Vorteilen der Brettsperrholzbauweise ressourcenschonend kombiniert werden. Dadurch können auch mittelständische Holzbauunternehmen mehrgeschoßige Objekte bei einer entsprechenden Auslastung der Produktion bzw. Wertschöpfung realisieren.



Abbildung 2: Kombination Brettsperrholzdecke mit nicht tragender Außenwand in Holzrahmenbauweise

2 Vorfertigung

Fertigbau ist für die Auftraggeber einfaches Bauen. Die gesamte Planung des Gebäudes, das Projektmanagement sowie die Koordination der Gewerke liegen in einer Hand. Ein hoher Vorfertigungsgrad bietet, infolge der witterungsunabhängigen Produktion und der kurzen Montagezeiten, bautechnische und wirtschaftliche Vorteile. Abhängig von den Rahmenbedingungen können 100 – 150 m² Nett Nutzfläche pro Tag errichtet werden. Vorfertigung schließt individuelles Bauen nicht aus, nahezu jede architektonische Vorgabe ist realisierbar. Der Vorteil der Planer liegt darin, dass sie, je nach Anforderung, auf erprobte Wandaufbauten aus unterschiedlichen Materialien zurückgreifen können. Je nach Bedarf (Energiekennzahlen, bauphysikalischen Anforderungen, Erscheinungsbild etc.) kann mit diesen Systemen gearbeitet werden. Die kürzeren Montagezeiten verringern zusätzlich die Kosten der Baustelleneinrichtung. Durch den Vorfertigungsgrad mit eingebauten Fenstern und fertiggestellter Fassade kann witterungsunabhängig montiert werden. Bei Großbaustellen wird als Witterungsschutz der Deckenelemente das Aufbringen einer Flämmplatte oder einer robusten Folie auf den Rohdeckenelementen empfohlen. Eine hohe Vorfertigung bietet zusätzlich Vorteile in Bezug auf die Qualitätssicherung.

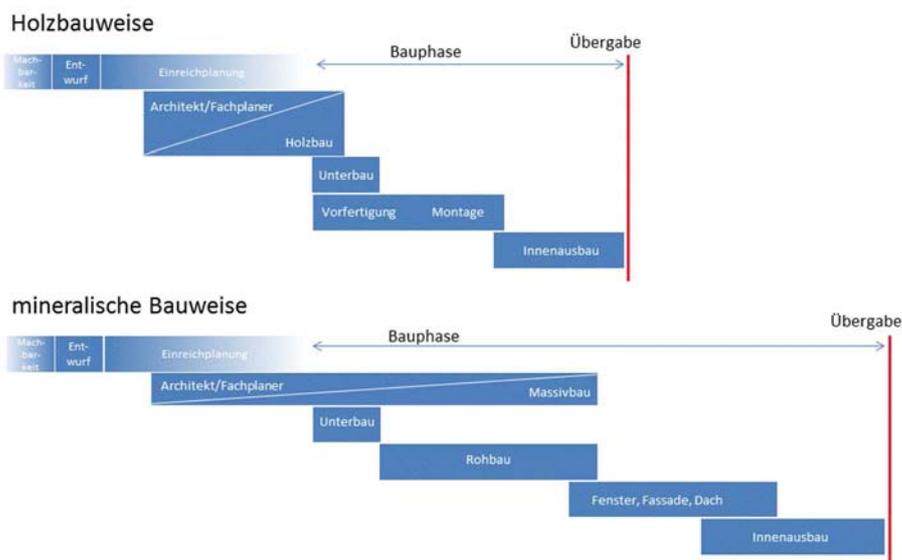


Abbildung 3: überblicksmäßige Gegenüberstellung der Planungs- und Bauabläufe der Holzbauweise und der mineralischen Bauweise

Die Vorfertigung bedingt allerdings auch eine Änderung des Planungsprozesses. Sämtliche Details sind mit allen Fachplanern im Vorfeld abzustimmen, nachträgliche Änderungen bzw. Vorortentscheidungen verteuern die Errichtungskosten

3 Brandschutztechnische Grundlagen

3.1 Allgemeines

Brandschutz:

- Brandtote sind in der Regel Rauchtote. Brandmelder (lt. OIB Richtlinie 2 in allen Aufenthaltsräumen ausgenommen Küchen gefordert) sichern Menschenleben.
- Gefahr der Toxizität der Verbrennungsprodukte durch Einrichtungsgegenstände (mobile Brandlast) insbesondere durch Matratzen, Sofa, Vorhänge etc. gegeben. 1 kg Schaumgummi verbraucht eine 100 m² Wohnung in ca. 6 min. (Czech, K.J. et al, 1999).
- Kein Zusammenhang zwischen Bauweise und Anzahl der Brandtoten gegeben. (Gieselbrecht, K. 2012)
- Nicht brennbare Bauweise ist brandschutztechnisch nicht sicherer.
- Vielzahl an geprüften Holzbaulösungen ist vorhanden (z.B. www.dataholz.eu)
- Mangelhafte Anschlüsse und Durchdringungen stellen, unabhängig von der Bauweise, eine Gefahr dar.

Die Gewährleistung des Brandschutzes bei Verwendung brennbarer Bauweisen wird noch immer von Teilen der Bevölkerung als nicht oder nur schwer umsetzbar gesehen. Zu groß ist die entwicklungsgeschichtlich geprägte Angst vor Feuer bzw. das kollektive Gedächtnis historischer Brandkatastrophen. So stellten großflächige Feuerkatastrophen über Jahrhunderte eine Gefahr, vor allem in den Städten, dar. Wenn heute über diese Katastrophen gesprochen wird, so werden die knappe Bebauung innerhalb der Befestigungsanlagen, der sorglose Umgang mit offenem Feuer, die fehlenden bzw. einfachen brandbekämpfenden Maßnahmen und die brennbaren Dachdeckungen, die wesentlichen Gründe für die Entstehung und rasche Ausbreitung der Brände darstellten, kaum berücksichtigt. Von Seiten der Regierenden wurden Schritt für Schritt Vorgaben hinsichtlich des vorbeugenden Brandschutzes erstellt, um die Ursachen der Brandentstehung auszuschalten. Die ersten gesetzlichen Anforderungen gehen in Wien auf den Beginn des 14. Jh. mit der Forderung eines nicht brennbaren Kaminbaus zurück. Ab 1432 wurde die 2x jährliche Amtsbeschau durch Rauchfangkehrer eingefordert. Die Notwendigkeit von Forderungen hinsichtlich des bekämpfenden Brandschutzes wurde lange Zeit nicht erkannt. So wurde beispielsweise in Wien erst in der 2. Hälfte des 17. Jh. mit den 4 „Feuerknechten“ und der Zentralisierung der Löschgeräte der Grundstein für die Berufsfeuerwehr gelegt. Heute gewährleisten bauliche, organisatorische und anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen brandschutztechnisch sichere Gebäude.

3.2 Brandphasen

Ein Brand kann grundsatzlich in zwei Phasen unterteilt werden, siehe Abbildung 4. In der Entstehungsbrandphase kommt es zu langsamen, geringen Temperaturanstiegen. Die Phase kann in Zund- und Schwelbrandphase unterteilt werden. In dieser Phase ist das Brandverhalten der eingesetzten Bekleidungen und Belage (Baustoffverhalten) entscheidend, da dieses zur Brandweiterleitung beitragen kann. Zum Zeitpunkt des sogenannten flash overs kommt es zu einem sprunghaften Temperaturanstieg. Sämtliche brennbaren Stoffe und Gase im Brandraum entzunden sich schlagartig. Mit einem flash over muss zwischen sieben und fünfzehn Minuten nach Brandentstehung gerechnet werden, wobei er von den Brandlasten und den Ventilationsbedingungen abhängt. Bei Naturbrandversuchen wurden unter „optimalen“ Bedingungen auch schon flash over nach 30 Sekunden erzeugt. Ab diesem Zeitpunkt spricht man von einem vollentwickelten Brand, der sich in die Erwärmungs- und die Abkühlphase einteilen lässt. In dieser Phase spricht man vom Bauteilverhalten. Es werden Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile gestellt.

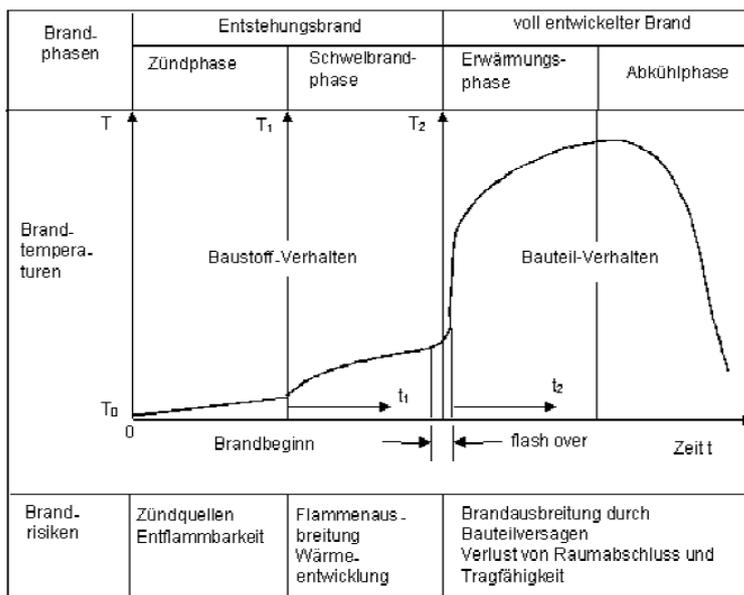


Abbildung 4: Brandphasen, Quelle: [Schneider 2009]

Eine Vermischung der Anforderungen beispielsweise R 30 oder A2 bedeutet, dass ein brennbarer Bauteil einen Feuerwiderstand von 30 Minuten aufweisen muss, während an einen nicht brennbaren Bauteil keine Anforderungen an den Feuerwiderstand gestellt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Schutzziele entsprechend der in Abbildung 4 dargestellten Brandphasen, ist diese Anforderung nicht zielführend.

3.3 Brandverhalten von Baustoffen

Wesentliche Eigenschaften zur Beurteilung von Baustoffen hinsichtlich des Brandverhaltens stellen die Entzündbarkeit, die Brennbarkeit, die Flammenausbreitung, die Rauchentwicklung sowie die Abbrandgeschwindigkeit dar. Da diese Eigenschaften von unzähligen Faktoren abhängen, werden zur Vergleichbarkeit des Brandverhaltens der einzelnen Baustoffe standardisierte Prüfungen durchgeführt. In Österreich erfolgte in der Vergangenheit die Einteilung der Baustoffe hinsichtlich ihrer Brennbarkeit gemäß [ÖNORM B 3800-1] in die beiden Brennbarkeitsklassen A (nicht brennbar) und B (brennbar), welche wie folgt noch weiter unterteilt wurden:

Tabelle 2: Einteilung der Brennbarkeit gemäß ÖNORM B 3800-1 (zurückgezogen am 01 07 2004)

Brennbarkeit		Qualmbildung		Tropfverhalten	
A	nicht brennbar	Q 1	schwachqualmend	Tr 1	nichttropfend
B1	schwer brennbar	Q 2	normalqualmend	Tr 2	tropfend
B2	normal brennbar	Q 3	starkqualmend	Tr 3	zündend tropfend
B3	leicht brennbar				

Die Norm wurde für Bauprodukte zurückgezogen und durch die [ÖNORM EN 13501-1] ersetzt, wobei in diversen Bundesgesetzen noch auf die Brennbarkeitsklassen nach [ÖNORM B 3800-1] verwiesen wird.

Die Einteilung von Baustoffen mit Ausnahme von Bodenbelägen erfolgt nach [ÖNORM EN 13501-1] folgendermaßen:

Tabelle 3: Einteilung der Brandverhaltensklassen gemäß ÖNORM EN 13501-1

Brandverhalten		Rauchentwicklung		Abtropfen und/oder Abfallen	
A 1, A 2	nicht brennbar	s 1	geringster Beitrag	d 1	kein brennendes Abtropfen/Abfallen
B, C, D, E, F	brennbar	s 2		d 2	kein fortdauerndes brennendes Abtropfen/Abfallen
		s 3		d 3	

Eine Zuordnung der früheren österreichischen Klassen zu den europäischen Klassen und umgekehrt ist aufgrund der unterschiedlichen Prüfmethode n nicht zulässig. Um den dadurch erforderlichen Prüf- und Klassifizierungsaufwand zu reduzieren, besteht seitens der Europäischen Kommission die Möglichkeit, für Baustoffe mit bekanntem Brandverhalten und definierten Materialeigenschaften Klassifizierungen ohne zusätzliche Prüfungen (classification without further testing cwft) durchzuführen. In Übereinstimmung mit der Entscheidung der

Europäischen Kommission 2003/43/EC sind Brettsperrholzbauteile zur Verwendung als Wand-, Decken-, Dach- oder Sonderbauteile der Euroklasse D-s2-d0 nach [ÖNORM EN 13501-1] zuzuordnen. Eine Auflistung der Brandverhaltensklassen von Holz- und Holzwerkstoffen kann unter www.eur-lex.europa.eu abgerufen werden. Tabelle 4 zeigt exemplarisch das Brandverhalten ausgewählter Baustoffe.

Tabelle 4: Brandverhalten ausgewählter Baustoffe

Baustoff	Produktnorm	Brandverhalten
Expandierter Polystyrolschaum (EPS)	ÖNORM EN 13163	E-s2, d0
Gipsplatte Typ DF	ÖNORM EN 520	A2-s1, d0
Gipsfaserplatte	ÖNORM EN 15283-2	A2-s1, d0
Magnesitgebundene Holzwole Dämmplatte	ÖNORM EN 13168	B-s1, d0
Konstruktionsholz	Entscheidung der Kommission 2003/593/EG vom 07.08.2003	D-s2, d0
Brettschichtholz	Entscheidung der Kommission vom 09.08.2005	D-s2, d0
Brettsperrholz	ÖNORM EN 16351	D-s2, d0
MDF	ÖNORM EN 622-5	D-s2, d0
OSB	ÖNORM EN 300	D-s2, d0
Spanplatte	ÖNORM EN 312	D-s2, d0
zementgebundene Spanplatte	ÖNORM EN 634-2	B-s1, d0
Mineralwolle	ÖNORM EN 13162	A1/A2*-s1, d0

* abhängig vom Bindemittel der Mineralwolle

Brennbare Baustoffe werden zur Klassifizierung des Brandverhaltens nach dem sogenannten SBI-Test [ÖNORM EN 13823] geprüft. Für die Prüfung wird als Brandszenario ein in einer Raumecke stehender Papierkorb oder dergleichen angesehen. Bei der Prüfung werden die Produkte in einer Ecksituation unter den endgültigen Einbaubedingungen („end use conditions“) mit Anordnung eines Dreieckflächenbrenners geprüft. Für die Klassifizierung werden der größte Anstieg der Wärmefreisetzungsrate während des Versuches (FIGRA-Index in W/s), die gesamte während des Versuches freigesetzte Wärmemenge (THR_{600s} in MJ), die größte Geschwindigkeit der Rauchentwicklung (SMOGRA Index in m^2/s^2), die gesamte Menge der Rauchfreisetzung (TSP_{600s} in m^2) sowie das Herabfallen brennender Teile und Tropfen herangezogen. Weiters sind für die Klassifizierung Untersuchungen zur Entzündbarkeit der Baustoffe [EN ISO 11925-2], zur Ermittlung der Verbrennungswärme bzw. Nichtbrennbarkeitsprüfungen [ONORM EN 1182] erforderlich.

3.4 Feuerwiderstand

3.4.1 Allgemeines

Bei den Feuerwiderstandsklassen REI kann im Gegensatz zu den früheren Brandwiderständen (F-Klassen) zwischen tragenden und/oder brandabschnittsbildenden Bauteilen unterschieden werden.

Tabelle 5: Bezeichnungen für den Feuerwiderstand nach ÖNORM EN 13501-2 (Auszug) Abbildungen aus [Östman et al 2010]

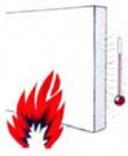
Kurzzeichen	Anforderung	Abbildung
R	Tragfähigkeit	
E	Raumabschluss	
I	Wärmedämmung	

Tabelle 6: Beispiele für die Bezeichnungen zum Feuerwiderstand

Bezeichnung	Anforderung	Bauteilbeispiel
R 30, R 60, R 90	tragender Bauteil	Stütze, Wand, Träger
EI 30, EI 60, EI 90	raumabschließender, wärmedämmender Bauteil	nichttragende Trennbauteile, Schachtwände, Abschottungen
REI 30, REI 60, REI 90	tragender und raumabschließender wärmedämmender Bauteil	tragender Trennbauteil

Zur Nachweisführung können Klassifizierungsberichte gemäß [ÖNORM EN 13501-2] auf Basis von Prüfungen des Feuerwiderstandes gemäß der ÖNORMenreihen EN 1364 bzw. EN 1365 herangezogen werden.

Es besteht für Holzbauteile auch die Möglichkeit Berechnungen nach [ÖNORM EN 1995-1-2] in Kombination mit den jeweiligen nationalen Anwendungsdokumenten durchzuführen. Berechnungsbeispiele für Holzmassivbauteile können [Östman et al 2010] entnommen werden.

3.4.2 Abbrandrate β_0 für Brettsperrholz

3.4.2.1 Bemessungswert der Abbrandrate β_0 für Brettsperrholz bei ungeschützten Oberflächen

Der Bemessungswert der Abbrandrate aus Nadelholz beträgt nach [ÖNORM EN 1995-1-2] 0,65 mm/min. Dieser Wert kann für die Decklagen verwendet werden. Aufgrund des Temperatureinflusses kann es bei Polyurethan-Klebstoffen zu einem Erweichen der Klebstoffuge kommen, wodurch sich die Kohleschicht kleinstrukturiert ablöst. In weiterer Folge kommt es bis zur Ausbildung einer Kohleschicht von ca. 25 mm der nächsten brandbeanspruchten Lage zu einem doppelt so hohen Abbrand [Frangi et al. 2008; Östman et al 2010]. Im Rahmen von experimentellen Untersuchungen konnten diese Abbrandraten bestätigt werden [Teibinger und Matzinger 2010].

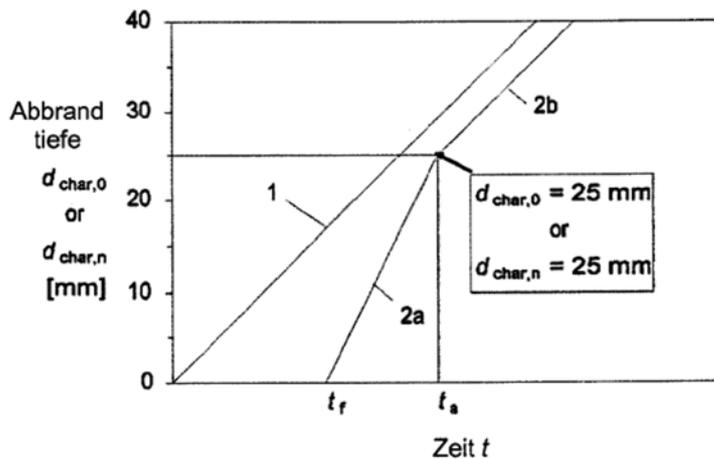


Abbildung 5: Darstellung des erhöhten Abbrandes der weiteren Lage bei Abfall der Kohleschicht der Decklage (2a), des verminderten Abbrandes bei Ausbildung einer Kohleschicht von 25 mm (2b) und des konstanten Abbrandes ohne Ablösen der Kohleschicht (1), Quelle: [ÖNORM EN 1995-1-2]

Die in Tabelle 7 angeführten Bemessungswerte der Abbrandrate wurden experimentell anhand von belasteten Großbrandversuchen ermittelt [Teibinger und Matzinger 2010] und sind für die Berechnungen heranzuziehen. Sofern abweichende Bemessungswerte, die auch durch Großbrandversuche ermittelt wurden, vorliegen, können diese für die Berechnung verwendet werden. Durch Kleinbrandversuche ermittelte Abbrandraten sind nicht mit Werten, welche durch Großbrandversuche ermittelt wurden, vergleichbar.

Tabelle 7: Bemessungswerte der Abbrandraten β_0 für Brettsperrholzelemente in Abhängigkeit der Verklebung der einzelnen Lagen

Lage	Bauteil	Abfall Kohleschicht der Decklage	β_0 [mm/min]
Decklage	Wand Decke bzw. Dach	---	0,65
weitere Lagen	Decke bzw. Dach	ja	1,3
weitere Lagen	Decke bzw. Dach	Nein	0,8
weitere Lagen	Wand	Ja	0,9
weitere Lagen	Wand	Nein	0,7

3.4.2.2 Bemessungswert der Abbrandrate β_0 für Brettsperrholz bei anfänglich geschützten Oberflächen

Bei Oberflächen von anfänglich vor Brandeinwirkung geschützten Brettsperrholzelementen ist der Beginn des Abbrandes hinter der Beplankung t_{ch} und die Versagenszeit der Beplankung t_f entscheidend.

Bei Holzwerkstoffplatten und Gipsplatten Typ A und H gemäß [ÖNORM EN 520] bzw. GKB gemäß [ÖNORM B 3410] wird die Versagenszeit t_f mit dem Beginn des Abbrandes der Holzkonstruktion t_{ch} gleichgesetzt. Die Norm führt für die einzelnen Brandschutzbekleidungen Formeln zur Berechnung von t_{ch} an. Nach dem Beginn des Abbrandes und dem laut Norm gleichgesetzten Abfall der Beplankung erfolgt aufgrund der noch nicht ausgebildeten Holzkohleschicht bis zu dem Zeitpunkt t_a ein erhöhter (lt. Norm doppelt so hoher) Abbrand. Nach einer Abbrandtiefe von 25 mm stellt sich wieder die gewöhnliche Abbrandrate ein. Dies entspricht dem Verlauf des Abbrandes bei Delaminierungserscheinungen der Decklage, siehe Abbildung 5.

Bei Gipsplatten Typ F gemäß [ÖNORM EN 520] bzw. GKF gemäß [ÖNORM B 3410] erfolgt ab dem Beginn des Abbrandes bis zum Versagen der Brandschutzbekleidung ein verminderter Abbrand, anschließend bis zur Ausbildung der 25 mm dicken Kohleschicht ein verdoppelter und anschließend ein konstanter Abbrand, siehe Abbildung 6. Die Berechnung des Beginns des Abbrandes erfolgt gemäß [ÖNORM EN 1995-1-2], wobei bei mehrlagigen Bekleidungen die Dicke der äußeren und 80 % der Dicke der inneren Bekleidung angesetzt werden.

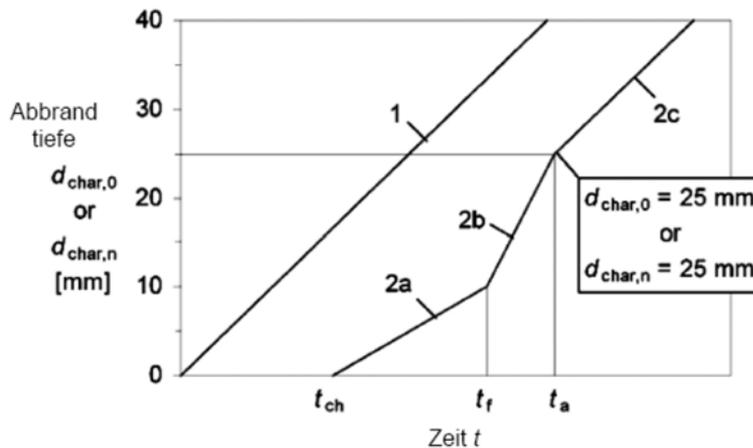


Abbildung 6: Darstellung der Abbrandtiefe in Abhängigkeit der Zeit für $t_f > t_{ch}$ für mit Gipsplatten Typ F und DF bzw. GKF beplankten Hölzern, Quelle: [ÖNORM EN 1995-1-2]

Für Gipskartonfeuerschutzplatten (GKF) und Gipsfaserplatten lagen keine Versagenszeitpunkte t_f (Abfallen der Platten) vor, wodurch die Bemessung nur eingeschränkt durchgeführt werden konnte. Basierend auf Untersuchungen der Holzforschung Austria [Teibinger und Matzinger 2010] wurden für diese Platten in [ÖNORM B 1995-1-2] folgende Versagenszeiten aufgenommen:

Gleichung 3-1: Wand: $t_f = 2,2 \cdot h_p + 4$

t_f : Versagenszeit [min]

Gleichung 3-2: Decke: $t_f = 1,4 \cdot h_p + 6$

h_p : Bekleidungsdicke [mm]

Die Werte wurden aus Versuchsergebnissen von bekleideten Holzrahmenelementen ermittelt. Bei Brettsperrholzelementen mit Abhängung bzw. Vorsatzschale sind diese Werte zu verwenden. Bei direkt bekleideten Brettsperrholzelementen können die Werte verwendet werden, wobei in diesem Fall mit deutlich höheren Versagenszeiten gerechnet werden kann. Einzelne Versuche haben gezeigt, dass die Versagenszeit t_f bei direkt mit GKF bekleideten Brettsperrholzplatten um bis zu 200 % höher sein kann, als bei Holzrahmenbauteilen.

3.4.3 Bemessung der Tragfähigkeit R von Brettsperrholzelementen

Durch die Erwärmung des Holzes kommt es in einem Bereich zwischen 25 °C und 300 °C zu einer Abminderung der mechanischen Eigenschaften. Aus diesem Grund werden in [ÖNORM EN 1995-1-2] neben einer detaillierten Berechnung nach Anhang B die zwei vereinfachten Berechnungsverfahren – Methode der reduzierten Querschnitte und Methode der reduzierten Eigenschaften – angeführt. In Österreich hat sich die Verwendung der Methode der reduzierten Querschnitte mit einem Faktor $k_0 \cdot d_0$ zur Ermittlung der ideellen Abbrandtiefe etabliert. Der in der aktuellen Norm angeführte Wert für d_0 des vereinfachten Berechnungsverfahrens der Methode mit den reduzierten Querschnitten wird zurzeit international diskutiert.

3.4.4 Bemessung des Raumabschlusses EI von Brettsperrholzelementen

Der Raumabschluss EI kann für Brettsperrholzelemente entsprechend dem in [ÖNORM B 1995-1-2] angeführten Modell, welches von [Schleifer 2009] erarbeitet wurde, nachgewiesen werden. Das Modell bietet im Gegensatz zum Berechnungsverfahren nach Anhang E [ÖNORM EN 1995-1-2] die Möglichkeit der Erweiterbarkeit mit anderen Materialien sowie eine breitere Palette an rechenbaren Aufbauten. Das Modell wurde für Feuerwiderstandsdauern bis zu 60 Minuten konzipiert. Validierungsberechnungen mit im Rahmen von [Teibinger und Matzinger 2010] durchgeführten Großbrandversuchen zeigen, dass das Modell auch für 90 Minuten angewendet werden kann.

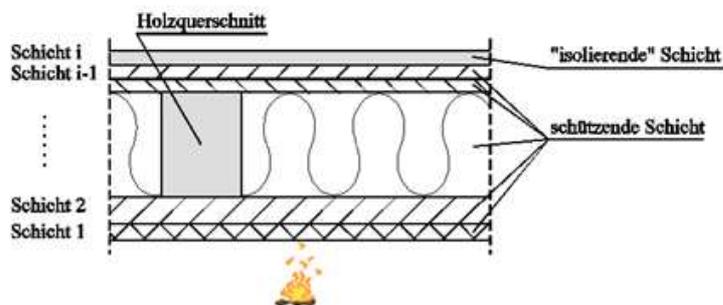


Abbildung 7: Einteilung der Baustoffschichten, Quelle: [Schleifer 2009]

Das Bauteil kann dabei beliebig aus den folgenden Platten und Dämmungen zusammengesetzt sowie mit einem Hohlraum ausgeführt sein, wobei es jederzeit bei Vorliegen der thermischen Eigenschaften unter ETK-Belastung (Einheitstemperaturkurve) durch weitere Baustoffe ergänzt werden kann:

Platten (Befestigung gemäß Herstellerangaben):

- Massivholzplatten der Festigkeitsklasse C24 nach [ÖNORM EN 338]
- OSB-Platten nach [ÖNORM EN 300]
- Spanplatten nach [ÖNORM EN 309]
- Gipsplatten Typ A, Typ H und Typ F nach [ÖNORM EN 520]
- Gipsfaserplatten

Dämmung (Einbau mit Übermaß nach Herstellerangaben):

- Steinwolle nach [ÖNORM EN 13162]
- Glaswolle nach [ÖNORM EN 13162]

Die Dämmung muss gegen Herausfallen gesichert sein, andernfalls sollte die Dämmung in der Berechnung nicht berücksichtigt werden. Für Brettsperrholzelemente können die Zusammenhänge von Massivholzplatten übernommen werden.

In dem Modell wird basierend auf Materialuntersuchungen und Simulationsberechnungen die Einhaltung des Temperaturkriteriums I („Isolation“) nachgewiesen. Die Bauteile werden hierzu in schützende Bauteilschichten und in die isolierende Bauteilschicht (letzte Schicht auf der brandabgekehrten Seite) unterteilt. Es wird in dem Modell angenommen, dass die schützenden Schichten bei Temperaturen von 270 °C auf der feuerabgekehrten Seite versagen und abfallen. Für Holzwerkstoffe trifft diese Annahme zu. Bei Gipsplatten wird der verzögerte Abfallzeitpunkt mit Hilfe der Zeitdifferenz Δt_i berücksichtigt.

Die Zeit t_{ins} bis zum Verlust der raumabschließenden Funktion des Holzbauteiles ergibt sich aus der Summe der Schutzzeiten der einzelnen Bauteilschichten und der Isolationszeit der letzten Schicht.

Gleichung 3-3: $t_{ins} = \sum t_{prot,i-1} + t_{ins,i}$ t_{ins} : Zeit bis zum Versagen der raumabschließenden Funktion des gesamten Bauteils [min]

$t_{prot,i}$: Schutzzeit der Schicht i [min]

$t_{ins,i}$: Isolationszeit der Schicht i [min]

Die Schutzzeiten $t_{prot,i}$ und die Isolationszeiten $t_{ins,i}$ setzen sich zusammen aus einer baustoffabhängigen Grundzeit, den Positions- und den Fugenbeiwerten. Die Positionsbeiwerte berücksichtigen den Einfluss der davor- bzw. dahinterliegenden Baustoffe auf die Versagenszeit des betrachteten Baustoffes. Der Einfluss der davorliegenden Bauteilschicht wird durch $k_{pos,exp,i}$ und der Einfluss der dahinterliegenden Bauteilschicht durch $k_{pos,unexp,i}$ ausgedrückt. Die Fugenbeiwerte $k_{j,i}$ berücksichtigen den Einfluss der Fugenausbildung.

Gleichung 3-4: $t_{prot,i} = (t_{prot,0,i} \cdot k_{pos,exp,i} \cdot k_{pos,unexp,i} + \Delta t_i) \cdot k_{j,i}$

$t_{prot,i}$: Schutzzeit der Schicht i [min]

$k_{pos,exp,i}$: Positionsbeiwert für die untersuchte Schicht i, resultierend aus den davor liegenden Schichten [-]

$k_{pos,unexp,i}$: Positionsbeiwert für die untersuchte Schicht i, resultierend aus den dahinter liegenden Schichten [-]

$k_{j,i}$: Fugenbeiwert [-]

Gleichung 3-5: $t_{ins,i} = (t_{ins,0,i} \cdot k_{pos,exp,i} + \Delta t_i) \cdot k_{j,i}$

$t_{ins,i}$: Isolationszeit der Schicht i [min]

$k_{pos,exp,i}$: Positionsbeiwert für die untersuchte Schicht i, resultierend aus den davor liegenden Schichten [-]

Δt_i : Zeitdifferenz, die zur Isolations- bzw. Schutzzeit addiert wird [min]

$k_{j,i}$: Fugenbeiwert [-]

Die Kennwerte für die einzelnen Grundzeiten und Beiwerte können [ÖNORM B 1995-1-2] entnommen werden.

3.5 Fassaden

Bei Fassadenbränden sind unterschiedliche Entstehungsursachen zu betrachten, z.B. innerhalb eines Gebäudes mit einer Öffnung nach außen (Brandüberschlag durch flash over) bzw. ein Brand außerhalb eines Gebäudes unmittelbar vor der Fassade oder eines benachbarten Gebäudes (Brandweiterleitung). Bei einem Brand an einer Fassade ab der Gebäudeklasse 4 ist dabei das definierte Schutzziel zu beachten. Die Untersuchung des Brandverhaltens von Fassaden unter der Annahme eines Fensterausbrandes stellt gleichermaßen eine Untersuchung der Brennbarkeit sowie des Feuerwiderstandes dar und wird gemäß [ÖNORM B 3800-5] geprüft.

Mit den Behorden wurde folgendes Schutzziel definiert:

„Das baurechtliche Brandschutzziel an der GebaudeauBenwand muss darin bestehen, eine Brandausbreitung u ber mehr als ein GeschoB oberhalb der Brandausbruchsstelle zu verhindern. Eine Gefa hrdung der Flu chtenden und Rettungskra fte durch gro Bfla chig abstu rzende Fassadenteile ist auszuschlie Ben.“

3.6 Gesetzliche Anforderungen

3.6.1 Allgemeines

Das Osterreichische Institut fu r Bautechnik (OIB) hat in OIB-Richtlinie 2, in Verbindung mit den Richtlinien 2.1, 2.2 und 2.3, Anforderungen an den Brandschutz als Harmonisierungsgrundlage in der dritten Auflage erarbeitet [OIB Richtlinie 2 2015]. Aktuell haben die Bundesla nder Burgenland, Ka rnten, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg und Wien die Anforderungen in die jeweiligen Landesbaugesetze u bernommen. Grafische Aufbereitungen der Anforderungen in Abha ngigkeit der Gebaudeklassen ko nnen entnommen werden [Teibinger 2015]. Grundsatzlich ermoglicht die OIB-Richtlinie Holzbauten mit bis zu sechs GeschoBen. Dabei wird generell ein Feuerwiderstand der Bauteile von 60 Minuten gefordert. Brandabschnittsbildende Bauteile mu ssen einen Feuerwiderstand von 90 Minuten und die Bauteile des obersten GeschoBes einen Feuerwiderstand von 30 Minuten aufweisen.

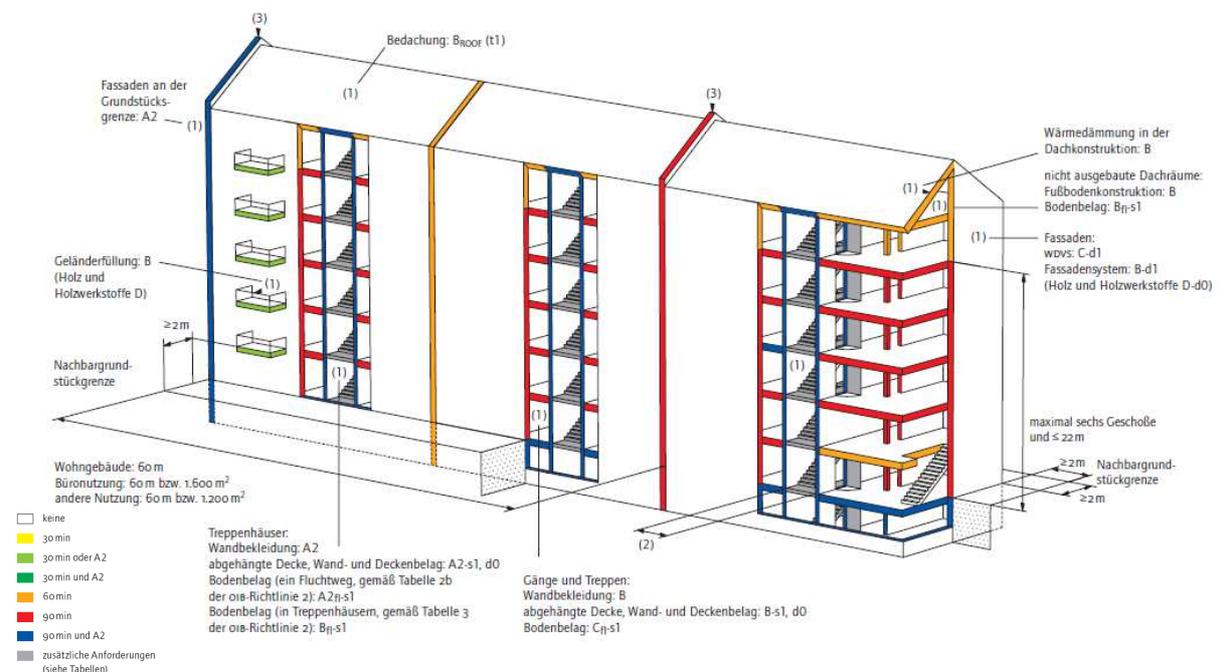


Abbildung 8: Anforderungen an den Feuerwiderstand und das Brandverhalten bei Gebauden der Gebaudeklasse 5, Quelle: proholz/HFA

3.6.2 Brandabschnitte

Die OIB-Richtlinie 2 definiert zur wirksamen Einschränkung von Feuer und Rauch innerhalb von Bauwerken eine maximale Längsausdehnung von 60 m, die maximale Netto-Grundfläche und Geschoßzahl ist bei Wohngebäuden entfallen. Bei Objekten mit Büronutzung beträgt die maximale Netto-Grundfläche 1.600 m² und bei anderen Nutzungen 1.200 m². Die Brandabschnitte dürfen nicht über mehr als vier oberirdische Geschoße reichen. Bis zur Gebäudeklasse 5 (maximales Fluchtniveau 22 m; maximal 6 oberirdische Geschoße) können die brandabschnittsbildenden Bauteile aus Holz mit einem Feuerwiderstand von 90 Minuten errichtet werden.

Türen, Tore, Fenster und sonstige Öffnungen in Außenwänden, die an brandabschnittsbildende Wände anschließen, müssen von deren Mitte der brandabschnittsbildenden Wand – wenn die horizontale Brandübertragung nicht durch gleichwertige Maßnahmen begrenzt werden kann – einen Abstand von mindestens 0,5 m haben. Dieser Abstand ist auf mindestens 3 m zu erhöhen, wenn die Außenwände an der brandabschnittsbildenden Wand einen Winkel von weniger als 135° aufweisen.

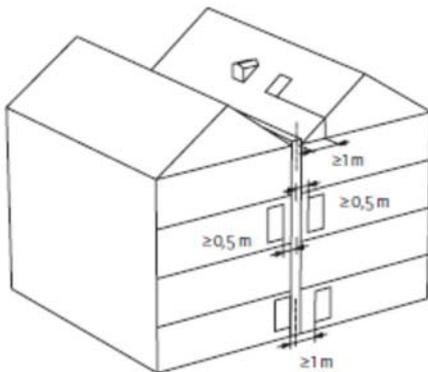


Abbildung 9: Anforderung an Öffnungen in Dächern und Außenwänden. Quelle: proHolz/HFA

Dachöffnungen, wie z.B. Dachschrägenfenster, Dachgauben müssen, sofern keine gleichwertigen Maßnahmen zur Einschränkung der Brandübertragung getroffen werden, horizontal gemessen mindestens 1 m von der Mitte der brandabschnittsbildenden Wand entfernt sein. Begrenzen Decken übereinanderliegenden Brandabschnitte, so muss ein deckenübergreifender Außenwandstreifen von mindestens 1,2 m Höhe in EI 90 oder eine Auskragung der brandabschnittsbildenden Decke von mindestens 0,8 m vorhanden sein.

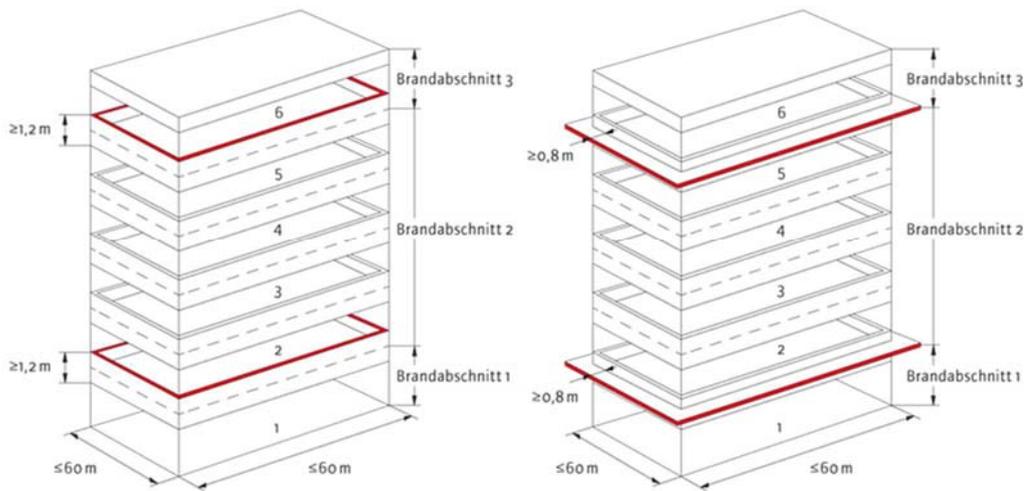


Abbildung 10: Anforderungen an Brandabschnitte und deckenübergreifende Außenwandstreifen bei Gebäude mit maximal sechs oberirdischen Geschossen (nicht Wohngebäude) Quelle: proHolz/HFA

Bei Gebäuden der GK 5 mit mehr als sechs oberirdischen Geschossen (nicht Wohngebäude) wird ein nicht brennbarer deckenübergreifender Außenwandstreifen gefordert. Die Anforderungen an die Brandabschnitte und die deckenübergreifenden Außenwandstreifen in Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden können den Abbildung 11 entnommen werden

Brandabschnittsbildende Wände müssen einen Feuerwiderstand von 90 Minuten aufweisen und sind mindestens 15 cm über Dach zu führen, sofern keine anderen Maßnahmen die Brandausbreitung einschränken. Details können Abschnitt 6.4 entnommen werden.

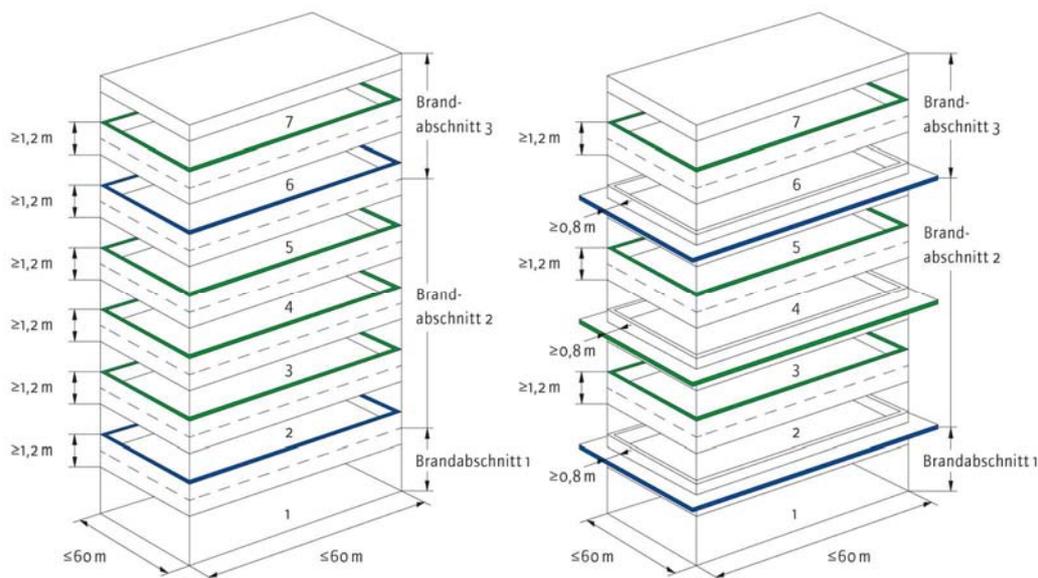


Abbildung 11: Anforderungen an Brandabschnitte und deckenübergreifende Außenwandstreifen bei GK 5 mit mehr als sechs oberirdischen Geschossen (nicht Wohngebäude) Quelle: proHolz/HFA

3.6.3 Fassaden

OIB Richtlinie 2 „Brandschutz“ Ausgabe 2015 fordert bei Gebäuden ab Gebäudeklasse 4 und 5 Fassaden so auszuführen, dass eine Brandweiterleitung über die Fassadenoberfläche innerhalb von 30 Minuten auf das zweite, über dem Brandherd liegende Geschoß, das Herabfallen großer Fassadenteile sowie eine Gefährdung von Personen wirksam eingeschränkt wird. Vorgehängte Fassaden können hinterlüftet, belüftet oder nicht hinterlüftet ausgeführt werden. Ab der Gebäudeklasse 4 ist ein Nachweis zu erbringen, ob die Konstruktion den Schutzzielen entspricht.

Fassaden aus Holz sind bis zu sechsgeschoßigen Gebäuden zulässig, sofern die Dämmung der Brandverhaltensklasse A2 entspricht und geschoßweise Brandabschottungen gemäß ÖNORM B 2332 eingebaut werden. Nachweisfreie Konstruktionen für Gebäude ab der Gebäudeklasse 4 sind jene, die zwischen den Geschoßen eine mindestens 20 cm auskragende Brandschutzabschottung aus einem durchgehenden Profil aus Stahlblech (Mindestdicke 1 mm) oder brandschutztechnisch Gleichwertigem aufweisen, siehe Abschnitt 7.9.2.

Bei freistehenden Gebäuden der Gebäudeklasse 4, die an mindestens drei Seiten für die Brandbekämpfung von außen zugänglich sind kann entsprechend der OIB-Richtlinie 2 auf Brandschutzabschottungen verzichtet werden, wenn die Dämmschicht in A2 ausgeführt ist und die Befestigungsmittel und Verbindungselemente einen Schmelzpunkt von mind. 1.000°C aufweist (z.B. Stahl, Edelstahl) und die Außenschicht in A2, B oder aus Holz und Holzwerkstoffe in D ausgeführt ist und der allfällige Hinterlüftungsspalt eine Breite von nicht mehr als 6 cm aufweist.

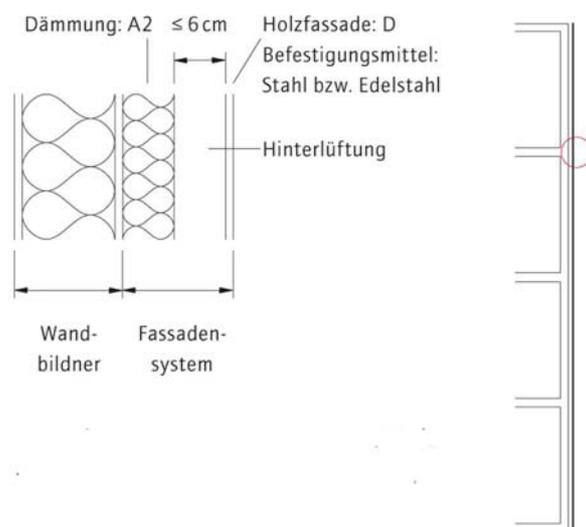


Abbildung 12: Anforderung an Holzfassaden GK 4 von freistehenden Gebäude, die an mindestens drei Seiten von außen für die Brandbekämpfung zugänglich sind. Quelle: proHolz/HFA

Bei Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen mit einer Dämmung von maximal 10 cm EPS oder aus Baustoffen der Klasse A2 gilt das Schutzziel laut OIB-Richtlinie als erfüllt. Bei

Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen mit einem Dämmstoff der Klasse E von mehr als 10 cm sind für nachweisfreie Ausführungen in jedem Geschoß im Bereich der Decke umlaufende Brandschutzschotte aus Mineralwolle mit einer Höhe von 20 cm oder im Sturzbereich der Fenster und Fenstertüren Brandschutzschotte aus Mineralwolle mit einem seitlichen Übergriff von 30 cm und einer Höhe von 20 cm verklebt und verdübelt auszuführen. Darüber hinaus gelten zusätzliche Anforderungen in den Bereichen von Durchgängen, Durchfahrten und Laubengängen.

Zusätzlich regelt die OIB-Richtlinie 2 Anforderungen an das Brandverhalten der Baustoffe von Fassaden.

Tabelle 8: Anforderungen an das Brandverhalten von Fassaden gemäß [OIB Richtlinie 2 2015]

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 oberird. Gesch.	≥ 6 oberird. Gesch.
1 Fassaden						
1.1 Außenwand-wärmedämmverbundsystem	E	D	D	C-d1	C-d1	C-d1
1.2 Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete						
1.2.1 Klassifiziertes Gesamtsystem oder	E	D-d1	D-d1	B-d1 ⁽¹⁾	B-d1 ⁽¹⁾	B-d1
1.2.2 Klassifizierte Einzelkomponenten						
Außenschicht	E	D	D	A2-d1 ⁽²⁾	A2-d1 ⁽²⁾	A2-d1 ⁽³⁾
Unterkonstruktion stab- / punktförmig	E / E	D / D	D / A2	D / A2	D / A2	C / A2
Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	E	D	D	B ⁽²⁾	B ⁽²⁾	B ⁽³⁾
1.3 Sonstige Außenwandbekleidungen /-beläge	E	D-d1	D-d1	B-d1 ⁽⁴⁾	B-d1 ⁽⁴⁾	B-d1
1.4 Gebäudetrennfugenmaterial	E	E	E	A2	A2	A2
1.4 Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u ä.	--	--	--	B ⁽⁴⁾	B ⁽⁴⁾	B

- (1) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig, wenn das klassifizierte Gesamtsystem die Klasse D-d0 erfüllt.
- (2) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 oder aus Holz und Holzwerkstoffen in D zulässig
- (3) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 zulässig.
- (4) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig.

3.6.4 Durchdringungen

Hinsichtlich der Anforderungen an Durchdringungen in Bauteilen fordert Abschnitt 3.4 der [OIB Richtlinie 2 2015]:

Liegen Schächte, Kanäle, Leitungen und sonstige Einbauten in Wänden bzw. Decken oder durchdringen diese, ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. Abschottung, Ummantelung) sicherzustellen, dass eine Übertragung von Feuer und Rauch über die erforderliche Feuerwiderstandsklasse wirksam eingeschränkt wird.

Die eingesetzten Abschottungen von Durchdringungen müssen somit dieselbe Feuerwiderstandsdauer wie die Bauteile erfüllen.

Tabelle 9: Anforderungen an die Abschottungen in oberirdischen Geschößen nach [OIB Richtlinie 2 2015]

Gebäudeklasse (GK)	Anforderung an den Feuerwiderstand
GK 2	30 Minuten
GK 2 zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	60 Minuten
GK 3 und GK 4	60 Minuten
GK 2, GK 3, GK 4 und GK 5 (≤ 6 oberirdische Geschöße) brandabschnittsbildende Bauteile	90 Minuten
GK 5 (≥ 6 oberirdische Geschöße) brandabschnittsbildende Bauteile	90 Minuten und A2

3.7 Abweichungen

Von den angeführten Anforderungen der OIB-Richtlinie kann abgewichen werden, sofern durch ein Brandschutzkonzept, welches gemäß OIB Leitfadens zu erstellen ist, nachgewiesen wird, dass das gleiche Schutzniveau wie bei Anwendung der Richtlinie erreicht werden kann. Es empfiehlt sich, die Kompensationsmaßnahmen im Vorfeld mit der zuständigen Baubehörde abzuklären. Brandschutzkonzepte dürfen nur von Sachverständigen mit brandschutztechnischer Ausbildung und Erfahrung erstellt werden. Als Kompensationsmaßnahmen können Verringerungen der Brandabschnitte, bauliche Maßnahmen, wie z.B. Kapselungen der Holzkonstruktionen sowie anlagentechnische Maßnahmen, wie z.B. Brandmeldeanlagen oder Löscheinrichtungen eingesetzt werden.

4 Schallschutztechnische Grundlagen

4.1 Allgemeines

Schallschutz:

- Unzureichender Schallschutz und Beeinträchtigung durch Lärm kann negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben.
- Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig, wobei das Gehör die höchste Sensibilität bei etwa 4000 Hz aufweist.
- Da das menschliche Ohr die Lautstärke nicht linear zum Schalldruck wahrnimmt, wird der Schalldruckpegel proportional zum dekadischen Logarithmus des Schalldruckes definiert.
- Pegelverdopplung bzw. zwei Schallquellen mit gleichem Emissionspegel führen zu einer Erhöhung um 3 dB ($50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$).
- Eine Erhöhung um 10 dB wird von 10 Schallquellen mit gleichem Pegel verursacht ($50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 60 \text{ dB}$).
- Schallübertragung durch flankierende Bauteile berücksichtigen, gegebenenfalls sind Entkoppelungen bzw. elastische Zwischenschichten zu verwenden.
- Der Holzbau erfüllt die Anforderungen an den Schallschutz. Es liegt eine Vielzahl an geprüften Lösungen (z.B. www.dataholz.eu) vor.

Schall ist definiert als mechanische Schwingungen, die sich in elastischen Medien durch Schwingung der Masseteilchen um ihre Ruhelage ausbreiten, wodurch Verdichtungen und Verdünnungen im Medium entstehen. Während sich Schallwellen in Luft nur als sogenannte Longitudinalwellen ausbreiten (Verdichtungen in Ausbreitungsrichtung), tritt Schall in festen Körpern in den unterschiedlichsten Wellenformen auf. Dabei sind vor allem die Transversal- bzw. Rayleighwellen, bei welchen Schubspannungen durch Schwingung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung entstehen und die Biegewellen zu erwähnen, die auf Biegebewegungen und die damit verbundene Kompression und Expansion in Ausbreitungsrichtung zurückzuführen sind. Biegewellen haben bauakustisch die größte Bedeutung, da sie eine hohe Luftschallabstrahlung aufweisen.

Als Lärm wird störender Schall bezeichnet, der verschiedene Ursachen haben und sogar gesundheitsschädlich sein kann. Die Aufgabe der Bauphysik besteht nun darin, durch die Schalldämmung diesen unerwünschten Schall auf ein erträgliches Maß zu reduzieren. Dies setzt entsprechende Kenntnisse über die schalltechnischen Eigenschaften von Bauteilen, der

physikalischen Natur und des relevanten Frequenzbereichs des Schalls voraus, siehe Abbildung 13.

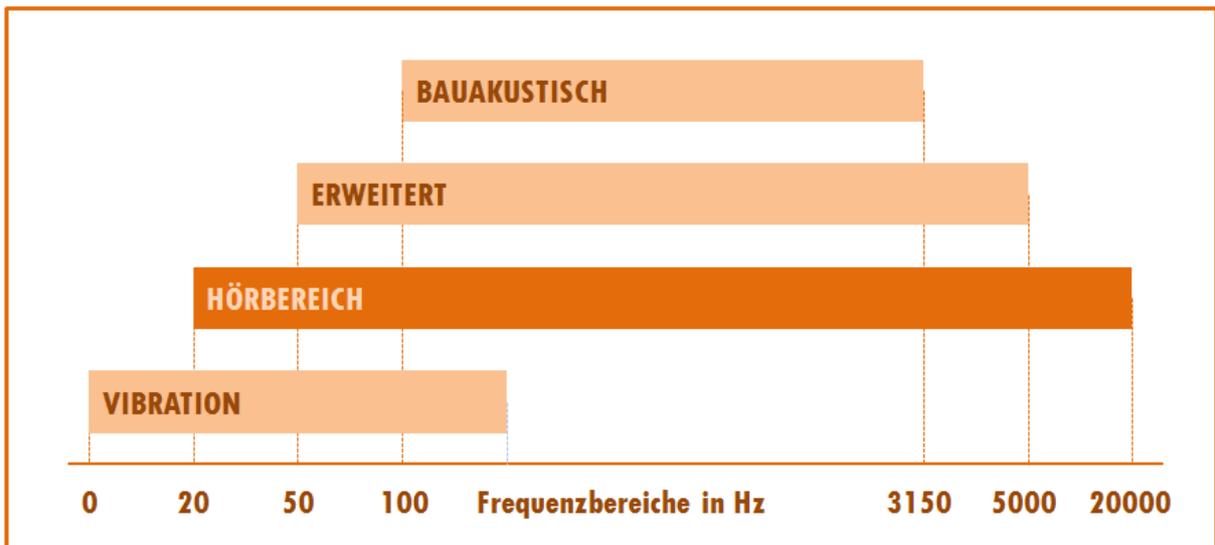


Abbildung 13: relevante Frequenzbereiche in der Bauakustik

Dabei ist zu beachten, dass die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs frequenzabhängig ist. Die höchste Sensibilität weist das Gehör bei etwa 4000 Hz auf. Gegen tiefere und höhere Frequenzen nimmt die Empfindlichkeit stark ab, weshalb für das gleiche Lautstärkeempfinden bei sehr tiefen bzw. sehr hohen Frequenzen ein Vielfaches des Schalldruckpegels erforderlich ist. Dies ist sehr gut in den Kurven gleicher Lautstärke ersichtlich, siehe Abbildung 14.

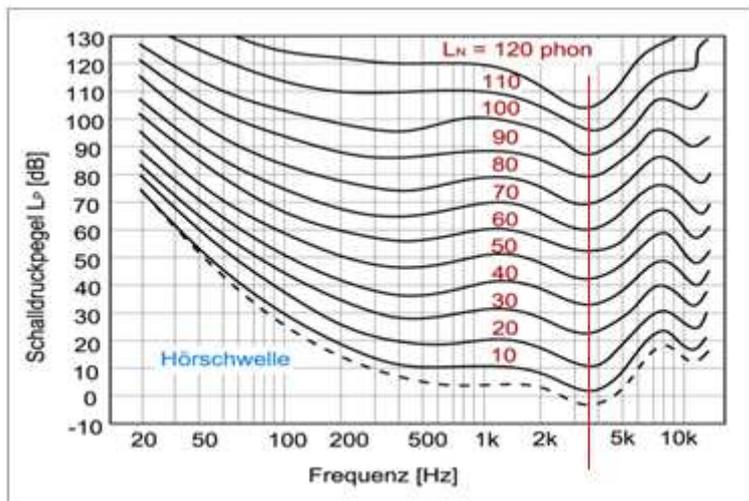


Abbildung 14: Kurven gleicher Lautstärke [Fasold et al. 2003]

4.1.1 Berechnungsgrundlagen in der Akustik

Auf Grund der außergewöhnlichen akustischen Eigenschaften des menschlichen Ohres und der begrenzten Darstellungsmöglichkeit auf Papier von Wertebereichen die mehrere Zehnerpotenzen umfassen, werden Schalldrücke üblicherweise für ihre Darstellung nach Gleichung 4-1 in Pegel umgerechnet.

$$\text{Gleichung 4-1: } L = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ Pa}$$

L: Schallpegel [dB]

p: Schalldruck [Pa]

p₀: Hörschwelle [Pa]

Der Schalldruckbereich ist, im Vergleich zum atmosphärischen Druck von ca. 100 kPa, eine extrem kleine Druckschwankung, die in den Größenordnungen der Hörschwelle mit 20 µPa und der Schmerzgrenze mit ca. 20 Pa zu finden ist. Diese Pegeldarstellung hat zur Folge, dass Schallereignisse nicht mehr einfach addiert werden können, sondern vor der Addition in Schalldrücke nach Gleichung 4-2 umgerechnet werden müssen. Dabei ist L_{ges} der Schallpegel in dB und p_{ges} der Schalldruck in Pa, jeweils resultierend aus beiden Schallquellen.

Beispiel:

30 dB + 30 dB ≠ 60 dB, sondern:

$$\text{Gleichung 4-2: } L_{ges} = 10 \log \frac{p_{ges}^2}{p_0^2} = 10 \log \left(2 \cdot 10^{\frac{30}{10}} \right) = 10 \log \left(10^{\frac{30}{10}} \right) + 10 \log(2)$$

30 dB + 30 dB = 33 dB

Pegelverdopplung bzw. zwei Schallquellen mit gleichem Emissionspegel wie in Gleichung 4-2, führen also zu einer Erhöhung um 3 dB.

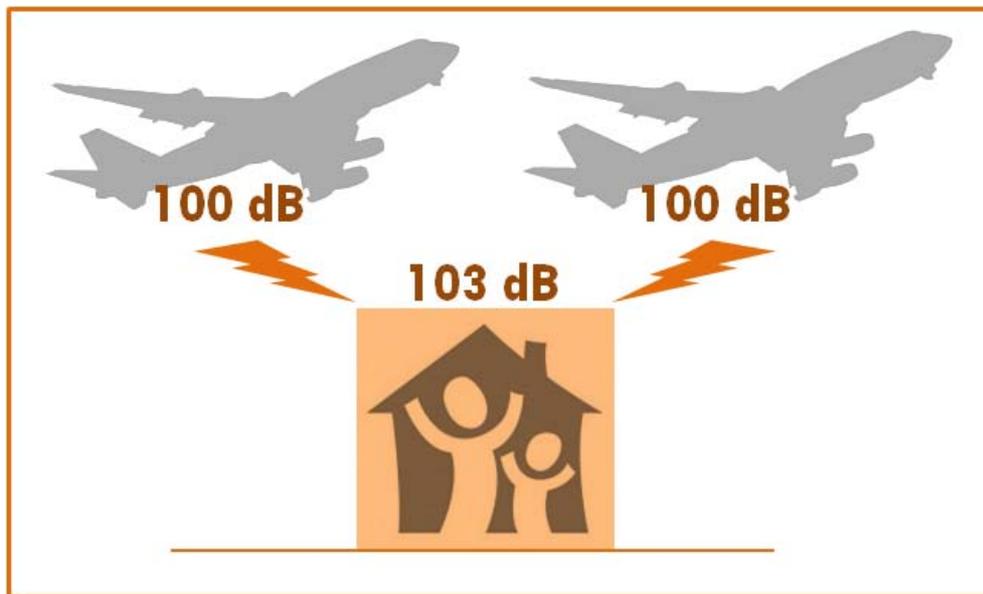


Abbildung 15: Pegelverdopplung führt zu einem um 3 dB höheren Gesamtschallpegel

4.1.2 Bewertung in der Bauakustik

Die Schalldämmung von Bauteilen wird über den interessierenden Frequenzbereich bestimmt. Für eine vereinfachte Darstellung erfolgt eine Bewertung, was zu einem Ergebnis in Form einer Zahl führt. Diese sogenannte Einzahlbewertung wird nach [ÖNORM EN ISO 717-1] für den Luftschall und [ÖNORM EN ISO 717-2] für den Trittschall durchgeführt. Dabei wird eine Bezugskurve so lange verschoben, bis die Über- bzw. Unterschreitungen durch die Messkurve im Mittel 2 dB pro Terz¹ bzw. in Summe maximal 32 dB betragen. Der Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz gibt den gesuchten Einzahlwert an (siehe hierzu auch Abbildung 12). Der Frequenzbereich, in dem sich die ungünstigen Abweichungen befinden, deutet auf den jeweiligen Schwachpunkt der Konstruktion hin. Sogenannte Spektrumanpassungswerte (C , C_{tr} , C_i , etc.) ergänzen den Informationsgehalt der Einzahlangaben durch abweichende Bewertungskurven und z.T. Frequenzbereiche und ermöglichen so zusätzliche Aussagen zum Pegelverlauf über die Frequenz und präzisere Determinierung von Stärken und Schwächen der Konstruktion.

Das Ergebnis der Bewertung ist ein Einzahlwert mit Spektrumanpassungswerte(n) in Klammer, die dem Einzahlwert hinzugezählt werden. Der akustische Parameter selbst signalisiert (im Gegensatz zum Frequenzverlauf) durch ein tiefgestelltes w (eng. weighted), dass es sich um ein bewertetes Ergebnis handelt.

Beispiel: $R_w (C, C_{tr}) = 45 (0,-2)$ dB

¹ Eine Terz ist ein Frequenzintervall (1:1,28) zur Einteilung des Hörbereichs. Sie entspricht einer Drittel Oktave welche ein Frequenzverhältnis von 1:2 aufweist und somit eine Verdopplung bzw. Halbierung der Frequenz darstellt.

Im Beispiel ist das bewertete Schalldämm-Maß 45 dB, der Spektrumsanpassungswert $C = 0$ dB, $R_w + C$ ist daher ebenfalls 45 dB, der Spektrumsanpassungswert C_{tr} ist -2 dB, $R_w + C_{tr}$ ist daher 43 dB.

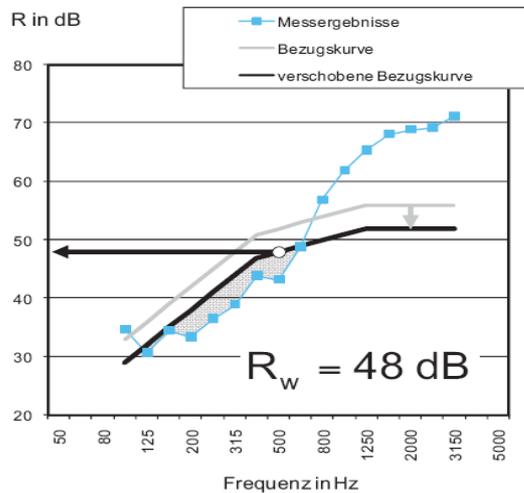


Abbildung 16: Von R zu R_w – Vorgang der Einzahlbewertung des Schalldämm-Maßes [Riccabona et al. 2010]

4.2 Luftschall

Prinzipiell wird ein Bauteil durch Luft- bzw. Körperschall angeregt, was in angrenzenden Räumen zu Abstrahlung von Luftschall führt. Bei der Luftschalldämmung erfolgt die Anregung des Bauteils durch Luftschallwellen. Angegeben wird sie durch das Schalldämm-Maß R . Dieses ist definiert als der zehnfache dekadische Logarithmus der auftreffenden Schalleistung P_1 zur abgestrahlten Schalleistung P_2 (Gleichung 4-3).

$$\text{Gleichung 4-3: } R = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

R : Schalldämm-Maß [dB]

P_1 : auftreffenden Schalleistung [W]

P_2 : abgestrahlten Schalleistung [W]

Das Schalldämm-Maß R ist jene Größe, die auch zur Beschreibung der Schalldämmeigenschaften von Bauteilen herangezogen wird.

Für die Beschreibung der Schalldämmung am Bau werden noch weitere Größen verwendet, welche auch noch eine Schallübertragung über Nebenwege beinhalten. Eine Übersicht hierzu ist in Abbildung 17 dargestellt.

Das Schalldämm-Maß R wird auf die Bauteilfläche S normiert und weist im Falle mit Strich darauf hin, dass es sich um ein Bauschalldämm-Maß (R') handelt, in dem auch die Nebenwegsübertragung inkludiert ist. Die österreichischen Normanforderungen für Innenbauteile werden für die Bausituation im Gebäude über die bewertete Standard-

Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ (Gleichung 4-4) definiert, welche auf eine Bezugs-Nachhallzeit T_0 für Wohnungen im Empfangsraum von 0,5 s normiert wird. Dies entspricht am ehesten den Gegebenheiten in Wohnräumen und wird daher gegenüber der auf eine Bezugs-Absorptionsfläche von 10 m² bezogene bewertete Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$ präferiert.

Gleichung 4-4: $D_{nT} = L_S - L_E + 10 \log \frac{T}{T_0}$ dB

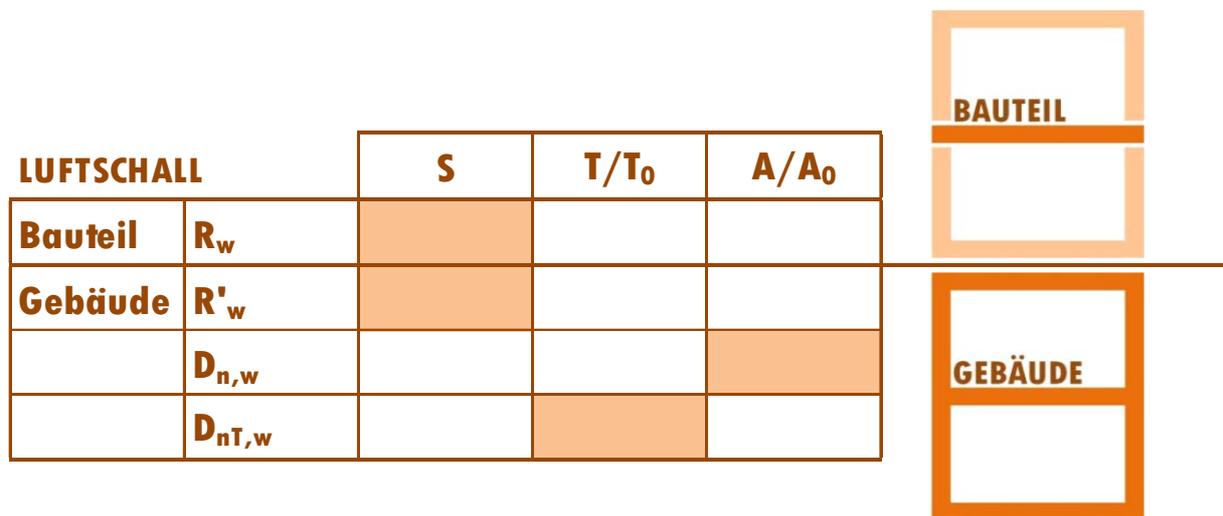
D_{nT} : Standard Schallpegeldifferenz [dB]

L_S : Schallpegel im Senderraum [dB]

L_E : Schallpegel im Empfangsraum [dB]

T : Nachhallzeit [s]

T_0 : Bezugsnachhallzeit [s], i.a. 0,5 s



R_w: bewertetes Schalldämm-Maß [dB]

S: Fläche des Trennbauteils [m²]

R'_w: bewertetes Bauschalldämm-Maß [dB]

T: Nachhallzeit [s]

D_{n,w}: bewertete Norm-Schallpegeldifferenz [dB]

T₀: Bezugsnachhallzeit [s], i.a. 0,5 s

D_{nT,w}: bewertete Standard-Schallpegeldifferenz [dB]

A: äquivalente Schallabsorptionsfläche [m²]

A₀: Bezugsabsorptionsfläche [m²], i.a. 10 m²

Abbildung 17: Bewertete bauakustische Kenngrößen Luftschall, deren Anwendung und Normierung

Diese bauakustischen Kenngrößen, auch Deskriptoren genannt, können auch ineinander umgerechnet werden, da sie über die Raumgeometrie, unter Zugrundelegung der „Sabinschen Formel“, zusammenhängen.

T: Nachhallzeit [s]

Gleichung 4-5: $T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$ in s

V: Raumvolumen [m³]

A: äquivalente Schallabsorptionsfläche [m²]

Nähere Informationen hierzu können, bei Bedarf, der einschlägigen Literatur entnommen werden.

Einen Sonderfall stellt das bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ dar. Angewendet wird es auf Fassaden, unter Berücksichtigung der Flächenanteile und der Schalldämm-Maße der Einzelkomponenten, wie etwa Wände und Fenster. Es ist in Abhängigkeit vom standortbezogenen und gegebenenfalls bauteillagebezogenen Außenlärmpegel, getrennt für Tag und Nacht zu dimensionieren.

$$\text{Gleichung 4-6: } R'_{res,w} = -10 \log \left[\frac{1}{S_g} \cdot \sum_i S_i \cdot 10^{-\frac{R_i}{10}} \right] \quad \text{in dB}$$

$R'_{res,w}$: bewertetes resultierendes Bauschalldämm-Maß [dB]

S_g : Gesamtfläche aller Bauteile [m²]

S_i : Fläche der Einzelbauteile [m²]

R_i : Bauschalldämm-Maß der Einzelbauteile [dB]

4.2.1 Luftschalldämmung einschaliger, massiver Bauteile

Die Luftschalldämmung einschaliger, massiver Bauteile folgt dem, in Abbildung 18 dargestellten Frequenzverlauf, aus dem drei unterschiedliche charakteristische Abschnitte erkennbar sind.

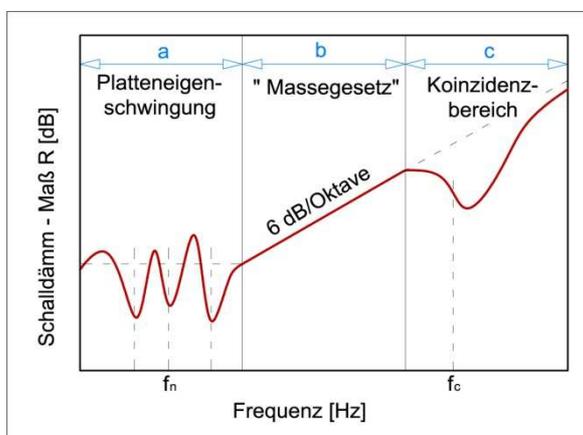


Abbildung 18: charakteristische Abschnitte der Luftschalldämmung einschaliger Bauteile

Die Eigenresonanzen der Bauteile spielen in der Praxis nur eine untergeordnete Rolle, da sie aufgrund der in Gebäuden üblichen Raumabmessungen nur bei sehr tiefen Frequenzen zu finden sind. Die Resonanzfrequenzen f_n einer aufgestützten Platte berechnen sich aus der auf die Plattenbreite bezogenen Biegesteife B' , der flächenbezogenen Masse m' und den Seitenlängen der Platte.

Prinzipiell erzeugt der auf eine Platte auftreffende Luftschall auf der Platte erzwungene Biegewellen. Gleichet nun die Wellenlänge der vom Luftschallfeld erzwungenen Biegewellen

jener der freien Biegewellen der Platte, ist sie also koinzident, so kommt es zu einer Kopplung der Wellenfelder, siehe Abbildung 19.

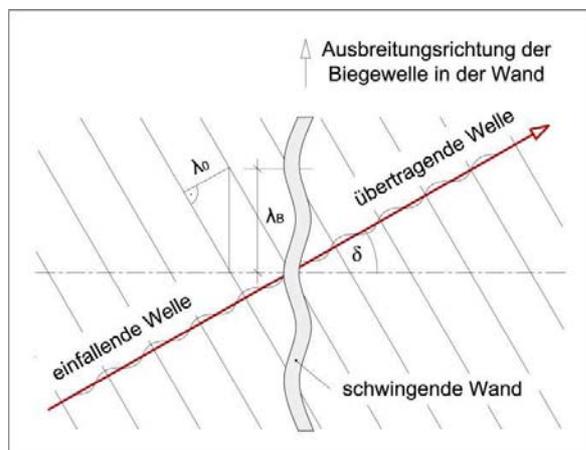


Abbildung 19: Koinzidenz

Dies führt zu einer Resonanz, die eine geringere Schalldämmung zur Folge hat. Demnach versteht man unter Koinzidenz die zeitliche und räumliche Übereinstimmung der Wellenform auf der Platte und in der Luft vor der Platte.

Dabei ist zu beachten, dass die Geschwindigkeit der Biegewellen frequenzabhängig ist, was wiederum dazu führt, dass Koinzidenz erst ab einer gewissen Koinzidenz-Grenzfrequenz f_c auftritt.

Die Stärke des Einbruches der Schalldämmung bei der Koinzidenzfrequenz wird in der Praxis durch den Verlustfaktor η begrenzt, wodurch sich üblicherweise nur ein horizontales Plateau im Frequenzverlauf ausbildet. Im Frequenzbereich über der Koinzidenzfrequenz steigt die Schalldämmung wieder mit den bekannten 6 dB pro Oktave an.

4.2.2 Luftschalldämmung mehrschaliger leichter Bauteile (Holzrahmenbau)

Während die Luftschalldämmung einschaliger massiver Bauteile abhängig von der flächenbezogenen Masse m' relativ einfach bestimmt werden kann, treten bei den leichteren und oft mehrschalig aufgebauten Holzkonstruktionen verschiedene Effekte auf, die deren Schalldämmung in charakteristischer Weise beeinflussen.

Eine mehrschalige Konstruktion stellt ein Schwingungssystem von zwei oder mehreren Massen dar, die mit einer Feder, welche durch die dynamische Steifigkeit s' charakterisiert wird, verbunden sind. Als Feder wirken dabei Hohlräume oder elastische Zwischenschichten. Ein wesentlicher Faktor für die Schalldämmung einer derartigen Konstruktion ist die Kopplung der Schalen. Je geringer die Kopplung, umso weniger Energie kann von einer Schale auf die andere übertragen werden und umso höher ist die Schalldämmung der Gesamtkonstruktion. Abbildung

20 zeigt den typischen Frequenzverlauf des Schalldämm-Maßes von mehrschaligen Bauteilen mit drei charakteristischen Abschnitten.

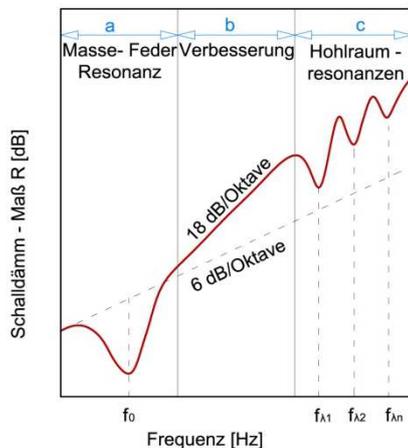


Abbildung 20: Schalldämm-Maß zweischaliger Bauteile

Derartige Systeme weisen eine Resonanzfrequenz mit einer maximalen Amplitude, welche durch die Masse, die Feder, den Abstand zwischen den Massen und die Reibung (Dämpfung) bestimmt wird [Lehrbuch der Bauphysik 2008], auf.

Im Bereich dieser Resonanzfrequenz tritt eine massive Verschlechterung der Schalldämmung auf. Dies hat zur Folge, dass im tiefen Frequenzbereich die Schalldämmung sogar unter jene einer Einfachwand gleicher Masse fällt. Oberhalb der Feder-Masse-Resonanz nimmt die Schalldämmung zu.

Bei höheren Frequenzen treten Hohlraumresonanzen auf, die auf stehende Wellen im Hohlraum zurückzuführen sind und ebenfalls die Schalldämmung verringern. Deren Einfluss ist jedoch gering, wenn der Hohlraum mit schallabsorbierendem Material gefüllt wird [Fasold und Veres 2003].

Bei mehrschaligen Bauteilen tritt der Spuranpassungseffekt (Koinzidenz) aufgrund der wesentlich geringeren Biegesteifigkeit B' der üblichen Beplankungsmaterialien erst bei höheren Frequenzen auf. Aufgrund der üblicherweise bereits recht hohen Schalldämmung mehrschaliger, leichter Bauteile in diesem Frequenzbereich, zeigt der Einbruch der Schalldämmung rund um die Koinzidenzgrenzfrequenz f_c für gewöhnlich keine großen Auswirkungen auf das Gesamtergebnis.

4.2.3 Luftschalldämmung einschaliger, massiver, aber leichter Bauteile (Massivholzkonstruktionen)

Massivholzkonstruktionen stellen nun insofern eine Besonderheit dar, als sie weder den schweren, massiven Bauteilen, noch den leichten, mehrschaligen zugerechnet werden können. Während bei schweren massiven Bauteilen die schallschutztechnischen Anforderungen über deren Masse und beim Holzrahmenbau mit biegeweichen Beplankungen erfüllt werden, stellen

Massivholzplatten weder eine biege weiche, noch eine biege steife Konstruktion dar [Bednar et al. 2000].

Wie bereits erl uert, kommt es zu einem Einbruch der Schalld mmung rund um die Koinzidenzfrequenz. Diese ist bei schweren Bauteilen im sehr tiefen und bei leichten mehrschaligen Bauteilen im sehr hohen Frequenzbereich zu finden. In beiden F allen au erhalb des bauakustisch wichtigen Frequenzspektrums. Wie in Abbildung 21 ersichtlich, liegt die Koinzidenz bei ublichen Konstruktionsst rken im Bereich von 250 bis 500 Hz und somit genau im praxisrelevanten Frequenzbereich. Eine Tatsache, auf die bei der Planung des gesamten Bauteilaufbaus besondere R ucksicht genommen werden muss.

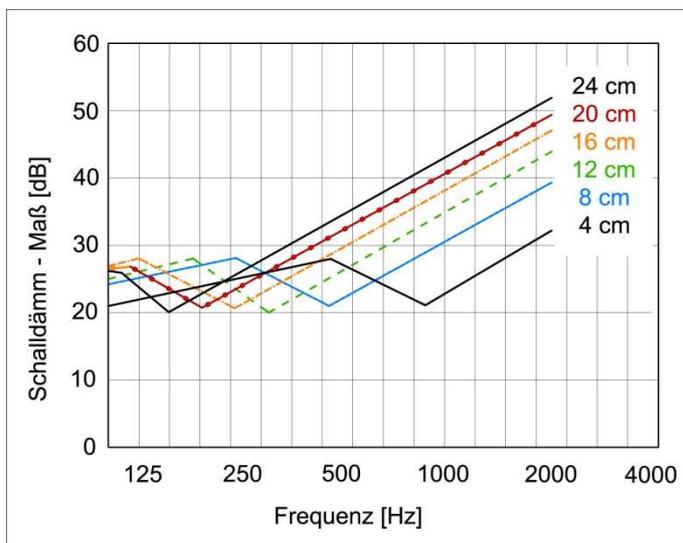


Abbildung 21: Berechnetes Schalld mm-Ma ß von fugenlosen Massivholzplatten in Abh ngigkeit von deren St rke, Quelle: [Bednar et al. 2000]

Baupraktische L osungen f ur die Brettsper Holzbauweise werden in Abschnitt 6 angef uhrt.

4.3 K orperschall

4.3.1 Allgemeines

K orperschall wird in einem Bauteil durch mechanische Anregung induziert. Auch K orperschall wird im Empfangsraum als Luftschall abgestrahlt. Der Trittschall stellt eine Sonderform des K orperschalls dar, der durch das Begehen des Bauteils sowie durch wohn ubliche Nutzung, wie etwa M obelr ucken, hervorgerufen wird. Im Gegensatz zur Luftschalld mmung wird hier von einer definierten Trittschallanregung (durch das Normhammerwerk) ausgegangen und nicht eine Schallpegeldifferenz, sondern ein maximaler Schallpegel im Empfangsraum L_2 festgelegt.

Angegeben wird die Trittschalld mmung eines Bauteils durch den auf die Bezugsabsorptionsfl ache bezogenen Norm-Trittschallpegel L_n . Die Bausituation wird auch hier durch einen Strich indiziert, was erkennen l asst, dass es sich um einen Trittschallpegel in situ handelt. Die Normanforderungen werden uber den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$

(Gleichung 4-7) definiert, welcher sich ebenso wie die Standard-Schallpegeldifferenz auf die Bezugs-Nachhallzeit T_0 bezieht.

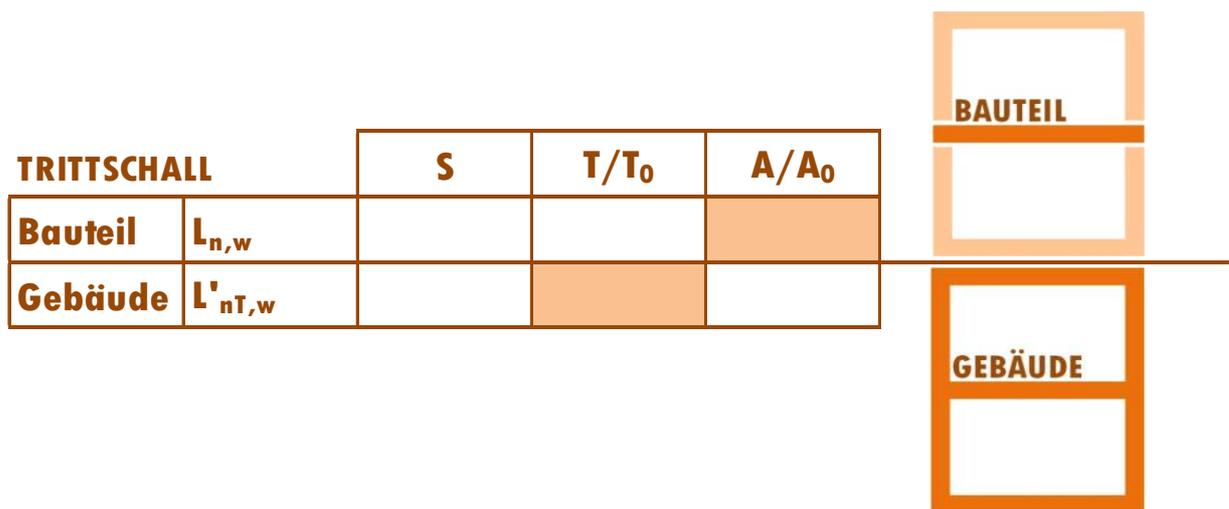
$$\text{Gleichung 4-7: } L'_{nT} = L_E - 10 \log \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

L'_{nT} : Standard-Trittschallpegel in situ [dB]

L_E : Schallpegel im Empfangsraum [dB]

T: Nachhallzeit [s]

T_0 : Bezugsnachhallzeit [s], i.a. 0,5 s



$L_{n,w}$: bewerteter Norm-Trittschallpegel [dB]

S: Fläche des Trennbauteils [m²]

$L'_{nT,w}$: bewerteter Standard-Trittschallpegel [dB]

T: Nachhallzeit [s]

T_0 : Bezugsnachhallzeit [s], i.a. 0,5 s

A: äquivalente Schallabsorptionsfläche [m²]

A_0 : Bezugsabsorptionsfläche [m²], i.a. 10 m²

Abbildung 22: Bewertete baukaustische Kenngrößen Trittschall, deren Anwendung und Normierung

4.3.2 Reduktion von Körperschall

Im Wesentlichen wird versucht die Einleitung von Trittschall in die Konstruktion, die Weiterleitung und die Abstrahlung als Luftschall zu verhindern bzw. zu minimieren. Konstruktiv wird die Einleitung von Trittschall im Gebäude üblicherweise durch entsprechende Deckenauflagen wie etwa einen schwimmenden Estrich und die Weiterleitung durch Unstetigkeiten in Material und Bauform wie etwa die Lagerung auf elastischen Zwischenschichten und durch den Einbau von Dämpfungsschichten unterbunden. Die Abstrahlung in den Empfangsraum kann durch Vorsatzschalen bzw. generell durch biegeeweiche Beplankungen verringert werden, siehe Abbildung 23.

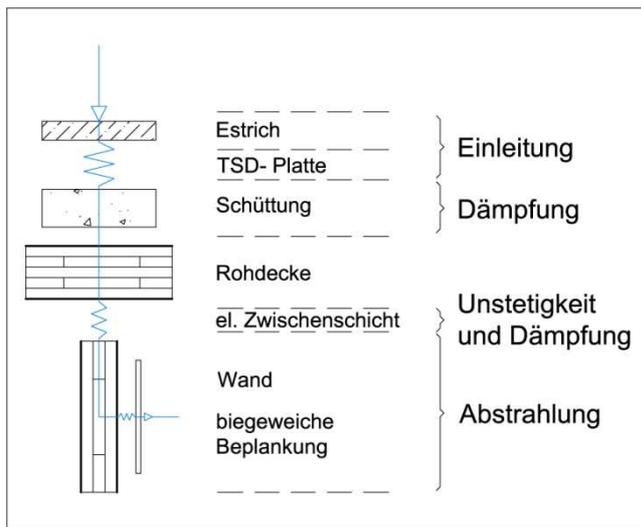


Abbildung 23: Reduktion von Körperschall

Baupraktische Lösungen für die Brettsperrholzbauweise werden in Abschnitt 6 angeführt.

4.3.2.1 Schwimmender Estrich

Die Dämmwirkung eines Estrichs wird dadurch definiert, dass der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ einer Decke frequenzabhängig, einmal ohne und einmal mit Estrich gemessen wird, wobei die Differenz als Verbesserung bzw. Trittschallminderung ΔL bezeichnet wird. Bewertet über den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz ergibt sich daraus die bewertete Trittschallminderung ΔL_w .

Unmittelbar auf die Decke aufgebraachte Estriche bringen keine nennenswerte Verbesserung des Trittschallschutzes. Erst in Kombination mit einer weichfedernden Dämmschicht (Masse-Feder-Masse-System) wird eine große Dämmwirkung erreicht [Müller und Möser 2004]. Die Dämmung beginnt oberhalb der Resonanzfrequenz f_0 des Estrichs, die sich für sehr schwere Rohdecken nach Gleichung 4-8 berechnet. Für Estriche auf Holzdecken gilt dieser ideale Zusammenhang nicht mehr, da in diesem Fall die flächenbezogene Masse der Rohdecke oft geringer ist als die schwingende Masse des Estrichs m'_1 . Die Resonanzfrequenz ist demnach nach Gleichung 4-9 unter Berücksichtigung der flächenbezogenen Masse der Rohdecke m'_2 zu berechnen.

Gleichung 4-8:
$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'_1}} \text{ Hz}$$

f_0 : Resonanzfrequenz [Hz]

s' : dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung [MN/m³]

m'_1 : flächenbezogene Masse [kg/m²]

$$\text{Gleichung 4-9: } f_0 = 160 \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \text{ Hz}$$

f_0 : Resonanzfrequenz [Hz]

s' : dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung [MN/m³]

m'_1 : flächenbezogene Masse Estrich [kg/m²]

m'_2 : flächenbezogene Masse Rohdecke [kg/m²]

Da die Resonanzfrequenz möglichst gering sein sollte, muss die dynamische Steifigkeit der Trittschalldämmung möglichst gering sein, bzw. die Massen m'_1 und m'_2 möglichst groß.

4.3.2.2 Diskontinuitäten

Treffen Wellen auf Unstetigkeiten im Material oder in den Abmessungen, wird ein Teil der Energie reflektiert. Dadurch wird die über die Unstetigkeit hinwegtretende Energie kleiner als die aufgefallene [Cremer und Heckl 1995]. Diese Körperschallausbreitungsdämmung kann durch Verwendung elastischer Zwischenschichten und Sperrmassen erhöht werden, wobei Sperrmassen vor allem dann eingesetzt werden, wenn die Kraftübertragung durch elastische Schichten nicht beeinträchtigt werden darf. Es entstehen zwei Unstetigkeitsstellen, die erst ab einer unteren Frequenzgrenze wirksam werden.

4.3.2.3 Dämpfung

Bei der Körperschalldämpfung wird die Körperschallenergie möglichst nahe der Quelle in Wärme umgewandelt. Dies geschieht durch Materialien mit hoher innerer Dämpfung oder Reibung an Kontaktflächen und wird durch den Verlustfaktor η charakterisiert.

Dämpfende Schichten stellen in den üblichen Massivholzdeckenkonstruktionen neben der Trittschalldämmung des schwimmenden Estrichs vor allem die hauptsächlich zur Erhöhung der Rohdeckenmasse eingesetzte Splittschüttungen dar. Körperschall wird vom angeregten schwimmenden Estrich in die Schüttung abgestrahlt und dort in Wärme umgewandelt. Aus diesem Grund werden bei Holzdeckenkonstruktionen bevorzugt ungebundene Schüttungen ausgeführt, da bei diesen aufgrund der höheren Dämpfung gegenüber gebundenen Schüttungen geringere Trittschallpegel gemessen werden. Bei Holzbalkendecken erfolgt die Bedämpfung des Gefachs durch schallabsorbierende Stoffe wie etwa Mineralwolle. Diese sollten mindestens einen längenbezogenen Strömungswiderstand von $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$ aufweisen. Schallenergie wird auch im Estrich selbst absorbiert, wobei Gussasphalt- und Trockenestriche eine höhere innere Dämpfung aufweisen als Zementestriche. Dadurch erreichen Gussasphaltestriche bei gleicher Masse und Trittschalldämmplatte bessere Trittschalldämmung. Zementestriche lassen sich aufgrund ihrer höheren Steifigkeit jedoch auf weicheren Trittschalldämmplatten einsetzen wodurch bessere Ergebnisse erreichbar sind [Holtz et al. 1999a].

4.3.2.4 Kombination von Dämmung und Dämpfung

In der Praxis ist die Kombination von Dämmung und Dämpfung am wirksamsten. Vor allem im Bereich von Resonanzfrequenzen bewirkt eine Erhöhung des Verlustfaktors eine Körperschallpegelminderung. Liegen im angeregten Frequenzbereich keine Resonanzen, lässt sich durch zusätzliche Dämpfung keine Verbesserung erzielen, da die Körperschallpegel nur von Masse oder Steife bestimmt sind [Müller und Möser 2004]. In der Praxis bedeutet dies die Anordnung von elastischen Zwischenschichten in gewissem Abstand von der Quelle und eine zusätzliche Dämpfung in Form einer Beschüttung im Bereich in dem durch Mehrfachreflexionen die höchste Energiedichte herrscht, zwischen schwimmendem Estrich und Rohdecke.

4.4 Flankenübertragung

Die Schallübertragung zwischen zwei Räumen erfolgt über den Trennbauteil und über die Flanken. Im Falle der Geschoßdecke liegen Nebenwege vor allem in Form der flankierenden Wände, aber auch als indirekte Schallübertragung über Luftschall-Nebenwege wie etwa Kabelkanäle, vor Abbildung 24. Dabei werden die Direktschallübertragung mit D und d und die Flankenschallübertragung mit F und f bezeichnet, wobei Groß- und Kleinbuchstaben auf Sende- und Empfangsseite hinweisen.

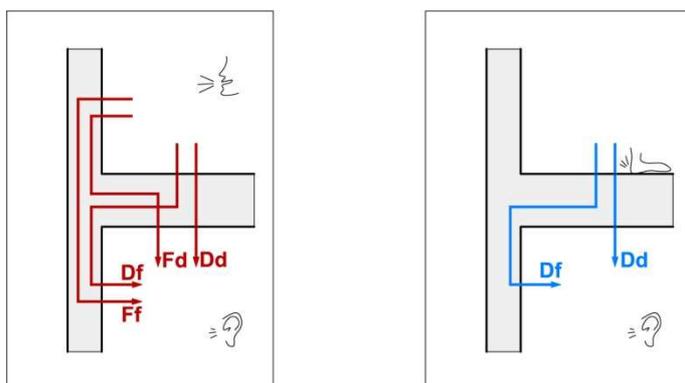


Abbildung 24: Luftschall- und Trittschallübertragungswege zwischen benachbarten Räumen

Dabei ist es nicht unüblich, dass die flankierenden Bauteile einen gleich hohen bzw. sogar höheren Schallpegel abstrahlen als der Trennbauteil. Wie sich gezeigt hat, ist die Schalldämmung in ausschließlich aus Massivholzbauteilen konstruierten Gebäuden im Vergleich zur Holztafelbauweise oder mineralischen Massivbauweise niedrig, wenn keine Maßnahmen gegen die Flankenübertragung ausgeführt werden [Östman et al. 2008]. In Abschnitt 0 werden baupraktische Lösungen für die Entkoppelung in der Massivholzbauweise aufgezeigt.

Die rege Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Schall-Längsleitung in den letzten Jahrzehnten hat zu einem allgemein akzeptierten Berechnungsmodell nach [ÖNORM EN 12354-1] für die Vorherbestimmung des Schallschutzes zwischen Räumen geführt. Diese Berechnungsmethode ist für Leichtbaukonstruktionen (z.B. Konstruktionen in Holzrahmenbauweise oder

Gipskartonständerwände) derzeit allerdings nur eingeschränkt geeignet. Weber und Scholl [Weber und Scholl 2000] sehen die Übereinstimmung von Rechenmodell und Messung aufgrund ihrer Untersuchung der Stoßstellendämmung von Leichtbauwänden aus Metallständerprofilen und Gipskartonplatten als unbefriedigend an. Bei Leichtbauteilen entstehen aufgrund der hohen inneren Dämpfung keine diffusen Körperschallfelder, weshalb direkte Messungen der Stoßstellendämmung nicht einwandfrei möglich sind. Das Berechnungsverfahren nach [ÖNORM EN 12354-1] ist daher hinreichend genau nur für massive Konstruktionen anwendbar, für Leichtbauteile jedoch nur bedingt geeignet [Schoenwald et al. 2004]. Resultierend aus der europäischen COST-Action FP 0702 wurden bei der Euronoise 2012 in Prag Erweiterungen für die akustische Prognose von Leichtbauteilen nach [ÖNORM EN 12354-1] von Schoenwald, Mahn und Guigou-Carter vorgestellt. Vorschläge, die derzeit aber noch nicht Eingang in die europäische Normung gefunden haben.

4.5 Anforderungen

Die schallschutztechnischen Anforderungen an Außen- und Trennbauteile werden in [OIB Richtlinie 5 2011] und der [ÖNORM B 8115-2] geregelt. Zusätzlich werden in [ÖNORM B 8115-5] freiwillige Schallschutz-Klassen angeführt.

4.5.1 Anforderungen an Außenbauteile

Die Anforderungen an Außenbauteile sind entsprechend dem standortbezogenen und bauteillagebezogenem Außenlärmpegel zu ermitteln. Grundsätzlich ist ein bewertetes resultierendes Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ von mindestens 33 dB und ein bewertetes Schalldämm-Maß R_w der opaken Bauteile von mindestens 43 dB einzuhalten. Das bewertete Schalldämm-Maß R_w der opaken Außenbauteile muss jeweils um mindestens 5 dB höher sein als das jeweils erforderliche bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ der Außenbauteile.

Das resultierende Schalldämm-Maß wird vom schwächsten Bauteil der Außenfläche bestimmt, welches in der Regel das Fenster darstellt. Der Einfluss eines durchschnittlichen Fensters kann nicht mehr kompensiert werden. Der Fensterflächenanteil spielt in diesem Zusammenhang auch eine wesentliche Rolle. Gerade bei Fassaden mit einer hohen Außenlärmbelastung ist aus diesem Grund der Fensterflächenanteil kritisch zu betrachten und die Raumaufteilung zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Anforderungen an das bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ für Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Kurgeläude u.dgl. nach [OIB Richtlinie 5 2015]

Maßgeblicher Außenlärmpegel [dB]		bewertetes resultierendes Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ [dB]
Tag	Nacht	
51-60	41-50	38
61-70	51-60	38,5 + 0,5 dB je Erhöhung des maßgeblichen Außenlärmpegels um 1 dB
71-80	61-70	44 + 1 dB je Erhöhung des maßgeblichen Außenlärmpegels um 1 dB

Bei Verwaltungs- und Bürogebäuden gelten um 5 dB geringere Anforderungen für das erforderliche bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ als in Tabelle 10 angeführt.

Bei Decken und Wänden gegen Durchfahrten und Garagen ist ein bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w von mindestens 60 dB erforderlich. Gebäudetrennwände müssen ein bewertetes Bauschalldämm-Maß von mindestens 52 dB je Wand aufweisen.

4.5.2 Anforderungen an Innenbauteile

Die Anforderungen an Innenbauteile werden in Tabelle 11 und Tabelle 12 angeführt.

Tabelle 11: Anforderungen an die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ innerhalb von Gebäuden nach [OIB Richtlinie 5 2015]

	$D_{nT,w}$ ohne Verbindung durch Türen [dB]	$D_{nT,w}$ mit Verbindung durch Türen [dB]
Aufenthaltsräume aus Räumen anderer Nutzungseinheiten und allgemein zugängliche Bereiche	55	50
Hotel-, Klassen-, Krankenzimmern oder Wohnräumen in Heimen aus Räumen der selben Kategorie	55	50
Hotel-, Klassen-, Krankenzimmern oder Wohnräumen in Heimen aus allgemein zugänglichen Bereichen	55	38
zu Nebenräumen aus Räumen anderer Nutzungseinheiten und allgemein zugängliche Bereiche	50	35
zu Hotel-, Klassen-, Krankenzimmern oder Wohnräumen in Heimen aus Nebenräumen	50	35

Tabelle 12: Anforderungen an den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nt,w}$ in Gebäuden nach OIB Richtlinie 5 [OIB Richtlinie 5 2015]

	$L'_{nt,w}$ zu Aufenthaltsräumen [dB]
Räumen anderer Nutzungseinheiten (Wohnungen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Hotels, Heimen, Verwaltungs- und Bürogebäude und vergleichbarer Nutzungen)	48
allgemein zugänglichen Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	48
aus allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Laubengängen)	50
aus nutzbaren Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	53

Zu Nebenräumen kann der bewertete Standard-Trittschallpegel um 5 dB erhöht werden.

4.6 Allgemeines

Wärmeschutz:

- Holz hat von allen tragenden Baustoffen die geringste Wärmeleitfähigkeit.
- Holz stellt eine geringe Wärmebrücke dar.
- Die geringeren Wandstärken der Holzaußenwände ermöglichen einen Gewinn an Nutzfläche.

Ziel des Wärmeschutzes ist es, den Energieverbrauch zur Aufrechterhaltung der thermischen Behaglichkeit in einem Gebäude gering zu halten sowie die Innenoberflächen der Außenbauteile möglichst nahe an der Raumtemperatur zu halten und diese vor Schimmelbefall und Kondensat zu schützen.

4.7 Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m.K)] ist eine Materialeigenschaft, welche angibt, wie viel Wärmemenge durch einen Stoff mit einem Meter Dicke pro m^2 und einem Kelvin Temperaturunterschied dringt. Je größer dieser Kennwert, desto weniger ist der Stoff für Wärmedämmzwecke geeignet. Tabelle 13 fasst Richtwerte der Wärmeleitfähigkeit ausgewählter Baustoffe zusammen.

Tabelle 13: Wärmeleitfähigkeit ausgesuchter Baumaterialien, Quellen: [ÖNORM EN 12524]¹⁾ und Vorschlag [ÖNORM B 8110-7]²⁾

Material	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ in W/(m.K)
Holz und Brettsper Holz Rohdichte 500 kg/m ³	0,13 ¹⁾
Beton (armiert mit 1% Stahl) Rohdichte 2300 kg/m ³	2,3 ¹⁾
Mineralwolle MW (SW)-W Rohdichte 30 kg/m ³	0,042 ²⁾
Mineralwolle MW (GW)-W Rohdichte 15 kg/m ³	0,040 ²⁾
Expandierter Polystyrolschaum (EPS-F) Rohdichte 15,8 kg/m ³	0,040 ²⁾
Holzfaserdämmstoffe (WF-W) Rohdichte 50 kg/m ³	0,042 ²⁾
Holzwohle (WW) Rohdichte 350 kg/m ³	0,11 ²⁾

Eine Gegenüberstellung der erforderlichen Dicken unterschiedlicher Baustoffe zur Erreichung eines Wärmedurchlasswiderstandes von 2 m²K/W stellt Abbildung 25 dar.

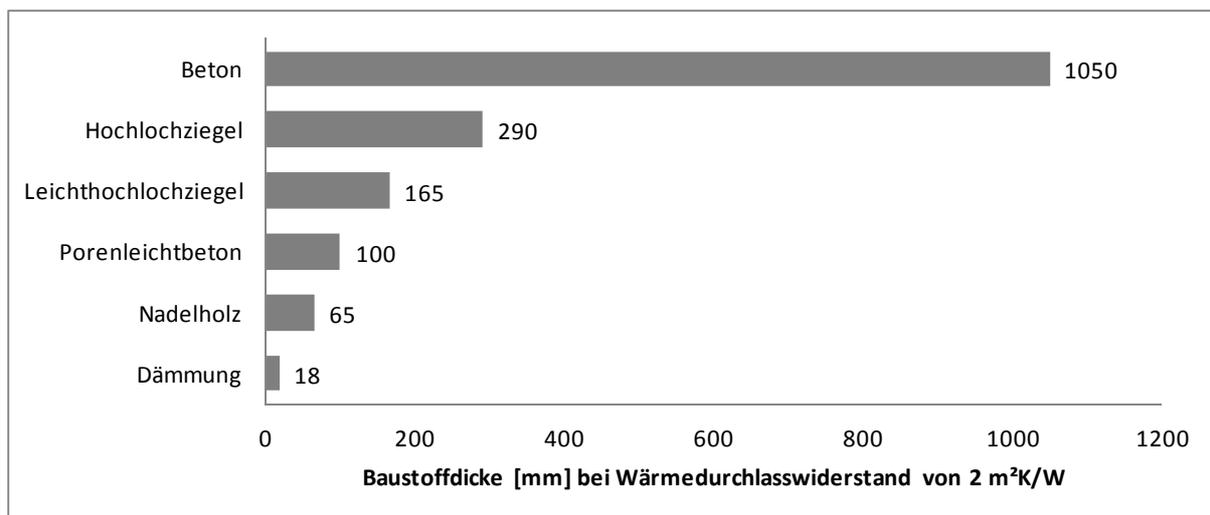


Abbildung 25: Gegenüberstellung der erforderlichen Dicken unterschiedlicher Baustoffe für einen Wärmedurchlasswiderstand von 2 m²K/W

4.8 U – Wert

Der U-Wert - auch Wärmedurchgangskoeffizient genannt $[W/(m^2.K)]$ - gibt an, welche Wärmemenge durch einen Körper pro m^2 und Kelvin Temperaturdifferenz dringt. Er errechnet sich über die Wärmeleitfähigkeiten und die Dicken der einzelnen Materialschichten und Pauschalwerte, welche den Bauteilgrenzen zugeordnet werden. Je höher die Wärmeleitfähigkeit der eingesetzten Materialien desto höher der U-Wert des Bauteils. Generell wird ein möglichst geringer U-Wert der Außenbauteile angestrebt.

Die Entwicklungen der durchschnittlichen U-Werte für Außenwände unterschiedlicher Bauweise zeigt Abbildung 26. Dabei werden die wärmetechnischen Vorteile der Holzbauweise ersichtlich. Eine Statistik der IG Passivhaus belegt, dass die Hälfte der errichteten Passivhäuser in reiner Holzbauweise ausgeführt wurde, siehe Abbildung 27. Zählt man die Mischbauweise hinzu bei welcher in der Regel die Außenhülle ebenfalls in Holzbauweise errichtet wird, so ergibt sich in Bezug auf die Außenhülle ein Marktanteil von über 60 % bei den Passivhäusern.

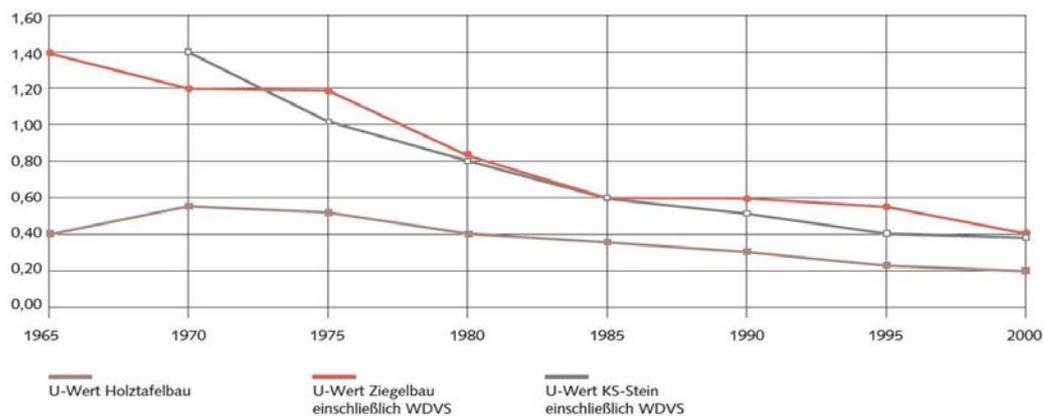


Abbildung 26: Entwicklung des Wärmeschutzes von Holztafel-, einschaligen Ziegel- und Kalksandsteinaußenwänden, Quelle: [Tichelmann 2007]

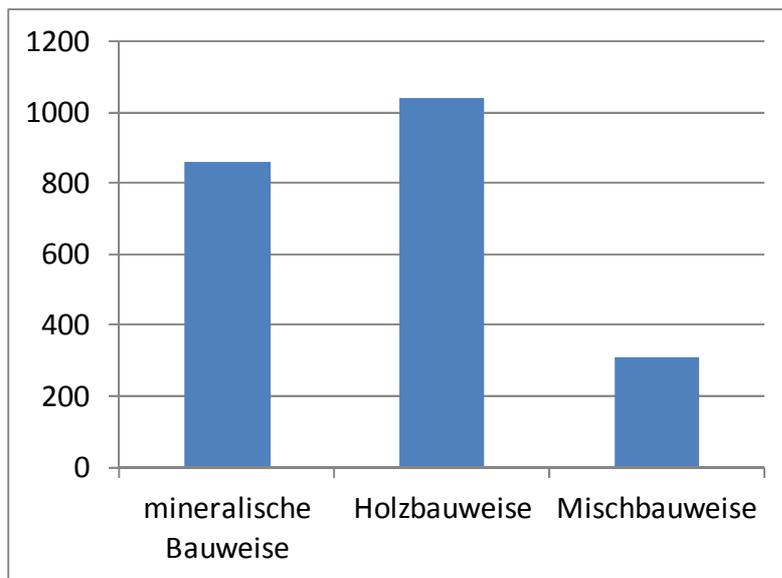


Abbildung 27: Passivhausobjekte aufgeteilt nach der Konstruktionsweise, Quelle: [Passivhaus]

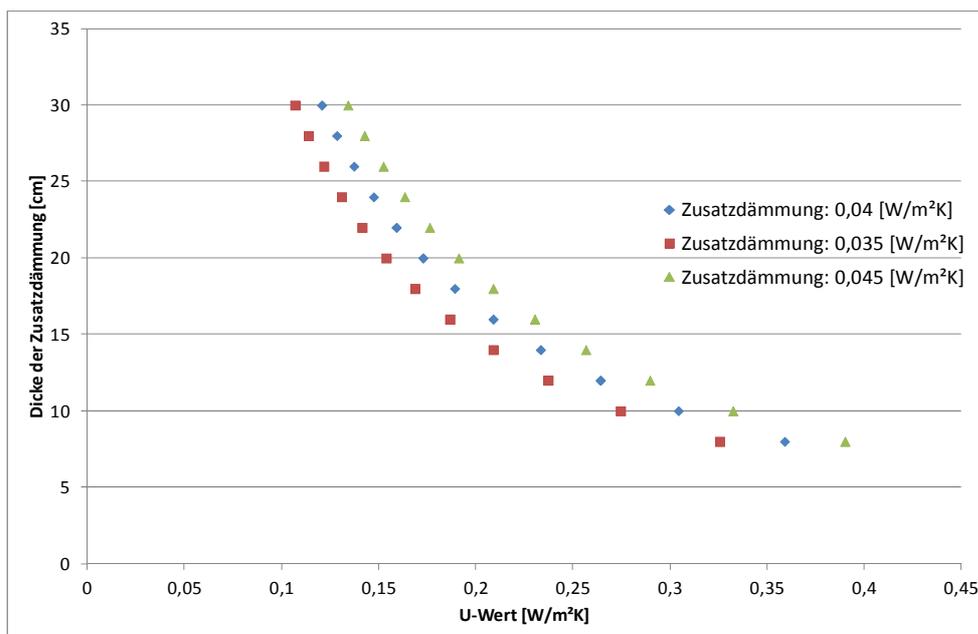


Abbildung 28: U-Werte einer 8 cm dicken Brettsperrholzwand (λ : 0,13 W/m²K) in Abhängigkeit der Dicke und der Wärmeleitfähigkeit der Zusatzdämmung

4.9 Sommertauglichkeit

Neben dem winterlichen Wärmeschutz kommt der Sommertauglichkeit der Gebäude eine große Bedeutung zu. Studien der Energy Efficiency of Room-Air-Conditioners (EERAC) [Adnot und Waide 2003; Varga und Pagliano 2006] sagen eine Vervierfachung des Kühlbedarfs in Europa zwischen 1990 und 2020 voraus.

Zur Erfüllung der Sommertauglichkeit von Räumen bzw. Gebäuden müssen der Energieeintrag, die Lüftung und die speicherwirksame Masse der Bauweise aufeinander abgestimmt werden.

- Energieeintrag

Der Energieeintrag setzt sich aus dem solaren Eintrag, welcher von den Größen, der Orientierung und den thermischen Kennwerten der Fenster, deren Verglasungen sowie der Art und Lage der Beschattung abhängt und den internen Lasten zusammen. Grundsätzlich sind Beschattungen außenseitig anzubringen.

- Luftwechsel

Der Luftwechsel durch natürliche Fensterlüftung ist von der Größe der Fensteröffnung, der Temperaturdifferenz, der Lage der Fenster und der Windströmung abhängig. Bei einer Temperaturdifferenz von 4 K können sich bei einer Querlüftung über zwei Geschoße Luftwechselraten von $4,6 \text{ h}^{-1}$ ergeben, [Schnieders 2003].

Zur Erzielung einer effizienten Lüftung spielen die Nutzer eine wesentliche Rolle. So zeigten Untersuchungen an Bürogebäuden, dass bei hohen operativen Temperaturen in den Räumen, aber auch bei hohen Außentemperaturen die Fenster geöffnet werden, [Rijal]. Neben diesem „bauphysikalischen Fehlverhalten“ spielen sicherheitstechnische und lärmschutztechnische Aspekte eine Rolle. So ist im Planungsstadium zu klären, ob eine nächtliche Dauerlüftung unter Beachtung der Sicherheitserfordernisse bzw. -bedürfnisse und des L_{night} -Lärmindex möglich bzw. zumutbar ist. Eine schwedische Studie belegt, dass bei einem L_{night} zwischen 47 und 51 dB ca. ein Drittel der Bevölkerung die Fenster nicht öffnet [Öhrström und Skanberg 2004].

Lüftungsanlagen sind in der Regel für den hygienisch erforderlichen Luftwechsel von $0,3 - 0,5 \text{ h}^{-1}$ im Winter ausgelegt. Mit diesen Luftwechselraten kann die Fensterlüftung unterstützt werden. Eine alleinige sommerliche Lüftung über eine Lüftungsanlage ist auch mit Erdregistern bei wirtschaftlicher Nutzung nicht möglich. Darüber hinaus würde es bei einer derartigen Erhöhung des Luftwechsels zu erheblichen Schallemissionen kommen.

- Speicherwirksame Masse

Den dritten Parameter stellt die speicherwirksame Masse dar. Hierbei gilt generell in Bezug auf das Zusammenspiel der drei Faktoren:

Je höher die Speicherfähigkeit der Bauweise desto länger dauert die Nachtabkühlung. Je geringer die speicherwirksame Masse desto größer muss das Augenmerk auf die Verringerung des Energieeintrages liegen.

Die Holzforschung Austria untersucht am bauphysikalischen Forschungshaus im Teilprojekt „energy-efficiency“ des COMET-Projektes HFA-TiMBER unter anderem den Einfluss unterschiedlicher Bauweisen auf das sommerliche Verhalten in Kombination mit Beschattung und Lüftung. Ein weiteres Projekt zu diesem Thema wurde 2016 von proHolz veröffentlicht „Sommerlicher Wärmeschutz im Klimawandel, Einfluss der Bauweise und weiter Faktoren“.

4.10 Anforderungen

Die Anforderungen an den Wärmeschutz sind in der OIB-Richtlinie 6 geregelt. Dabei wird an den Neubau von Wohngebäuden ein maximal zulässiger jährlicher Heizwärmebedarf $HWB_{BGF,WG,max,RK}$ von $16 \cdot (1+3,0/l_c)$ in kWh/m² konditionierter Brutto-Grundfläche in Abhängigkeit der Geometrie und bezogen auf das Referenzklima gefordert, wobei der Wert für Gebäude mit einer Brutto-Grundfläche > 100 m² maximal 54,5 kWh/m²a betragen darf. Zusätzlich werden Anforderungen an den Endenergiebedarf gestellt und im Energieausweis sind darüber hinaus der Primärenergiebedarf, der Gesamtenergieeffizienz-Faktor und die Kohlendioxidemission anzuführen.

Neben den angeführten Anforderungen an den Heizwärmebedarf bzw. den Endenergiebedarf gelten für den Neubau, die Renovierung bzw. die Erneuerung von Bauteilen bei konditionierten Räumen Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), siehe Tabelle 14.

Tabelle 14: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile, Auszug aus OIB-Richtlinie 6 [OIB Richtlinie 6 2015]

Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
Wände gegen Außenluft	0,35
Wände gegen Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20
Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
Decken gegen Garagen	0,30

Hinsichtlich der Luft- und Winddichtheit wird in Richtlinie 6 gefordert, dass bei Gebäuden ohne Lüftungsanlage die Luftwechselrate bei einem Differenzdruck von 50 Pa (n_{50} -Wert) den Wert 3,0 h⁻¹ und bei Gebäuden mit mechanisch betriebener Lüftungsanlage den Wert 1,5 h⁻¹ nicht überschreitet. Diese Werte sind bei Wohngebäuden mit einer Brutto-Grundfläche von mehr als 400 m² für jede Wohneinheit einzuhalten.

5 Feuchteschutztechnische Grundlagen

5.1 Allgemeines

Feuchteschutz:

- Holzbauteile sind nach außen diffusionsoffen. Innenseitig wird eine luftdichte Ebene mit einem höheren s_d -Wert ausgeführt.
- Energieeffizientes Bauen erfordert eine entsprechende luftdichte Gebäudehülle, wobei trotzdem eine ausreichende Luftwechselrate sicherzustellen ist. Durch Leckagen kann infolge des konvektiven Eintrages im Vergleich zur Diffusion ein Vielfaches an Feuchtigkeit in die Konstruktion gelangen.
- Aus diesem Grund ist auf die luftdichte Ausbildung der Anschlüsse und Durchdringungen ein hohes Augenmerk zu legen.
- Holzbauteile sind bei korrektem konstruktivem Holzschutz in Bezug auf den Feuchteschutz als unkritisch zu bezeichnen.

Ziel des Feuchteschutzes ist es, Feuchteschäden an und in Bauteilen zu verhindern. Im Folgenden werden einige wichtige Kennwerte und Einflussfaktoren zum Feuchteschutz kurz erläutert.

5.1.1 Wasserdampf-Sättigungsdruck

Damit Wasser gasförmig auftreten kann, muss die Bewegungsenergie der Moleküle größer sein als ihre Anziehungskraft untereinander. Ist dies nicht der Fall, ziehen sie sich gegenseitig an und Wasser kann nicht verdampfen. Mit steigender Temperatur erhöht sich die Bewegungsenergie der Moleküle und somit auch die Anzahl von Wassermolekülen im Raum - sofern genügend flüssiges Wasser vorhanden ist von dem sie entweichen können. Entweichen nun genau so viele Wassermoleküle von der Wasseroberfläche wie aus dem Gasraum auf diese Oberfläche auftreffen und dort wieder „festgehalten“ werden, so ist ein Gleichgewicht erreicht. Der Gasraum ist dann „wasserdampfgesättigt“. Der Druck, den diese Wassermoleküle erzeugen, wird als Wasserdampf-Sättigungsdruck oder Sättigungsdampfdruck bezeichnet.

5.1.2 Wasserdampf-Partialdruck

Als Partialdruck (Teildruck) bezeichnet man den Druck eines Gases innerhalb einer aus mehreren Gasen bestehenden Gasmischung. Durch Addition der einzelnen Partialdrücke der Gase erhält man den Gesamtdruck der Gasmischung.

Unter Wasserdampf-Partialdruck p_v versteht man somit den Teildruck des Wasserdampfes am gesamten vorhandenen Luftdruck.

Im Außenbereich liegt der Sättigungsdampfdruck p_{sat} nur bei Regen oder Nebel vor. Bei „normalen“ Bedingungen ist der tatsächlich vorhandene Partialdruck des Wasserdampfes kleiner als der Sättigungsdampfdruck.

5.1.3 Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchte (r.Lf.) gibt das Verhältnis des tatsächlich vorhandenen Wasserdampf-Partialdrucks zum Sättigungsdampfdruck wieder (vgl. Abbildung 29).

Gleichung 5-1: $\varphi = \frac{p_v}{p_{sat}} \times 100$	φ : relative Luftfeuchtigkeit [%] p_v : Wasserdampf-Partialdruck [Pa] p_{sat} : Sättigungsdampfdruck [Pa]
---	---

5.1.4 Absolute Luftfeuchtigkeit

Im Vergleich zur relativen Luftfeuchtigkeit gibt die absolute Luftfeuchtigkeit die vorhandene, gasförmige Wassermenge in einem definierten Volumen – also die Wasserdampf-konzentration – an.

Es besteht somit ein linearer Zusammenhang zwischen der absoluten Luftfeuchtigkeit und dem Wasserdampf-Partialdruck, siehe Abbildung 29. Die Abbildung zeigt, dass wärmere Luft eine höhere Menge an Wasserdampf aufnehmen kann. Wird beispielsweise Luft mit 0 °C / 100 % relative Luftfeuchtigkeit auf 20 °C erwärmt, so hat diese nur mehr eine relative Luftfeuchtigkeit von 28 %, siehe Tabelle 15.

Tabelle 15: Beispiel zur Luftfeuchtigkeit

Temperatur [°C]	Absolute Luftfeuchtigkeit [g/m³]	Wassergehalt bei Sättigungsdampfdruck [g/m³]	Dampfdruck [Pa]	Sättigungsdampfdruck [Pa]	Relative Luftfeuchtigkeit [%]
0	4,85	4,85	611	611	100
20	4,85	17,3	611	2340	28

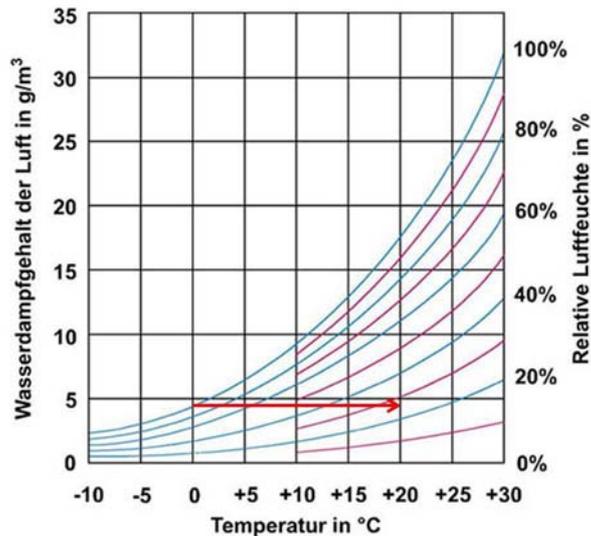


Abbildung 29: Abhängigkeit der absoluten Luftfeuchtigkeit und des Wasserdampf-Partialdrucks von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit

5.2 Diffusion

Unter Diffusion versteht man den Stofftransport im molekularen Bereich infolge der thermischen Eigenbewegung der Moleküle durch einen anderen Stoff. Das maßgebende treibende Potential für die Diffusion sind Konzentrations- bzw. Partialdruckunterschiede, zwischen welchen sich der zu durchdringende Stoff befindet.

Bei wärme- und feuchtetechnischen Betrachtungen im Bauwesen sind dies üblicherweise Wasserdampf-Partialdruckunterschiede.

5.2.1 Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl

Die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl - auch μ -Wert genannt - gibt an, um wie viel Mal dicker eine ruhende Luftschicht gegenüber der Dicke eines Materials sein muss, um denselben Diffusionswiderstand wie das Material selbst zu haben.

5.2.2 Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

Die Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke eines Materials - auch s_d -Wert genannt - gibt an, wie dick eine ruhende Luftschicht sein muss, um denselben Diffusionswiderstand zu erreichen wie das Material selber. Er errechnet sich mit Hilfe des μ -Werts durch:

$$\text{Gleichung 5-2: } s_d = \mu \times d$$

s_d : Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke [m]

μ : Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl [-]

d : Dicke des Stoffes [m]

Nach einem Merkblatt der Firma Purbond haben Untersuchungen zur Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl von PUR-Klebstofffilmen ergeben, dass ein 0,1 mm dicker satter Film einen s_d -Wert von ca. 25 mm Fichtenholz entspricht. Laut Untersuchungen, die in der Holzforschung Austria durchgeführt wurden, weist eine typische Klebstoffuge bei einem trockenem Klima (23 °C und 26,5 % mittlerer relativer Luftfeuchte) dieselbe diffusionsäquivalente Luftschichtdicke wie eine Fichtenlamelle mit einer Dicke von 2 - 10 mm und bei feuchtem Klima (23 °C und 71,5 % mittlerer relativer Luftfeuchte) die einer Fichtenlamelle mit einer Dicke von 7 - 19 mm auf. Der s_d -Wert der Brettsperrholzelemente ist von der Dicke und Durchgängigkeit des Klebstofffilms abhängig. Grundsätzlich kann ein Feuchteausgleich im Brettsperrholzelement gewährleistet werden. Entsprechend einem Merkblatt der Firma Dynea kann der s_d -Wert der MUF-Fuge mit ca. 5 mm Fichtenholz gleichgesetzt werden.

5.3 Konvektion

Neben der Diffusion kann es aufgrund von Luftdruckunterschieden zwischen Innenraum und Außenbereich zusätzlich zu konvektivem Feuchtetransport kommen. Der konvektive Feuchtetransport ist zum einen von den Leckagen und zum anderen von den Druckunterschieden abhängig. Alleine aufgrund der Thermik können im Winter in Abhängigkeit der Höhe des zusammenhängenden Innenraumes Druckunterschiede von mehreren Pascal auftreten, siehe Abbildung 30.

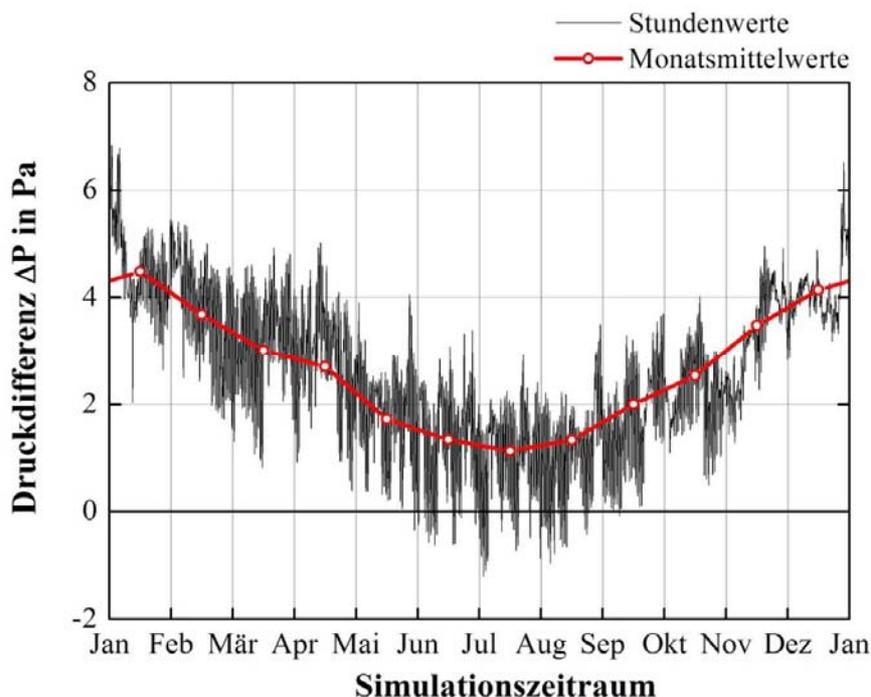


Abbildung 30: Druckdifferenz aufgrund der Thermik bei einem 8 m hohen Raum am Standort Klagenfurt mit einer Innentemperatur von 24 ± 2 °C

Im oberen Bereich des Hauses liegt somit über einen Großteil des Jahres ein Überdruck vor, wodurch die Innenraumlufte in die Bauteile gedrückt wird. Aus diesem Grund sind aus feuchteschutztechnischer Sicht Leckagen im oberen Bereich des Gebäudes als kritischer zu sehen.

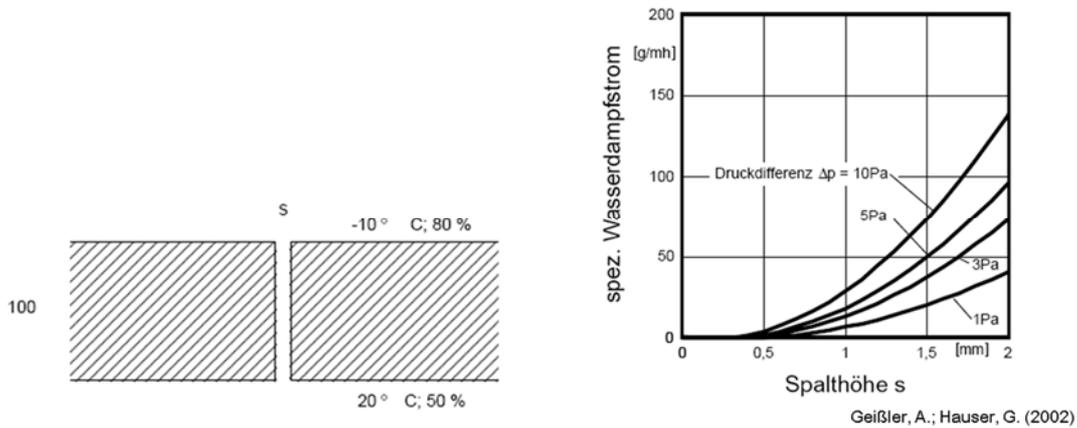


Abbildung 31: spezifischer Wasserdampfstrom in g/m·h in Abhängigkeit der Spalthöhe, Quelle: [Hauser und Maas 1992]

Leckagen können prinzipiell hinsichtlich ihrer Geometrie in Wärme- und Feuchteleckagen unterteilt werden, wobei die sogenannten Feuchteleckagen aus feuchteschutztechnischer Sicht wesentlich kritischer zu bewerten sind [Künzel Februar 2011].

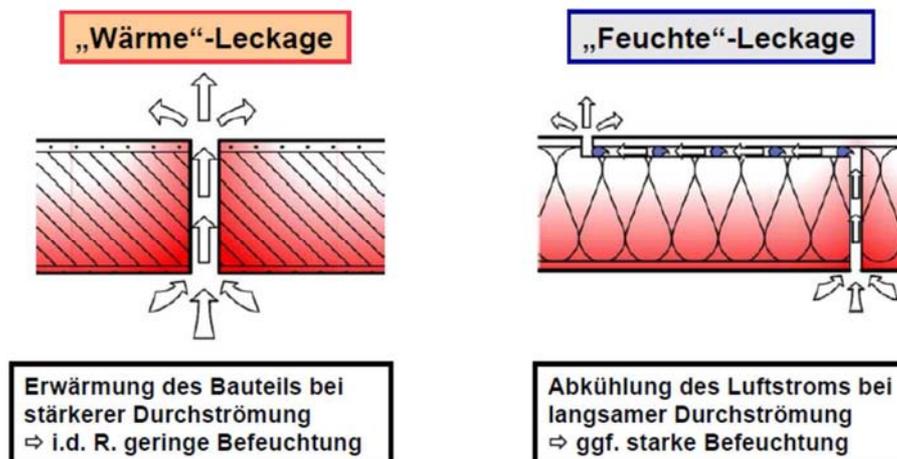


Abbildung 32: Wärme- und Feuchteleckagen, Quelle:[Künzel 2011]

Der Feuchteeintrag aufgrund von Konvektion kann unter Umständen ein Vielfaches des Eintrages durch Diffusion betragen. Aus diesem Grund kommt der Luftdichtheit der Gebäudehülle eine große Bedeutung zu [Nusser 2012].

5.4 Anforderungen

Die Anforderungen an den Feuchteschutz werden in den [OIB-Richtlinie 3 Oktober 2011 und OIB-Richtlinie 6 Oktober 2011] geregelt.

6 Gängige Aufbauten in Brettsperrholzbauweise

6.1 Außenwand

Außenwand:

- In der Regel ist keine Dampfbremse bzw. -sperre erforderlich.
- Die Luftdichtheit der Brettsperrholzelemente für sich wurde nachgewiesen.
- Bei der Niedrigstenergie- bzw. Passivhausbauweise kann die Verwendung einer strömungsdichten Bahn trotzdem baupraktische Vorteile bringen.
- Innenseitige Sichtholzausführung ist möglich.
- Sichtholzkonstruktion bzw. direkte Bekleidungen erhöhen die speicherwirksame Masse.
- Es sind Dämmstoffe mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand von $3 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2 \leq r \leq 35 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ zu verwenden.
- Elektroinstallationen können auch direkt in die Brettsperrholzelemente eingefräst werden.
- Eine entkoppelte und gedämmte Vorsatzschale verbessert den Schallschutz wesentlich.

Grundsätzlich sind Holzbauteile nach außen diffusionsoffen und innenseitig mit höheren Massen auszuführen. Die in diesem Zusammenhang in weiterer Folge angeführten Regeln gelten für unsere Klimazonen und für Gebäude mit herkömmlicher Nutzung, bei Kühlhäusern dreht sich das Partialdruckgefälle um und die Anordnung der Dampfbremse muss an der Außenseite erfolgen. An die einzelnen Bauteilschichten werden die Anforderungen der Tabelle 16 gestellt:

Tabelle 16: Übersicht der Anforderungen an die einzelnen Bauteilschichten

Bauteil	Anforderungen
Innenbekleidung: GKF	Brandschutz, Schallschutz, sommerlicher Wärmeschutz
gedämmte Vorsatzschale	Schallschutz, Brandschutz, Luftdichtheit der Gebäudehülle (nachträgliche Einbauten von E-Installationen möglich)
Brettsper Holzelement	Tragverhalten, Brandschutz, Luftdichtheit der Gebäudehülle
Wärmedämmung	Wärmeschutz, Brandschutz (z.B. bei deckenübergreifenden Außenwandstreifen), Schallschutz
Fassade	Witterungsschutz, Brandschutz (Brandweiterleitung)

Das Luftschalldämm-Maß des Massivholzrohbauteiles ist stark von der Fugenausbildung abhängig, siehe Abbildung 33. Durch Anbringen von Wärmedämmschichten mit Fassadenbekleidungen und Installationsebenen bzw. direkten Innenbekleidungen kann der Einfluss der Elementfugen vernachlässigt werden. So können hohe Streuungen zwischen einzelnen Massivholzelementen bei Anbringen einer innenliegenden Installationsebene und einer Dämmschicht stark verringert werden, [Holtz et al. 2002].

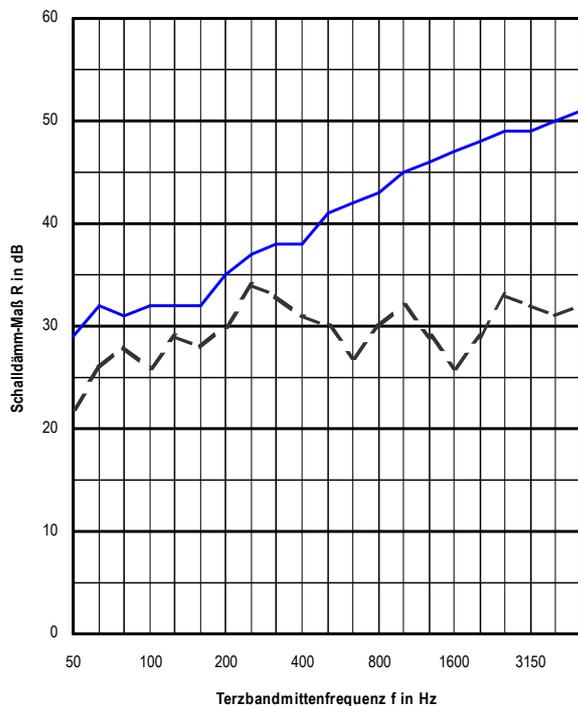
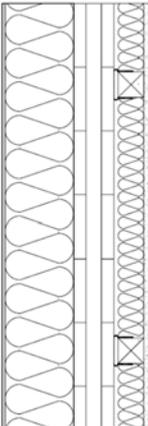


Abbildung 33: Einfluss der Fugenausbildung auf die Luftschalldämmung bei einer 160 mm dicken Brettstapeldecke Stoßfuge offen $R_w = 30$ dB; Stoßfuge abgekittet $R_w = 45$ dB, Quelle: [Holtz et al. 2002]

6.1.1 Beispiele

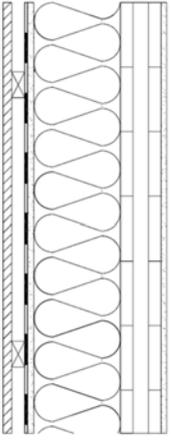
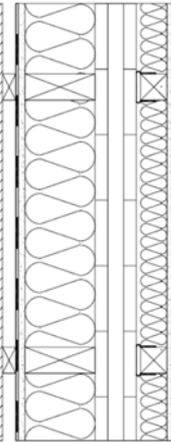
Tabelle 17: Außenwand mit Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) ohne und mit Installationsebene (max. Bauteilhöhe 3m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C; C _{tr}) [dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu awmopc01a-01	7,0 140,0 80,0 ¹⁾ 12,5	Putz Steinwolle MW-PT Brettsperrholz GKF oder GF	REI 60 35 kN/m	0,23	39 (-1;-4)	
 www.dataholz.eu awmopi01a-02	7,0 140,0 100,0 ²⁾ 60,0 60,0 12,5	Putz Steinwolle MW-PT Brettsperrholz Lattung auf Schwingbügel e=660 mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 120 35 kN/m	0,18	49	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 78 und 85 mm

²⁾ gilt für einen Bereich zwischen 95 und 105 mm

Tabelle 18: Außenwand mit hinterlüftete Fassade ohne und mit Installationsebene (max. Bauteilhöhe 3m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C;C _{tr})[dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu awmoho05a-01	20,0 30,0 15,0 200,0 100,0 ¹⁾ 12,5	Lärchenfassade Lattung diffusionsoffene Folie $s_d \geq 0,3$ m Gipsfaserplatte (GF) Mineralwolle Brettsperrholz GKF oder GF	REI 60 35 kN/m	0,15	41	
 www.dataholz.eu awmohi02a-01	24,0 30,0 15,0 200,0 200,0 100,0 ¹⁾ 60,0 50,0 12,5	Lärchenfassade Lattung diffusionsoffene Folie $s_d \geq 0,3$ m Gipsfaserplatte (GF) Konstruktionsholz (6/20; e: 62,5) Mineralwolle Brettsperrholz Lattung auf Schwingbügel e = 660 mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 90 35 kN/m	0,15	48	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 95 und 105 mm

6.1.2 Konstruktive Regeln

6.1.2.1 Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

Die Wahl des Dämmstoffes des WDVS hat einen wesentlichen Einfluss auf die schallschutztechnischen Qualitäten der Außenwand. Entscheidend sind die dynamische Steifigkeit und die Rohdichte der Dämmplatten sowie die Rohdichte und Dicke des Putzes. Es ist davon auszugehen, dass WDVS auf Polystyrol (EPS-F), wie auch bei massiven mineralischen Grundwänden, zu einer Verschlechterung der Schalldämmung führen. Dies gilt, wie Labormessungen gezeigt haben, nicht für Systeme aus elastifiziertem EPS-F.

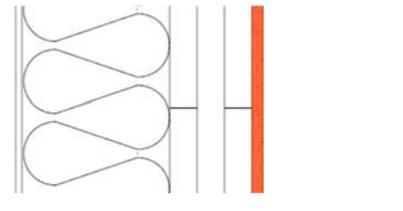
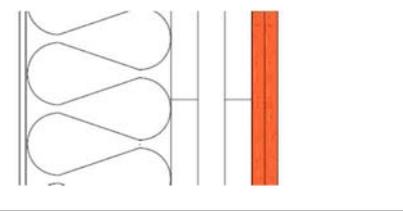
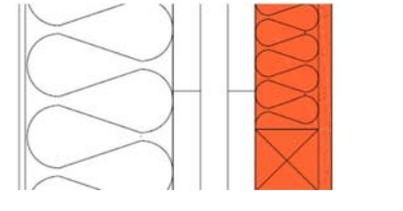
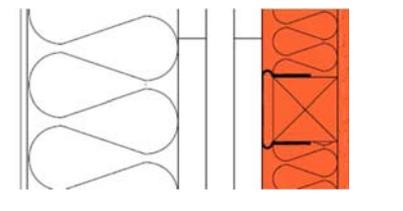
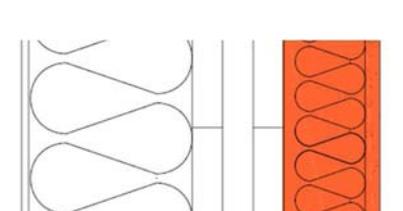
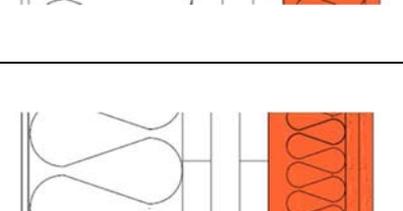
6.1.2.2 Dämmstoff

Die Wahl des Dämmstoffes in der Vorsatzschale bzw. im „Gefach“ bei einer außenliegenden Dämmung mit hinterlüfteter Fassade kann sich ebenfalls auf das Schalldämm-Maß auswirken. So wird von den eingebauten Dämmstoffen, welche als Hohlraumdämpfung Verwendung finden sollen, ein längenbezogener Strömungswiderstand r von $\geq 5 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ gefordert. Basierend auf Untersuchungen von [Maack 2008] werden alle Faserdämmstoffe mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand von $3 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2 \leq r \leq 35 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ bauakustisch als gleichwertig eingestuft. Darunter können neben Mineralfaserdämmstoffen, Zellulose- und Holzfaserdämmstoffe auch Schafwolle und Flachs eingereiht werden. Bei Zellulosedämmstoffplatten mit einem längenbezogenen Strömungswiderstand r von $80 \text{ kPa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ verschlechtert sich entsprechend Messungen von [Maack 2008] das Luftschalldämm-Maß um 4 dB gegenüber Mineralfaserdämmungen. Diese Dämmungen wirken eher als geschlossene Schale und nicht als Hohlraumdämpfung. Bei Verwendung von Polystyrol im Gefach erfolgt eine Verschlechterung um 9 dB. Polystyrol sollte sowohl aus akustischen als auch aus brandschutztechnischen und verarbeitungstechnischen (Fugenausbildung) Gründen in keinen Gefachen eingesetzt werden.

6.1.2.3 Innenbekleidung / Installationsebene

Einen weiteren wesentlichen Einfluss stellt die Ausführung der Installationsebene dar. So ergeben sich als grobe Näherung, die in Tabelle 19 angeführten Verbesserungen zwischen direkter Bekleidung mit Gipskartonplatten, einer direkt befestigten Vorsatzschale und einer auf Schwingbügel befestigten Vorsatzschale. Gipsplatten können mit Dicken von maximal 15 mm als biegeweiche Schalen bezeichnet werden. Anstelle von dickeren Platten sollten diese aus schallschutztechnischen Gründen besser mehrlagig verlegt werden.

Tabelle 19: Richtwerte für die Verbesserung des Luftschalldämm-Maßes zu einer nicht bekleideten Brettsperrholzaußenwand mit einem Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

	Ausführung der Innenbekleidung	Verbesserung
	1-lagige Bekleidung durch 12,5 mm Gipsplatte	0 - 1 dB
	2-lagige Bekleidung durch 12,5 mm Gipsplatte	1 - 2 dB
	mit Mineralwolle gedämmte Vorsatzschale direkt auf Rohwand befestigt und mit 1 x 12,5 mm Gipsplatte bekleidet	< 6 dB
	mit Mineralwolle gedämmte Vorsatzschale mit Lattung auf Schwingbügel befestigt und mit 1 x 12,5 mm Gipsplatte bekleidet	< 15 dB
	mit Mineralfaser gedämmte Vorsatzschale vollständig entkoppelt ¹⁾ : mit 85 mm Hohlraum mit Hohlraumdämpfung ≥ 50 mm Mineralfaser zw. CW-Profil und mit 1 x 12,5 mm Gipsplatte bekleidet	< 22 dB
	mit Mineralfaser gedämmte Vorsatzschale vollständig entkoppelt ¹⁾ : mit 85 mm Hohlraum mit Hohlraumdämpfung ≥ 50 mm Mineralfaser zw. CW-Profil und mit 2 x 12,5 mm Gipsplatte bekleidet	< 23 dB

¹⁾ Befestigung ausschließlich an der Decke und dem Boden

6.2 Tragende Innenwand

Tabelle 20: Innenwand mit und ohne Gipsplatte (max. Bauteilhöhe 3m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C; C _{tr}) [dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu iwmxxo01a-00	12,5 100,0 ¹⁾ 12,5	GKF oder GF Brettsper Holz GKF oder GF	REI 60 ²⁾ 35 kN/m		38 (-2;-5)	
 www.dataholz.eu iwmxxo01a-01	100,0 ¹⁾	Brettsper Holz	REI 60 ²⁾ 35 kN/m		33 (-1;-4)	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 95 und 105 mm

²⁾ Für R 60 Ausführung ist eine doppelte Bekleidung (2 x 12,5 mm) GKF oder GF erforderlich.

6.3 Trennwand

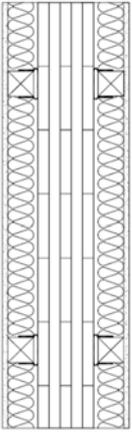
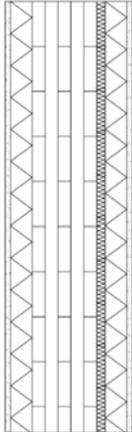
Trennwand:

- Einschalige Trennwände benötigen vollständig entkoppelte Vorsatzschalen.
- Der Zwischenraum (≥ 5 cm) bei zweischaligen Trennwänden ist vollständig mit Mineralwolle auszdämmen.
- Die luftdichte Ausführung der Stöße, Anschlüsse und Einbauten ist zu berücksichtigen.
- Einbau und Durchführung wasserführender Rohre sowie Sanitär- und Heizungsleitungen wird aus schallschutztechnischen Gründen nicht empfohlen.

Grundsätzlich können Trennwände ein- oder zweischalig ausgeführt werden. Bei einer einschaligen Trennwand sind in jedem Fall beidseitig freistehende Vorsatzschalen erforderlich. Sollte die Decke als Durchlaufdecke ausgeführt sein, so ist auch bei dieser eine Abhängung erforderlich. Wie bei den Außenwänden können sich aufgrund der Ausbildung einer Vorsatzschale folgende Unterschiede ergeben. Die angeführten Regeln gelten sowohl für Wände zwischen Nutzungseinheiten als auch zu allgemeinen Erschließungszonen.

6.3.1 Beispiele

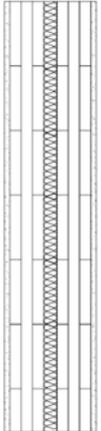
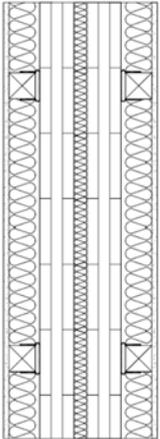
Tabelle 21: Trennwand einschalig (max. Bauteilhöhe 3m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C; C _{tr}) [dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu twmxxo04a-00	12,5 60,0 60,0 100 ¹⁾ 60,0 60,0 12,5	GKF oder GF Mineralwolle Lattung auf Schwingbügel e = 660 mm Brettsperrholz Lattung auf Schwingbügel e = 660 mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 90 35 kN/m	0,25	57	
 www.dataholz.eu twmxxo01-00	15,0 50,0 140 ²⁾ 20,0 50,0 15,0	Kalk-Gipsputz Heraklith BM Brettsperrholz Heralan TP Heraklith BM Kalk-Gipsputz	REI 90 35 kN/m	0,33	60 (-3;-9)	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 95 und 105 mm

²⁾ gilt für einen Bereich zwischen 134 und 145 mm

Tabelle 22: Trennwand zweischalig (max. Bauteilhöhe 3m)

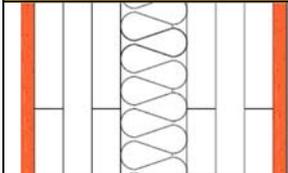
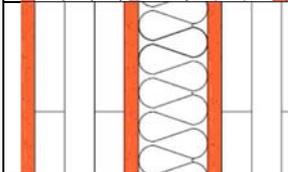
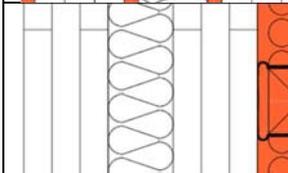
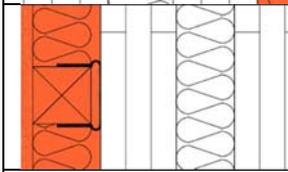
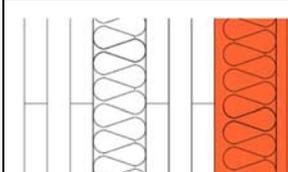
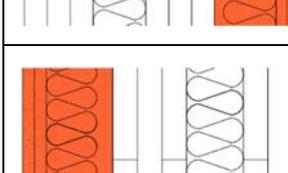
Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C;C _{tr})[dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu twmxxo03a-00	12,5 80,0 ¹⁾ 30,0 80,0 ¹⁾ 12,5	GKF oder GF Brettsperrholz Trittschalldämmung MW-T Brettsperrholz GKF oder GF	REI 60 35 kN/m	0,38	56	
 www.dataholz.eu twmxxo06b-00	12,5 60,0 50,0 80,0 ¹⁾ 30,0 80,0 ¹⁾ 50,0 60,0 12,5	GKF oder GF Lattung auf Schwingbügel e = 625 mm Mineralwolle Brettsperrholz Trittschalldämmung MW-T Brettsperrholz Lattung auf Schwingbügel e = 625 mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 60 35 kN/m	0,21	61	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 78 und 85 mm

6.3.2 Konstruktive Regeln

6.3.2.1 Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch Vorsatzschalen

Tabelle 23: Richtwerte für die Verbesserung des Schalldämm-Maßes zu einer nicht bekleideten zweischaligen Brettsperrholzwand mit gedämmten Zwischenraum (60 mm Mineralfaser)

	Ausführung der Innenbekleidung	Verbesserung
	einseitige Bekleidung durch 1 x 12,5 mm Gipsplatten	1 dB
	zweiseitige Bekleidung durch 1 x 12,5 mm Gipsplatten	2 dB
	einseitige gedämmte Vorsatzschale auf Schwingbügel	< 7 dB
	beidseitige gedämmte Vorsatzschale auf Schwingbügel	< 10 dB
	einseitige Vorsatzschale, vollständig entkoppelt ¹⁾ mit 85 mm Hohlraum mit Hohlraumdämpfung 50 mm Mineralwolle zw. CW-Profil und mit 2 Lagen Gipsplatte bekleidet	< 11 dB
	zweiseitige Vorsatzschale, vollständig entkoppelt ¹⁾ mit 85 mm Hohlraum mit Hohlraumdämpfung 50 mm Mineralwolle zw. CW-Profil und mit 2 Lage Gipsplatte bekleidet	< 15 dB

¹⁾ Befestigung ausschließlich an der Decke und dem Boden

6.3.2.2 Zwischenraum bei zweischaligen Trennwänden

Je größer der Abstand zwischen den Trennwänden ist, desto höher ist das Schalldämm-Maß, wobei als wirkungsvoller Mindestabstand 5 cm empfohlen werden. Der Zwischenraum ist in jedem Fall mit Mineralwolle zu dämmen. Asymmetrische Aufbauten können das Schalldämm-Maß verbessern.

Die Zwischenräume bei zweischaligen Trennwänden sind vollständig auszdämmen. Eine durchgehende Luftschicht ist aus brand- und aus schallschutztechnischen Gründen (Möglichkeit der Verbindung) nicht zulässig.

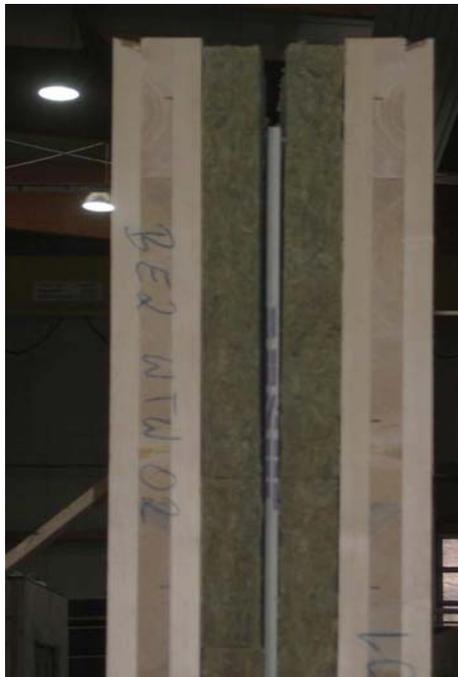


Abbildung 34: Zwischenraum der Trennwand mit Mineralwolle ausgefüllt (Gipskartonplatte aus schallschutztechnischen Gründen)



Abbildung 35: Steinwolle dämmung und unzulässige durchgehende Luftschicht zwischen Trennwand

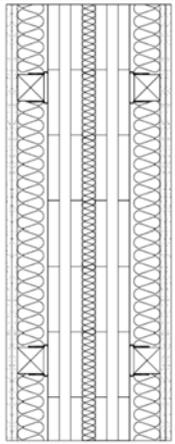
6.4 Brandabschnittsbildende Wand

Brandabschnittsbildende Wand:

- Der Zwischenraum (≥ 5 cm) bei zweischaligen Aufbauten ist vollständig mit Mineralwolle auszdämmen.
- An der Grundgrenze sind nichtbrennbare Bekleidungen und Beläge einzusetzen.
- Elektroinstallationen sind in Vorsatzschale zu verlegen oder es sind Kompensationsmaßnahmen erforderlich.
- Die luftdichte Ausführung der Stöße, Anschlüsse und Einbauten ist zu berücksichtigen.
- Einbau und Durchführung wasserführender Rohre sowie Sanitär- und Heizungsleitungen wird aus schallschutztechnischen Gründen nicht empfohlen.

6.4.1 Beispiel

Tabelle 24: Beispiel einer brandabschnittsbildenden Wand (max. Bauteilhöhe 3 m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C;C _{tr})[dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu twmxxo06b-00	2x12,5 60,0 50,0 80,0 ¹⁾ 30,0 80,0 ¹⁾ 60,0 50,0 2x12,5	GKF oder GF Lattung auf Schwingbügel e=625 mm Mineralwolle Brettsperrholz Trittschalldämmung MW-T Brettsperrholz Lattung auf Schwingbügel e=625 mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 90 35 kN/m	0,20	61	

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 78 und 85 mm

6.4.2 Konstruktive Regeln

Zusätzlich zu den Hinweisen an Trennwände gelten folgende konstruktiven Grundsätze für brandabschnittsbildende Wände in Holzbauweise:

- Der Hohlraum zwischen zweischaligen Bauteilen ist vollständig mit Dämmstoffen der Klasse mindestens A2 zu füllen.
- Durchdringungen durch die brandabschnittsbildenden Wände sollten grundsätzlich vermieden werden. Sofern dies nicht umsetzbar ist, sind die Durchdringungen mit zertifizierten Systemen abzuschotten.
- Bei brandabschnittsbildenden Wänden an der Grundstücksgrenze werden, sofern an das Gebäude angebaut werden kann, nichtbrennbare Beläge bzw. Bekleidungen empfohlen. Diese Maßnahme empfiehlt sich abweichend zu den Anforderungen der OIB Richtlinie 2 bei allen Bauweisen.
- Elektroinstallationen sind bei brandabschnittsbildenden Wänden in gedämmten Installationskanälen oder Vorwandkonstruktionen zu führen. Bei einer Verlegung im tragenden Massivholzbauteil sind Kompensationsmaßnahmen, wie z.B. Einhausungen der Hohlraum Dosen mit nichtbrennbaren Platten oder Verwendung von geprüften Brandschutzdosen, erforderlich. Von der Verwendung eines mindestens 25 mm dicken Gipsbettes als Kompensationsmaßnahme wird aus baupraktischen Gründen abgeraten.

6.5 Aufzugswände

Aufzugsschächte können für Gebäude der Gebäudeklasse 4 auch in Holzbauweise errichtet werden, wobei innenseitig eine nichtbrennbare Bekleidung anzubringen ist. Aus schallschutztechnischen Gründen empfiehlt es sich die Schächte zweischalig auszuführen, bei Aufzügen ohne Triebwerksraum sollte dies generell erfolgen. Ausführungsdetails auch hinsichtlich der körperschallgedämmten Lagerung des Triebwerkträgers können [Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten 2004] entnommen werden.

6.6 Trenndecke

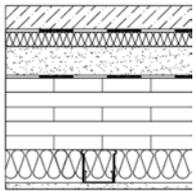
Trenndecke:

- Es ist eine Mineralwolle-Trittschalldämmung mit möglichst geringer dynamischer Steifigkeit ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$) zu verwenden. Bei Trockenestrichen sind höhere dynamische Steifigkeiten ($s' \geq 20 \text{ MN/m}^3$) erforderlich.
- Schüttungen sind mit Rohdichten $\rho \geq 1.300 \text{ kg/m}^3$ ungebunden einzubauen.
- Polystyrol-Schüttung sind als trittschallverbessernde Maßnahme im Holzbau nicht geeignet.
- Brettsperrholzdecken mit Holzuntersicht benötigen verbesserten Fußbodenaufbau (mindestens 10 cm ungebundene Schüttung).
- Bei Brettsperrholzdecken mit Holzuntersicht ist die Luftdichtheit im Bereich der E-Installationen zu beachten.
- Abgehängte Untersichten sind zu entkoppeln und der Hohlraum mit fasrigen Dämmstoffen auszdämmen.
- Federschienen führen zu besserem Schallschutz als Federbügel.
- Anstelle einer dicken Gipsplatte (z.B. 18 oder 25 mm) sind aus schallschutztechnischen Gründen zwei dünnere Platten einzusetzen.
- Bei schwimmendem Estrich ist eine Koppelung zwischen Estrich und Rohdecke durch eine durchgehende Trennfolie zu verhindern. Im Bereich von Kreuzungspunkten von Rohren ist ebenfalls zu achten, dass es zu keinen Koppelungen kommen kann.
- Schallbrücken zum Estrich im Bereich von Wänden, Stützen, Installationen u.dgl. sind durch Randdämmstreifen zu vermeiden.

Trenndecken können in Sichtholzqualität und mit abgehängter Untersicht ausgeführt werden. Sichtholzdecken bzw. direkt bekleidete Decken ohne schallschutztechnische Abhängungen benötigen zur Erfüllung der Anforderungen an den Trittschallschutz einen verbesserten Fußbodenaufbau.

6.6.1 Beispiel

Tabelle 25: Beispiel einer Trenndecke (max. Spannweite 5 m)

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C;C _{tr})[dB]	$L_{n,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu gdmnxa02a-02	60,0	Zementestrich	REI 60 5 kN/m ²	0,25	62 (-2,-6)	46 (2)
	30,0	Trennschicht Kunststoff				
	60,0	Trittschalldämmung MW-T				
		Splittschüttung ungebunden				
		Rieselschutz				
	140,0 ¹⁾	Brettsperrholz				
	70,0	Abhängung e = 410 mm				
60,0	Mineralwolle					
12,5	GKF oder GF					

¹⁾ gilt für einen Bereich zwischen 134 und 145 mm

6.6.2 Konstruktive Regeln

6.6.2.1 Gehbelag

Teppiche führen in der Regel zu einer hohen Trittschallminderung. Entsprechend [ÖNORM B 8115-2] dürfen Teppiche, Teppichböden, Matten und dergleichen nicht berücksichtigt werden. Zu berücksichtigen sind in dauerhafter Art und Weise aufgebrachte Gehbeläge, wie Estriche, Klebparkett und Fliesenbelag. Für Hotels, Heime und Balkone ist es zulässig die Anforderungen durch ständig vorhandene Gehbeläge, wie z.B. Spannteppich, aufgeklebte Textilbeläge, Kunststoffböden und Linoleum zu erfüllen.

6.6.2.2 Estriche

Im mehrgeschoßigen Holzbau werden in der Regel Zementestriche auf Trittschalldämmplatten eingesetzt. Diese zeichnen sich durch gute Trittschallverbesserung und Wirtschaftlichkeit aus. Zur Verbesserung des Schallschutzes im tiefen Frequenzbereich kann eine Erhöhung der Dicke von 50 auf maximal 80 mm beitragen. Einen Nachteil der Nassestriche stellt die eingebrachte Feuchtigkeit dar, welche im Bauzeitplan zu berücksichtigen ist und baupraktisch kein Problem darstellt.

Alternativ können Trockenestriche auf Trittschalldämmplatten eingesetzt werden, welche allerdings eine geringe Trittschallverbesserung bei den Holzdecken erzielen. Neben der fehlenden Baufeuchte stellen die geringen Aufbauhöhen einen Vorteil dar.

Bei Trockenestrichsystemen bzw. Doppelbodensystemen wird häufig die bewertete Trittschallminderung ΔL_w für den Fußboden angeführt. In der Regel beziehen sich die angeführten Kennwerte auf Prüfungen an mineralischen Decken. Die Ergebnisse können nicht direkt für den Holzbau übernommen werden. Lang hat für Holzdecken in [Lang] bewertete Trittschallminderungen $\Delta L_{t,w}$ (Holzbalkendecke) bzw. $\Delta L_{tv,w}$ (Massivholzdecke) von 14 unterschiedlichen Fußbodenaufbauten publiziert.

Estriche sind schwimmend zu verlegen, das heißt, dass der Estrich auf einer Trittschalldämmplatte aufliegt und es keine direkte Verbindung mit z.B. Wänden, Stützen, Installationsleitungen oder Türöffnungen bzw. -stöcken gibt. Mangelhafte Detailausführungen durch derartige Verbindungen können den Trittschallschutz um bis zu 20 dB (!) verschlechtern. Schallbrücken können auch durch Sesselleisten oder Einbauten von Duschen und Badewannen entstehen.

6.6.2.3 Trittschalldämmung

Die eingebauten Trittschalldämmungen müssen eine möglichst geringe dynamische Steifigkeit s' aufweisen. Bei Nassestrichen können Produkte mit $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ eingesetzt werden. Labormessungen zeigten, dass sich der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von 53 dB auf 46 dB durch den Einsatz einer Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit von 10 MN/m^3 anstelle von 35 MN/m^3 verbessern kann. Untersuchungen an Massivholzdecken ohne abgehängter Decke ergaben einen bewerteten Normtrittschallpegel von 44 dB bei Einsatz einer 35/30 mm Mineralwolle-Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit $s' \leq 5 \text{ MN/m}^3$ im Vergleich zu 56 dB bei einer 21/20 mm dicken Trittschalldämmung mit einer dynamischen Steifigkeit s' von 24 MN/m^3 , [Holtz et al. 2004].

Trittschalldämmungen aus Mineralwolle weisen wesentlich geringere dynamische Steifigkeiten auf als jene auf Polystyrolbasis und sind aus diesem Grund im Holzbau vorzuziehen. Laut Köhnke ergeben sich um 3 - 4 dB bessere Trittschallpegel beim Einsatz von Mineralwolle anstelle von Polystyrol, [Köhnke 2012].

Bei Trockenestrichen sind grundsätzlich Trittschalldämmungen mit höheren dynamischen Steifigkeiten (ab ca. 20 MN/m^3) erforderlich.

6.6.2.4 Schüttung

Die Schüttung dient als zusätzliche Masse, im Falle einer losen Schüttung aber auch als Dämpfung. Aus diesem Grund sind ungebundene (lose) Schüttungen mit einer Mindestdichte von 1.300 kg/m^3 und einer Mindestdicke von 5 cm einzusetzen. Bei Decken ohne Abhängung ist die Dicke auf mindestens 10 cm zu erhöhen. In der Vergangenheit kam es bei diversen Objekten immer wieder zu Diskussionen mit den Estrichlegern hinsichtlich der Verarbeitbarkeit von losen Schüttungen. Es können auch lose Schüttungen zur Pumpbarkeit mit Wasser versetzt werden. Bei entsprechender Berücksichtigung des Bauablaufes kommt es zu keinen Problemen, wie realisierte Objekte bestätigen. Diese Objekte können auch als Eignungsnachweis für den Einsatz von ungebundenen Schüttungen gesehen werden. Bei

Einbau einer starr gebundenen Schüttung anstelle der losen Schüttung verschlechtert sich der bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ je nach Aufbau um 3 - 6 dB.

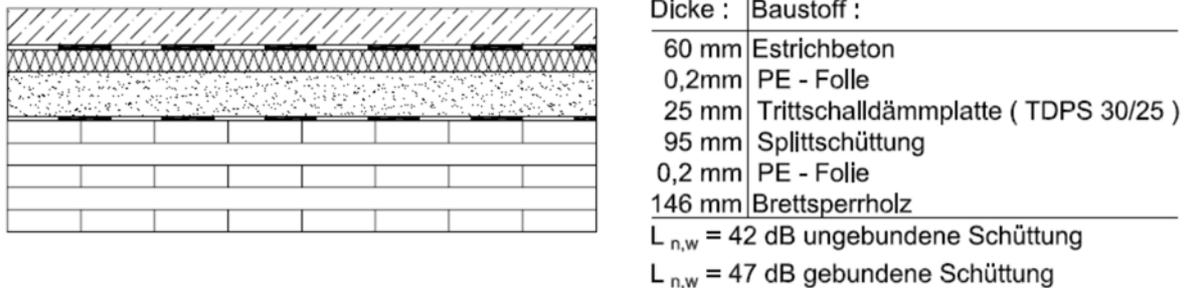


Abbildung 36: Einfluss der Schüttung auf den bewerteten Normtrittschallpegel $L_{n,w}$, Quelle: [Ferk 2006]

6.6.2.5 Verlegung von E-Leitungen

Bei sichtbaren Brettsperrholzdecken ist im Bereich der Verlegung der Elektroverrohrung für Deckenleuchten auf die Luftdichtheit innerhalb der einzelnen Wohnungen zu achten. Die Verrohrung wird in der Regel auf der Rohdeckenoberseite geführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Durchdringungen durch die Decke luftdicht ausgebildet werden und die Verrohrung so verlegt wird, dass ein allfälliges nachträgliches Einziehen einzelner Kabel möglich ist.



Abbildung 37: E-Leitungsführung bei sichtbarer Brettsperrholzdecke ist luftdicht auszuführen

6.6.2.6 Abgehängte Untersicht

Als Bekleidung bei Unterdecken werden im Holzbau in der Regel Gipsplatten oder Gipsfaserplatten eingesetzt. Eine, mit einer Lattung direkt auf einer Sichttramdecke befestigte Unterdecke, kann eine Verbesserung von bis zu 15 dB bringen. Durch die Verwendung einer Federschiene erhöht sich bei der Holzbalkendecke die Verbesserung auf

bis zu 25 dB, während sie bei einer Massivholzdecke aufgrund des geringen Abstandes zwischen Rohdecke und Unterdecke 4 dB beträgt, [Holtz et al. 1999b]. Ursache für diesen geringeren Wert bei der Massivholzbauweise stellt der kleinere Schalenabstand dar. Aus diesem Grund wird eine entkoppelte Befestigung mittels Federschiene bzw. Schwingbügel der Unterdecke empfohlen. Dabei ist allerdings die Befestigung entscheidend, siehe Abbildung 38. Eine starre Verbindung verschlechtert den Schallschutz dieser Maßnahme erheblich. Diverse

Untersuchungen an Holzrahmendecken haben gezeigt, dass die Verwendung von Federschien anstelle von Schwingbügeln zu wesentlich besseren Trittschalleigenschaften der Decken führt [Polleres und Schober 2004], [Lang 2004].

Doppelte biegeeweiche Bekleidungen (z.B. 2 x 12,5 mm) sind einer dickeren Gipsplatte (z.B. 25 mm) unbedingt vorzuziehen. Dickere Gipsplatten führen, trotz einem Mehr an Masse, aufgrund ihrer höheren Biegesteifigkeit zu schlechteren Ergebnissen. In der Regel werden Abhängungen von ca. 6 cm ausgeführt, welche eine Verbesserung im mittleren Frequenzbereich erzielen. Um durch die Abhängung auch im tiefen Frequenzbereich wesentliche Verbesserungen zu erzielen, wären Abhängungshöhen von ca. 20 cm und gleichzeitig eine Erhöhung der schwingenden Masse (zusätzliche Gipsplatte) erforderlich.

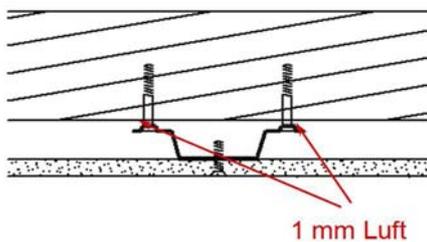


Abbildung 38: Schematische Darstellung der Befestigung einer entkoppelten Abhängung, Quelle: [Holtz et al. 1999b]



Abbildung 39: Befestigung mit entkoppelter Abhängung von Schwingbügel, Quelle: Firma Knauf



Abbildung 40: links: Schwingbügel mit elastischer Entkoppelung, rechts: Federschiene



Abbildung 41: Deckensystem mit Schwingbügel und GKF mit guten Schallschutzeigenschaften,
Quelle: Firma KnauF

6.6.3 Konstruktive Empfehlung

6.6.3.1 Durchlaufdecke ohne Abhängung

Bei Durchlaufdecken ist zur Entkoppelung zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten immer eine Abhängung erforderlich.

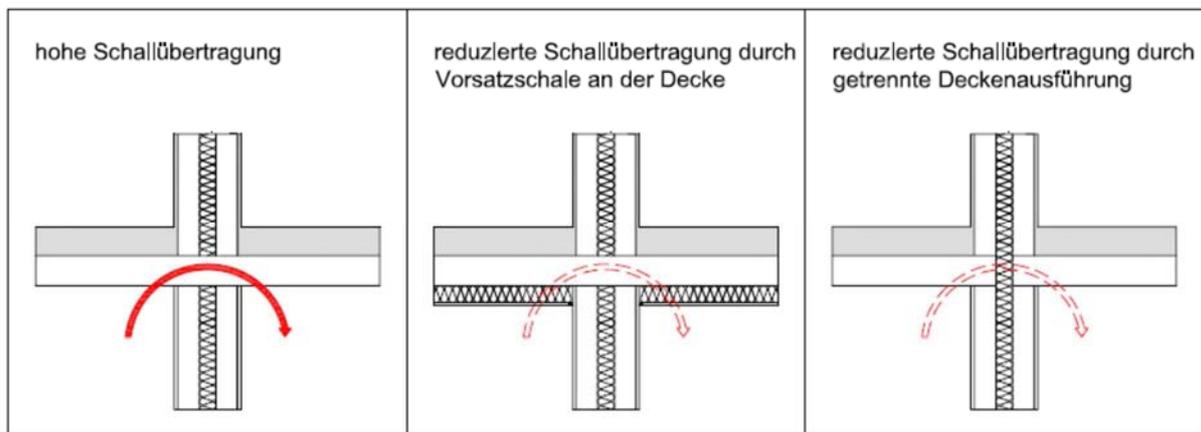


Abbildung 42: Schallübertragung bei Durchlaufdecken



Abbildung 43: Durchlaufdecke benötigt bei Trennwänden eine Abhängung zur Verhinderung der Schall-Längsleitung

6.6.3.2 Durchgehende Estrichfolie

Um eine Verbindung zwischen Estrich und Rohdecke zu verhindern, darf die Estrichfolie auf keinen Fall fehlerhaft sein. Aufgrund einer direkten Verbindung zwischen Estrich und Rohdecke kann es zu Verschlechterungen der Trittschalldämmung um bis zu 15 dB kommen, [Köhnke 2012].

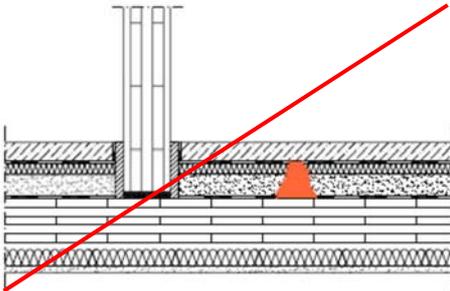


Abbildung 44: fehlerhafte Verlegung der Estrichfolie schafft eine direkte Verbindung zwischen Estrich und Rohdecke

6.6.3.1 Vermeidung von Schallbrücken durch sich kreuzende Rohrleitungen

Durch den Kontakt zwischen Estrich und Rohdecke aufgrund von Rohrleitungen bzw. deren Kreuzungspunkte kann es zu einer Verschlechterung der Trittschalldämmung um bis zu 4 dB kommen, [Köhnke 2012].

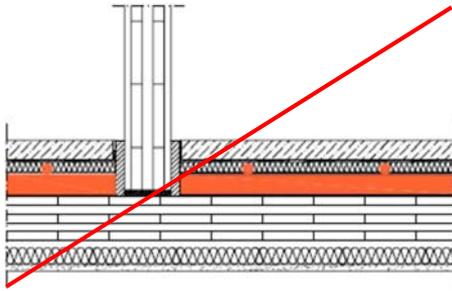


Abbildung 45: fehlerhafte Ausführung; Kreuzung der Leitungen

6.6.3.2 Einsatz von Mineralwolle mit einer möglichst geringen dynamischen Steifigkeit als Trittschalldämmung

Laut Köhnke ergeben sich um bis zu 4 dB bessere Trittschallpegel beim Einsatz von Mineralwolle anstelle von Polystyrol [Köhnke 2012].

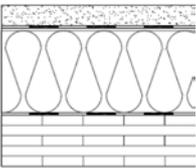
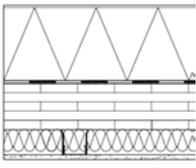
6.7 Flachdach

Flachdach:

- Die Dampfbremse auf der Oberseite der Brettsper Holzelemente kann als temporärer Witterungsschutz verwendet werden, wobei ein Eignungsnachweis erforderlich ist.
- Bei Gebäuden der GK 4 sind nicht brennbare Dämmstoffe (z.B. Steinwolle) zu verwenden.
- Gefälledämmung der Klasse E ist zulässig, sofern als überwiegender Teil der Dämmung Steinwolle verwendet wird.
- Bei Gebäuden der GK 4 kann eine vollständige Dämmung der Klasse E eingesetzt werden, wenn auf der Holzrohdecke mindestens 5 cm Aufbeton oder brandschutztechnisch gleichwertige Baustoffschichten aufgebracht werden.
- Bei Brettsper Holzdecken mit Holzuntersicht ist die Luftdichtheit der Elektroinstallation und der Verlegung zu berücksichtigen.

6.7.1 Beispiele

Tabelle 26: Beispiele von Flachdächern, ohne und mit abgehängter Untersicht für eine Spannweite von 5 m

Bauteil	Dicke [mm]	Aufbau	Feuerwiderstand $E_{d,fi}$	U-Wert [W/m ² K]	R_w (C; C _{tr}) [dB]	$L_{nT,w}$ [dB]
 www.dataholz.eu fdmnko01	50,0 200,0 125,0	Schüttung, Kies Trennvlies $s_d \geq 0,2$ m Abdichtungsbahn $s_d \geq 100$ m Steinwolle MW-PT Abdichtungsbahn $s_d \geq 500$ m Brettsperrholz	REI 60 5 kN/m ²	0,16	44 (-3)	
 www.dataholz.eu fdmdi01a-01	200,0 125,0 70,0 60,0 12,5	Abdichtungsbahn $s_d \geq 100$ m Polystyrol EPS Abdichtungsbahn $s_d \geq 500$ m Brettsperrholz Abhängung $e = 415$ mm Mineralwolle GKF oder GF	REI 60 5 kN/m ²	0,13	48 (-3;-9)	

6.7.2 Konstruktive Regeln

6.7.2.1 Aufdachdämmsysteme

Flachdächer in Brettsperrholzbauweise haben den bauphysikalischen Vorteil, dass zwischen Tragstruktur und Dämmung eine klare Trennung vorliegt. Dadurch befindet sich der statisch wirksame Bauteil nicht im Tauwasser gefährdeten Bereich. Besonderes Augenmerk muss hierbei jedoch auf die Wahl des Dämmstoffes gelegt werden. Bei begehbaren Dächern ist eine maximale Stauchung von 10 % zulässig. Geeignete Dämmstoffe für Aufsparrendämmsysteme sind in Tabelle 27 aufgeführt. Bei begehbaren Flachdächern sind druckbelastbare Dämmstoffe erforderlich. Es kann hierzu neben EPS, XPS, PUR und Schaumglas gebundene Mineralwolle MW-WD verwendet werden.

Tabelle 27: Wärmedämmstoffe zur Aufsparrendämmung [Reyer et al. 2002]

Dämmstoff		Charakteristische Kenngrößen			
		ρ^1 in kg/m ³	μ [-] ²	λ in W/(m.K)	c in J/(kg.K)
Mineralwolle		Glaswolle: 20 - 150 Steinwolle: 25 - 220	1 - 2	0,035 - 0,050	840
EPS	PS 15	15	20/50	0,035	1500
	PS 20	20	30/70	0,035	
	PS 30	30	50/100	0,04	
XPS ³⁾		20 - 50	80/250	0,030 - 0,040	1500
PUR		30 - 80	30/100	0,025 - 0,040 mit HFCKW: 0,020	1400
Schaumglas		105 - 165	$\rightarrow \infty$	0,040 - 0,055	840

¹⁾ Bei geringen Rohdichten ist eine Tragkonstruktion erforderlich.

²⁾ Es ist jeweils der für die Baukonstruktion ungünstigere Wert einzusetzen.

³⁾ Unter der Abdichtung nur lose mit Trennlage verlegen [Adriaans 2004]

Aus schallschutztechnischen Gründen ist eine Steinwollendämmung einer Polystyrolämmung vorzuziehen. Eine Kombination mit Gefälledämmplatten aus Polystyrol ist grundsätzlich möglich. Entsprechend Tabelle 1a der OIB-Richtlinie 2 müssen bei Holzdächern von Objekten der Gebäudeklasse 4 Dämmstoffe mit einem Brandverhalten mindestens B verwendet werden. Sofern der überwiegende Teil der Dämmung nichtbrennbar ist, können als Gefällekeile Dämmstoffe der Klasse E eingesetzt werden.

6.7.3 Konstruktive Empfehlungen

6.7.3.1 Dampfbremse als temporärer Witterungsschutz

Die Dampfbremse auf der Oberseite der Brettsperrholzelemente dient gleichzeitig als kurzfristiger Witterungsschutz während der Bauphase.



Abbildung 46: Dampfbremse (Bitumenabdichtung) am Flachdach als Bedarfswitterungsschutz

7 Anschlussdetails

7.1 Sockel

7.1.1 Allgemeines

Der Sockelbereich stellt für den Holzbau ein kritisches Detail in Bezug auf den Feuchteschutz dar. Die Holzkonstruktion muss aus diesem Grund auf einem mineralischen Untergrund errichtet werden und sollte eine Sockelhöhe von 30 cm aufweisen, siehe Abbildung 47. Diese Höhe darf bei besonderen bautechnischen Vorkehrungen unterschritten werden. Maßnahmen stellen z.B. Drainagen, Verblechungen und Dachvorsprünge dar, siehe Abbildung 48 und Abbildung 49. Auf jeden Fall muss laut [ÖNORM B 2320] ein Mindestmaß von 10 cm der Fußschwelle zum Erdreich und 5 cm zu wasserführenden Ebenen, wie z.B. Terrassenabdichtungen eingehalten werden.

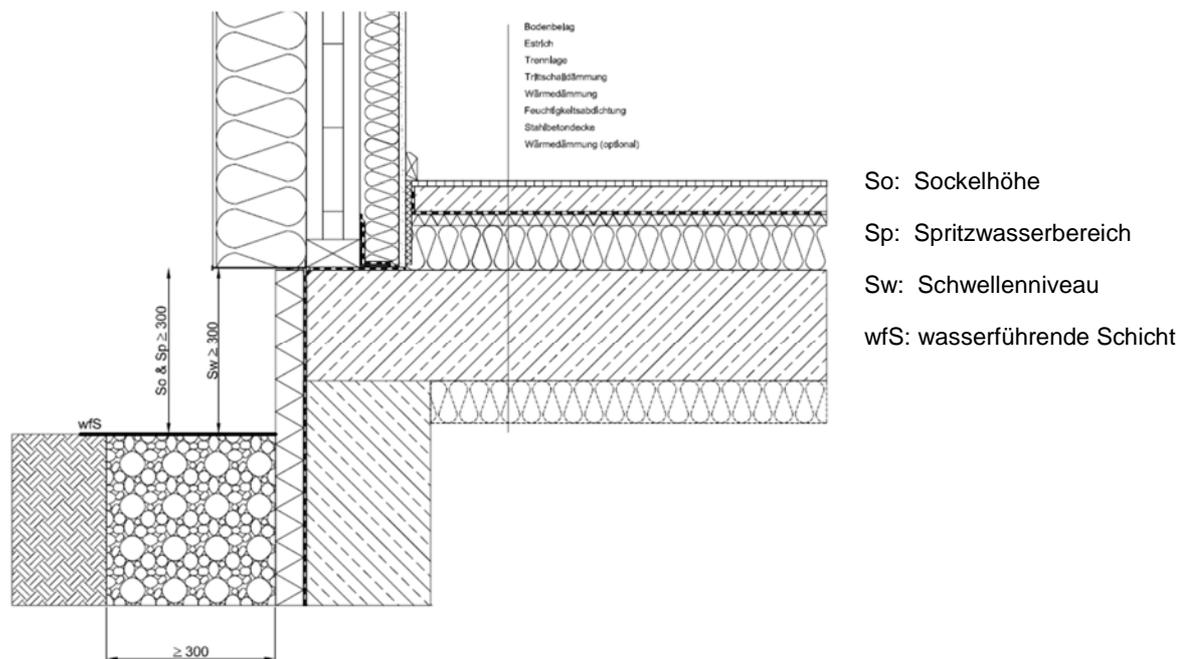


Abbildung 47: Standardsockeldetail Quelle:

https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf

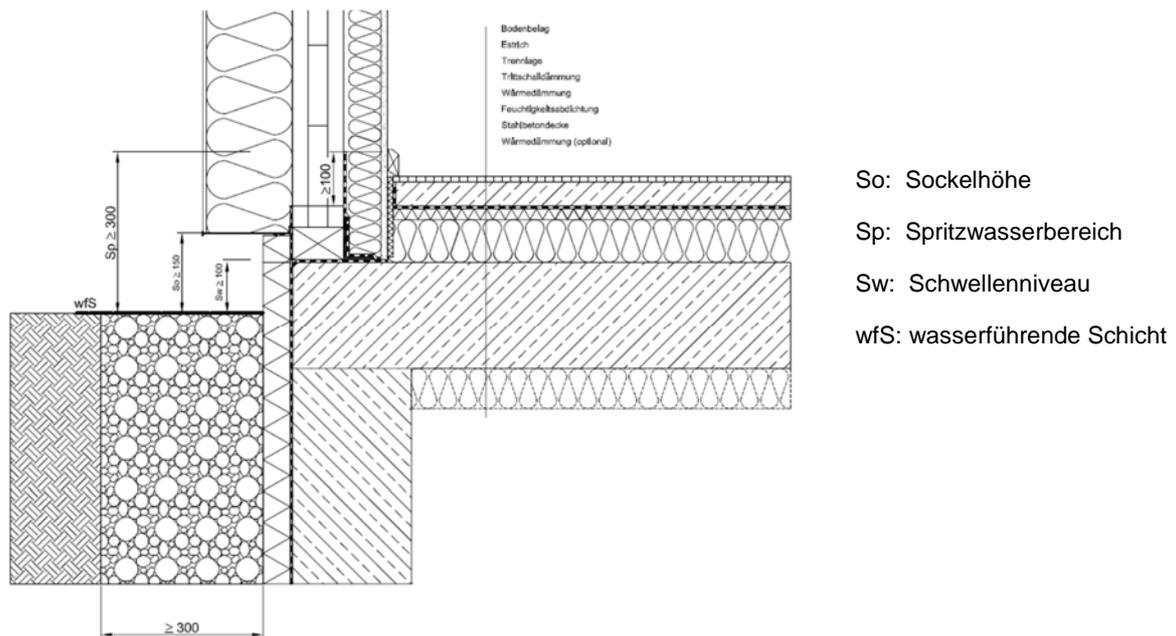


Abbildung 48: Sockeldetail mit Mindesthöhen Quelle:
https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf

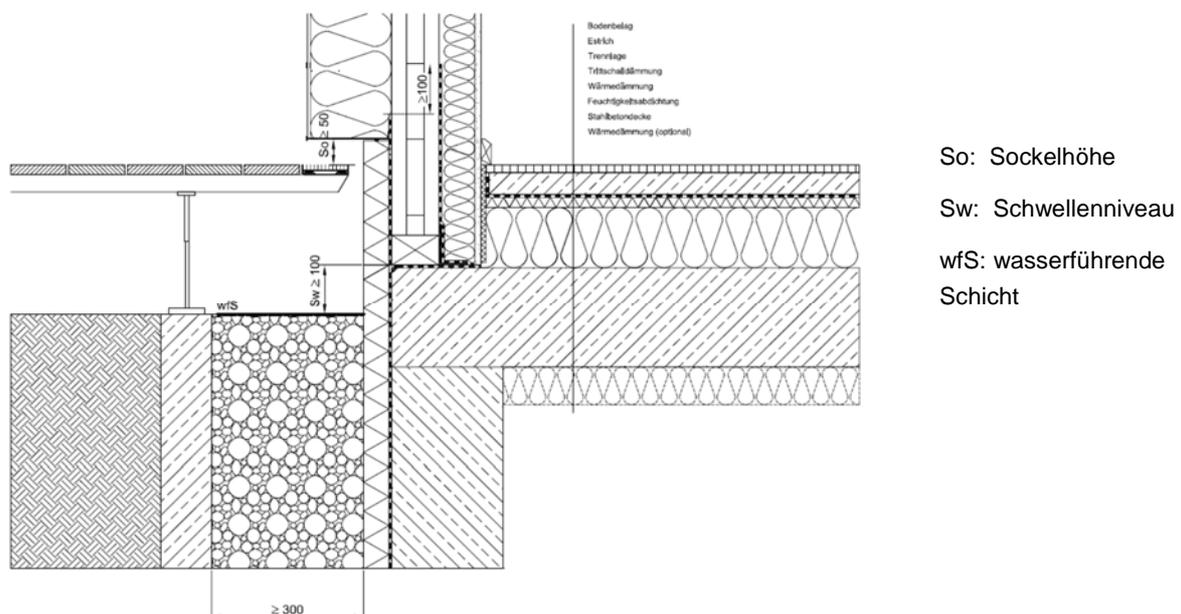


Abbildung 49: Detail für Terrassenanschluss Quelle:
https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf

Grundsätzliche Regeln für Fassaden mit Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) auf Holzbauten sind in Abbildung 48 und 49 dargestellt. Weitere Details für Sockelanschlüssen wurden auf Basis von Forschungsarbeiten der Holzforschung Austria [Polleres und Schober 2009b] erarbeitet und können www.dataholz.eu bzw. der ÖNORM B 2320 entnommen werden.

7.1.2 Konstruktive Regeln

7.1.2.1 Bitumen und Lärchenschwelle bei Erdgeschoßwand



Abbildung 50: Auflagerdetail einer Innenwand

Zwischen den Fußschwellen bzw. dem Brettsperrholz und dem mineralischen Untergrund (Fundamentplatte oder Kellerdecke) ist eine Sperrschicht gegen aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Unterbau z.B. in Form von Bitumenbahnen erforderlich. Sofern eine Fußschwelle ausgeführt wird, sollte diese eine Mindestdicke von 3 cm aufweisen.

Sockelanschluss:

- Zwischen Holz und mineralischem Untergrund ist eine Sperrschicht einzubauen.
- Ein Mindestmaß von 10 cm zwischen Fußschwelle/Brettsperrholz und Erdreich bzw. von 5 cm zwischen Fußschwelle/Brettsperrholz und wasserführender Ebene ist bei Ausbildung konstruktiver Sondermaßnahmen (Hochzug der außenseitigen Abdichtung ≥ 15 cm) möglich.

7.2 Fenstereinbau

7.2.1 Allgemeines

Der Fenstereinbau stellt generell hinsichtlich der bauphysikalischen Anforderungen auf engstem Raum eine Herausforderung dar. Das Fenster ist im Bereich der 13° Isotherme in der Dämmebene einzubauen. Ein fassadenbündiger Einbau erhöht den Planungs- und den Instandhaltungsaufwand und kann eine Kondensatbildung aufgrund des ungünstigen Isothermenverlaufes verursachen. Aus diesen Gründen ist er zu vermeiden.

An den Bauanschluss werden Anforderungen an die Schlagregen- und die Luftdichtheit, an die Reduzierung der Wärmebrücke und den Schallschutz gestellt. Die Prüfung der Schlagregendichtheit und der Luftdichtheit erfolgen entsprechend den Lastannahmen für das Fenster gemäß [ÖNORM B 5300]. Entsprechend der [ÖNORM B 5320] gilt die Fuge des Bauanschlusses als luftdicht, wenn bei maximalem, anforderungsgemäßigem Prüfdruck der Luftvolumenstrom kleiner als $0,4 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ ist.

Zur Kontrolle der Luftdichtheit der Gebäudehülle am Objekt wird die Blower Door Messung gemäß [ÖNORM EN ISO 9972] herangezogen. Das Ergebnis der Messung der sogenannte n_{50} Wert gibt den Luftwechsel in $1/h$ bei einer Druckdifferenz von 50 Pa an. Bei den Messungen vor Ort ist eine umfangreiche Leckageortung erforderlich. Eine exakte Quantifizierung zusätzlich gemessener Luftgeschwindigkeiten auf Luftvolumenströme bei einzelnen Leckagen ist nur durch Kenntnis der Leckagegeometrie möglich. Eine Blower Door Messung ist keinesfalls mit einer Prüfung des Fensters gemäß [ÖNORM EN 1026] bzw. des Fensteranschlusses gemäß [ÖNORM B 5321] vergleichbar.

7.2.2 Konstruktive Regeln

Der Fensteranschluss ist innenseitig luftdicht und außenseitig winddicht abzudichten. Der Zwischenraum ist dicht und hohlraumfrei auszudämmen.

Erfahrungen aus Gutachten haben gezeigt, dass dem Fensterbankanschluss hinsichtlich der Schlagregendichtheit vor allem auf windbeanspruchten Seiten eine große Bedeutung zukommt. Im Rahmen des Forschungsprojektes Architektur versus Technik wurden Untersuchungen zum Fensterbankanschluss bei Fassaden mit WDVS durchgeführt, [Polleres und Schober 2009a]. Neben der Bedeutung der Verarbeitung des WDVS und des Anschlusses der Fensterbank (z.B. Entkoppelung des Endprofils zum WDVS) wird gemäß ÖNORM B 2320 eine zweite wasserführende Ebene (Dichtebene) unter der Fensterbank gefordert, sofern der Bauanschluss keinen Nachweis gemäß ÖNORM B 5320 bzw. ÖNORM B 5321 besitzt.

Eine detaillierte Richtlinie zum Einbau von Fensterbänken bei WDVS- und Putzfassaden sowie vorgehängten Fassaden wurde von der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft Fensterbank herausgegeben [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank].

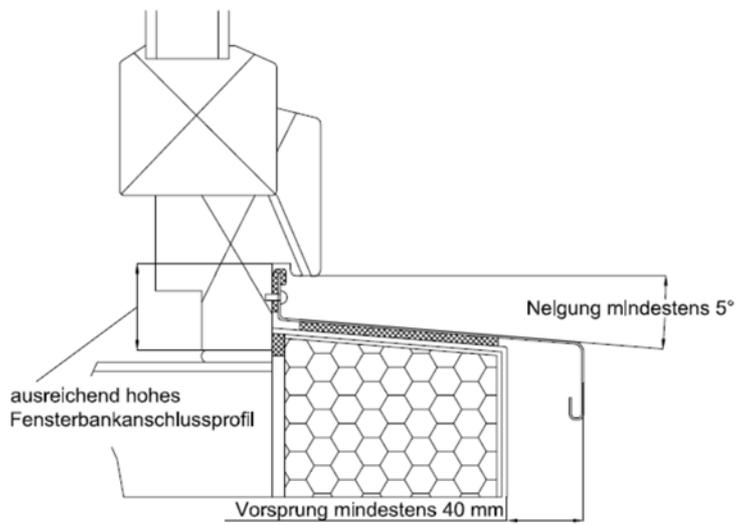


Abbildung 51: Fensterbankanschluss mit ausreichend hohem Fensterbankanschlussprofil mit mindestens 5° Fensterbankneigung und einem Mindestfassadenvorsprung von 40 mm, Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]

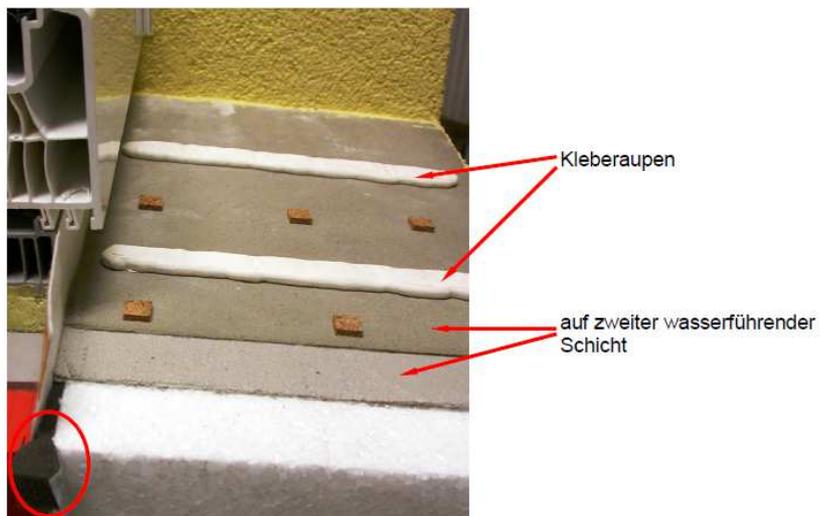


Abbildung 52: Fensterbankmontage auf zweiter Dichtebene mit Kleberaupen verklebt. Die dabei entstehenden Hohlräume sind zulässig. Der Anschluss des Dämmstoffkeiles / Fassadenplatte an das Fensterbankanschlussprofil erfolgt mittels Dichtband (roter Kreis). Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]



Abbildung 53: horizontale Fuge unter der Fensterbank zur Fassadenoberfläche mit diffusionsoffenem Dichtband. Kann auch offen ausgeführt werden. Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]

Bei Fassaden aus Holz bzw. Holzwerkstoffen empfiehlt es sich, das Leibungsbrett über die seitliche Aufkantung der Fensterbank zu führen. Details zum richtigen Fensterbankanschluss bei Fassaden aus Holz können [Schober et.al 2010] entnommen werden.

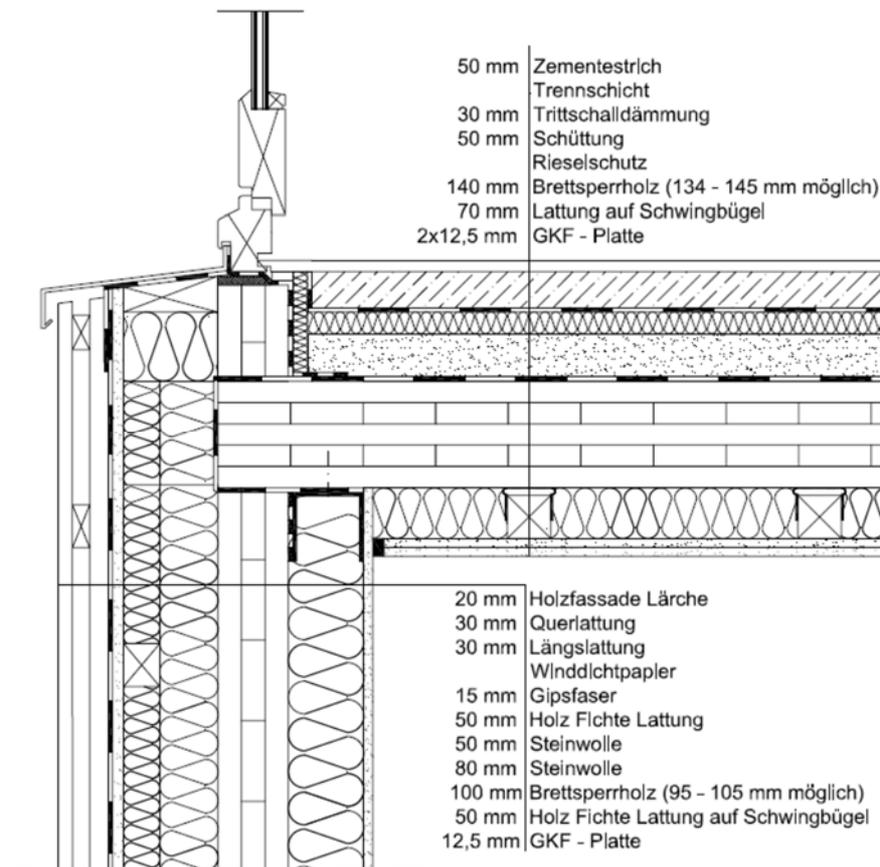


Abbildung 54: Beispiel eines Türanschlusses bei einem französischen Balkon

Fenstereinbau:

- Fenster sind an bzw. in der Dämmebene einzubauen.
- Der Anschluss muss innenseitig luftdicht und außenseitig schlagregendicht ausgeführt werden. Die Fuge ist lückenlos auszdämmen.
- In der Regel ist der Fensteranschluss innen diffusionsdichter als außen auszuführen.
- Unter der Fensterbank wird eine zweite wasserführende Ebene gefordert, sofern der Bauanschluss keinen Nachweis gemäß ÖNORM B 5320 bzw. ÖNORM B 5321 besitzt.

7.3 Außenwanddecke

Der Anschluss der Außenwanddecke ist luftdicht auszuführen. Hierzu sind die Stöße bei verkleideten Brettsperrholzwänden mit Klebebändern abzudichten oder es sind entsprechende Dichtungsbänder bzw. -profile einzulegen. Dies gilt auch über Ecken bzw. Kanten. Durch die statisch erforderliche Verschraubung der Elemente oder über Systemverbinder wird der Pressdruck für die Luftdichtheit aufgebracht. Bei brandschutztechnischen Anforderungen gelten die Regeln nach Abschnitt 7.7.



Abbildung 55: Außenwanddecke: links Vorfertigung (Ansicht); rechts Montage (Draufsicht)

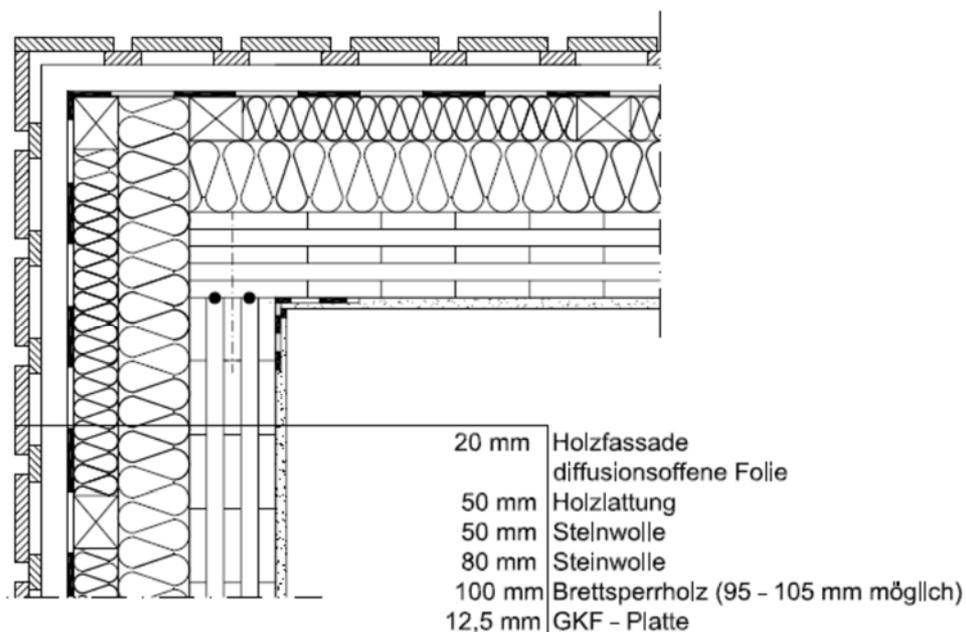


Abbildung 56: Beispielhafte Ausführung Außenwanddecke

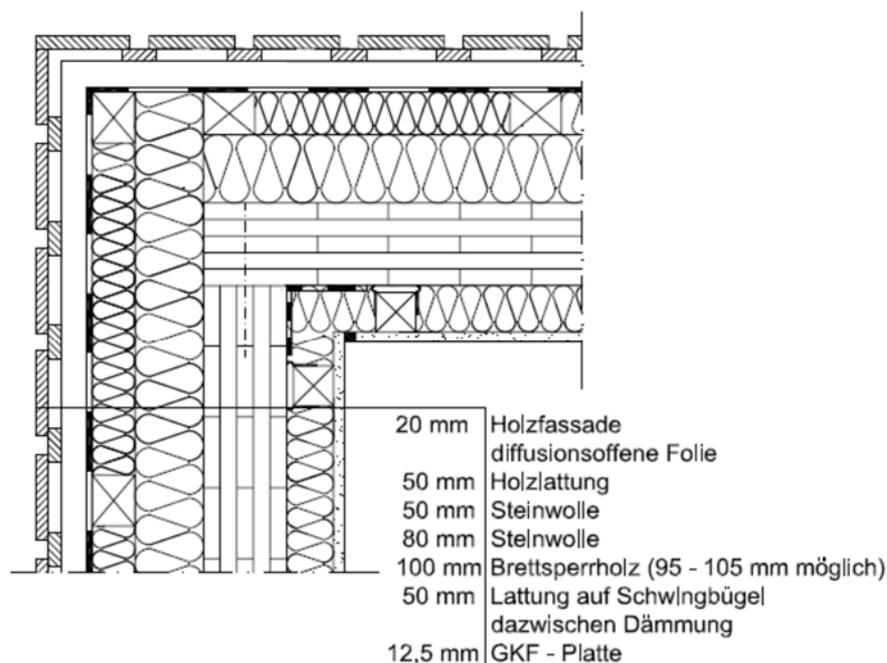


Abbildung 57: Beispielhafte Ausführung Außenwandecke mit Installationsebene

Außenwandecke:

- Der Elementstoß ist luftdicht mit Klebebändern oder Dichtungsbändern bzw. -profilen auszuführen.
- Verschraubung bzw. Verbindung mit Systemverbindern hat nach den statischen Erfordernissen zu erfolgen, wobei mindestens 3 Verschraubungen über die Elementhöhe auszuführen sind.
- Eine hohe Vorfertigung ist anzustreben und dabei die Montagetechnik zu berücksichtigen.

7.4 Elementstoß

Als Elementstöße werden in der Regel bei Decken- und Dachelementen Falzbretter bzw. Stufenfalzverbindungen und bei Wandelementen Stufenfalzverbindungen ausgeführt.

Im Rahmen von Brandversuchen als Basis der Bewertung des Feuerwiderstandes für Massivholzausbauten für dataholz.eu wurde an einer 140 mm dicken Massivholzdecke ohne zusätzliche Bekleidungen mit den angeführten Verbindungen ein belasteter Großbrandversuch über 60 Minuten durchgeführt, [Polleres und Schober 2004]. Sämtliche Stoßausbildungen haben die Anforderungen erfüllt. Es ergaben sich die in Abbildung 58 und Abbildung 59 dargestellten Restholzquerschnitte.

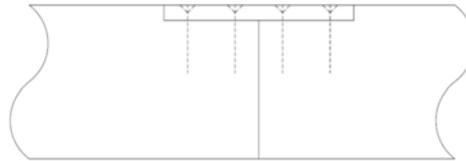


Abbildung 58: Restholzquerschnitt im Bereich der Fuge bei Falzbrettverbindung

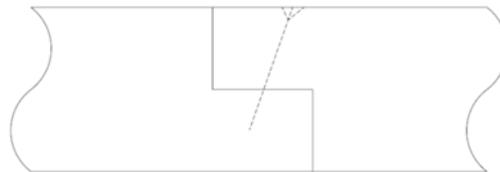
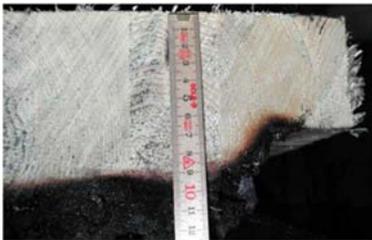


Abbildung 59: Restholzquerschnitt im Bereich der Fuge bei Stufenfalzverbindung

Nach [ÖNORM B 1995-1-2] können Brettsperrholzbauteile mit

- Stufenfalzverbindung,
- eingelegter Feder (fremder Feder)
- oberseitigem Falzbrett (ausschließlich bei Decken- und Dachaufbauten) und
- allfälliger zusätzlicher Bekleidungen an der feuerabgekehrten Seite

für den Zeitraum bis zu einem minimalen Restholzquerschnitt von 2 cm bis zu

- Stufenfalz
- eingelegter Feder
- oberseitigem Deckbrett (ausschließlich bei Decken- und Dachaufbauten)

nachweisfrei für den Raumabschluss und die Wärmedämmung EI eingestuft werden, siehe Abbildung 60. Der Nachweis der Tragfähigkeit R muss auf alle Fälle gesondert geführt werden.

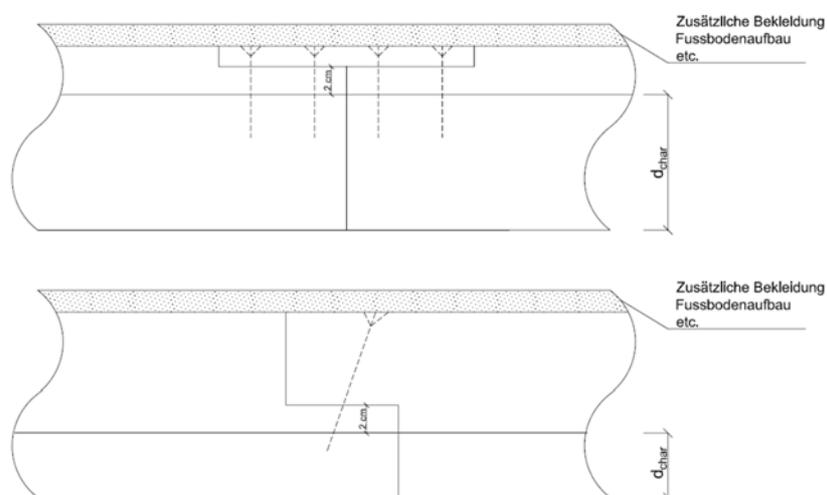


Abbildung 60: Elementstoßausbildung von Brettsper Holzelementen zum Nachweis der raumabschließenden und wärmedämmenden Funktion EI, Quelle: [ÖNORM B 1995-1-2]

Zur Gewährleistung der Luftdichtheit der Gebäudehülle sind bei den Elementstößen Dichtungsbänder einzulegen oder die Stöße mit entsprechenden Klebebändern abzudichten.

Elementstoß:

- Bei Wandelementen ist eine Stufenfalzverbindung auszuführen.
- Bei Deckenelementen kann die Verbindung mittels Stufenfalz oder oberseitigem Falzbrett erfolgen.
- Die Randabstände der Befestigungsmittel sind einzuhalten.
- Stöße bei Außen- und Trennbauteilen sind luftdicht auszuführen, wobei Klebebänder oder Dichtungsbänder verwendet werden können.

7.5 Gipsplattenanschlüsse

Die [ÖNORM B 2320] führt an, dass aufgrund des Quell- und Schwindverhaltens von Holzbaustoffen Abrissfugen in den Kanten nicht auszuschließen sind. Aus diesem Grund sind in kritischen Bereichen, wie z.B. im Bereich von Anschlüssen zwischen Dachschräge und Wand entkoppelte Anschlüsse auszubilden. Dazu werden beispielsweise stumpf eingespachtelte Bewehrungsstreifen und Trennstreifen gezählt. Anschlussfugen als Dreiecksfuge aus Silikon- oder Acrylmassen auszuführen ist unzulässig.

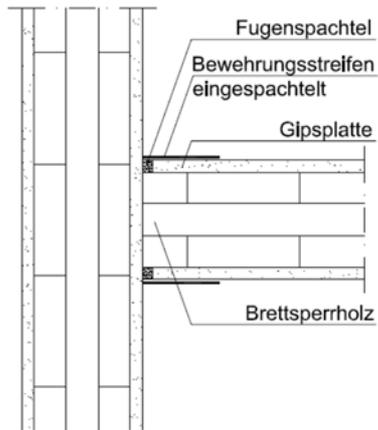


Abbildung 61: Anschlussdetail einer bekleideten Brettsperrholzwand in Anlehnung an [ÖNORM B 2320]

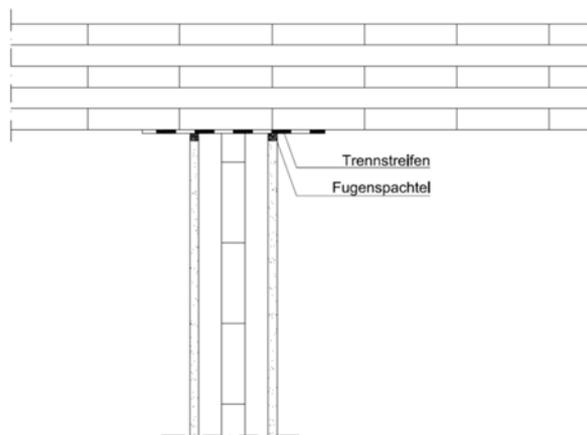


Abbildung 62: Anschlussdetail einer bekleideten Brettsperrholzwand an eine Deckenkonstruktion in Anlehnung an [ÖNORM B 2320]

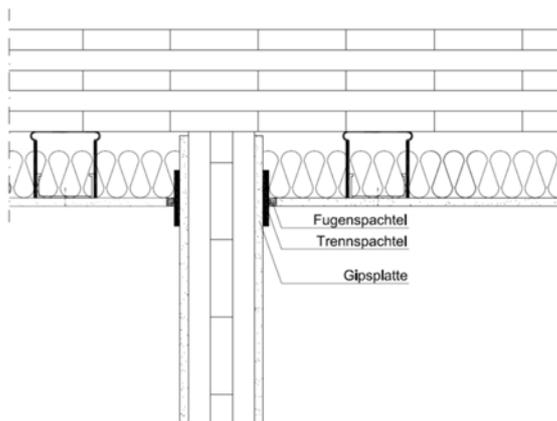


Abbildung 63: Anschlussdetail einer bekleideten Brettsperrholzwand an eine abgehängte Deckenkonstruktion in Anlehnung an [ÖNORM B 2320]

Gipsplattenanschlüsse:

- Fugen und Anschlüsse sind generell zu planen.
- Bewegungsfugen des Bauwerks müssen konstruktiv mit gleicher Bewegungsmöglichkeit übernommen werden.
- Gipsbauteile sind von anderen Bauteilen konstruktiv zu trennen.
- Abgehängte Decken und Deckenbekleidungen sind konstruktiv von einbindenden Stützen, Einbauteilen zu trennen.
- Dehnungs- oder Bewegungsfugen sind bei größeren Bauteilflächen anzuordnen.
- Fugen sind bei ausgeprägten Querschnittsänderungen der Bekleidungsflächen wie Flurerweiterungen oder einspringende Wände anzuordnen.
- Bei zu erwartenden Bewegungen der Rohbaukonstruktion (z.B. durch Schwinden, Kriechen, veränderliche Lasten, kontrollierten Setzungen) sind gleitende Decken- und Wandanschlüsse auszuführen.
- Ausreichend Zeit für Trocknungsphasen und Aufheizen (Winter!) ist zu planen, um schockartigen Temperaturanstieg und Luftfeuchtesenkung zu vermeiden (dies gilt sowohl für die Bauphase als auch für Beginn der Nutzung).

7.6 Trenndeckenaufleger

7.6.1 Allgemeines

Aus schallschutztechnischer Sicht gelten die in Tabelle 28 angeführten Grundsätze auch bei Trenndeckenauflagern bei Innenwänden und Außenwänden in Brettsperrholzbauweise sowie bei Stützen. Details und Kennwerte für unterschiedliche Lager können [Teibinger et al. 2009] entnommen werden.

Während bei Innenwandauflagern keine zusätzlichen bauphysikalischen Anforderungen gestellt werden, sind bei Trenn- und Außenwänden folgende zusätzlichen Anforderungen an den Brandschutz und die Luftdichtheit sicherzustellen. Die Verschraubung der Elemente muss kraftschlüssig erfolgen, wobei ohne weiteren Nachweis ein Achsabstand von maximal 50 cm ausreicht. Im Falle von Brandschutzbekleidungen sind diese passgenau zu verarbeiten. Anschlussdetails können der [ÖNORM B 2330] entnommen werden. Zur Gewährleistung der Luftdichtheit sind Abdichtungsmaßnahmen der Anschlussfuge, wie z.B. Abkleben der Fugen, Einlage von Dichtungen erforderlich.

Tabelle 28: Konstruktive Grundsätze hinsichtlich des Erfordernisses elastischer Lager

	<p>Bei abgehängter Untersicht der Decke und entkoppelten Vorsatzschalen sind keine Lager erforderlich.</p>
	<p>Bei abgehängter Untersicht an der Decke und keinen entkoppelten Vorsatzschalen an den Wänden sind sowohl oberhalb als auch unterhalb der Decke elastische Lager erforderlich.</p>

<p>TD1 / TW2</p>	<p>Bei Brettsperrholzdecken mit Holzunter-sicht (ohne abgehängter Untersicht) und entkoppelten Vorsatzschalen an den Wänden sind oberhalb der Decke elastische Lager erforderlich.</p>
<p>TD1 / TW1</p>	<p>Bei Brettsperrholzdecken mit Holzunter-sicht (ohne abgehängter Untersicht) und keinen entkoppelten Vorsatzschalen an den Wänden sind oberhalb der Decke elastische Lager erforderlich.</p>
<p>TD2 / TW3</p>	<p>Durchlaufdecken über unterschiedliche Nutzungseinheiten benötigen immer entkoppelte Vorsatzschalen, abgehängte Untersichten und elastische Lager oberhalb und unterhalb der Decke.</p>

7.6.2 Konstruktive Regeln

7.6.2.1 Verwendung elastischer Lager zur Entkoppelung

Die elastischen Lager werden entsprechend der Lasten dimensioniert, wodurch sich für die einzelnen Geschoße unterschiedliche Lager ergeben. Durch die Farbgebung und eine Beschriftung sind die Lager eindeutig zuzuordnen.



Abbildung 64: Sylomerelager im Auflagerbereich zur Entkoppelung

7.6.2.2 Befestigung der elastischen Lager mit Nägeln

Die elastischen Lager sind auf die Elemente aufzulegen bzw. mit Klebebändern kann die Lage fixiert werden. Eine Befestigung mit Nägeln, siehe Abbildung 65 ist nicht zulässig.



Abbildung 65: Unzulässige Befestigung des elastischen Lagers mit Nägeln

7.6.2.3 Estrichdämmstreifen / Randdämmstreifen

Der Estrichdämmstreifen ist bis an die Rohdecke zu führen.

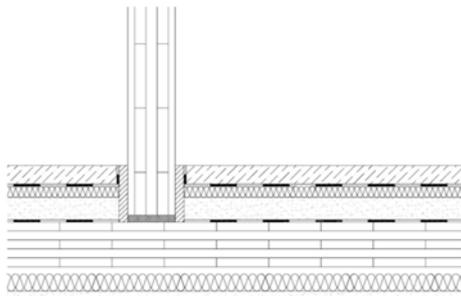


Abbildung 66: Randdämmstreifen bis an die Rohdecke führen

7.6.2.4 Estrichdämmstreifen zu früh abgeschnitten

Eine, aufgrund eines zu früh (vor Verlegung des Belages) weggeschnittenen Randdämmstreifens, zwischen Estrich und Wand gelaufene Spachtelmasse, kann die Trittschalldämmung um bis zu 6 dB verschlechtern [Köhnke 2012].

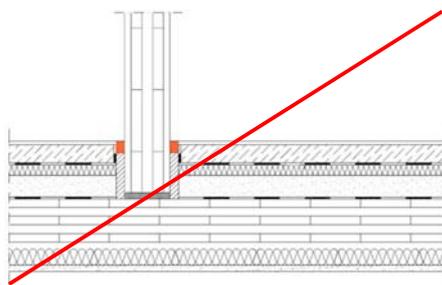


Abbildung 67: fehlerhafte Ausführung: Koppelung durch Spachtelmasse aufgrund zu früh abgeschnittener Estrichdämmstreifen

7.6.2.5 Fugenmörtel zwischen Wand- und Bodenfliese

Aufgrund des Einbringens des Fugenmörtels zwischen Wand- und Bodenfliesen kann es zu einer Verschlechterung der Trittschalldämmung um bis zu 8 dB kommen, [Köhnke 2012].

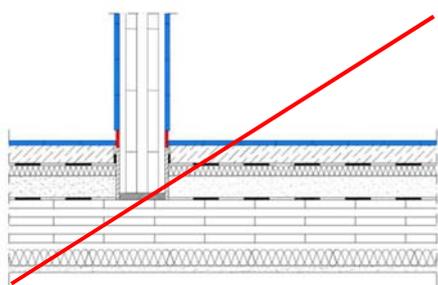


Abbildung 68: fehlerhafte Ausführung: Fugenmörtel zwischen Wand- und Bodenfliese

Trenndeckenaufleger:

- Eine Entkoppelung zur Verhinderung der Flankenübertragung ist durch Vorsatzschalen, abgehängte Decke und/oder durchgehende elastische Lager sicher zu stellen.
- Die Entkoppelung ist auch bei Stützen erforderlich.
- Elastische Lager dürfen nicht mechanisch befestigt werden.
- Entkoppelte Verbindungsmittel verbessern den Schallschutz.
- Estrichdämmstreifen sind bis an die Rohdecke zu führen und erst nach den Verspachtelungen abzuschneiden.
- Koppelung zwischen Wand- und Bodenbelag ist zu verhindern.
- Eine kraftschlüssige Verschraubung der Elemente ist sicherstellen.
- Die Luftdichtheit ist zu berücksichtigen. Hierzu sind durchgehende Lager und/oder Klebebänder bzw. Dichtungsbänder einzusetzen.
- Eine passgenaue Verarbeitung der Brandschutzbekleidungen ist zu gewährleisten.

7.7 Anschlussdetails für brandabschnittsbildende Bauteile

7.7.1 Technische Grundregeln

Im Folgenden werden Konstruktionsdetails für brandabschnittsbildende Holzbauteile im Überblick erläutert. Die entwickelten Details wurden aus orientierenden Kleinbrandversuchen von Wand- und Deckenanschlüssen in Holzrahmen- und Holzmassivbauweise entsprechend der Einheitstemperaturkurve (ETK), welche im Rahmen eines Forschungsprojektes der Holzforschung Austria [Teibinger und Matzinger 2008] durchgeführt wurden, abgeleitet. Hierbei erfolgten Untersuchungen der Anschlüsse für einen Feuerwiderstand von 60 Minuten. Sämtliche Varianten in Holzrahmen- und in Holzmassivbauweise erfüllten auch im Bereich der Anschlussfuge einen Feuerwiderstand von 60 Minuten. Bei den Massivholzelementen konnten Feuerwiderstände von 90 Minuten erreicht werden.

Darüber hinaus wurden im Zuge eines weiteren Forschungsprojektes der Holzforschung Austria zum Feuerwiderstand von Holzkonstruktionen [Teibinger und Matzinger 2010] unter anderem sieben belastete Großbrandversuche von Brettsperrholzwänden mit und ohne Gipsbekleidung durchgeführt. Zur Lasteinbringung wurde in allen Fällen eine mit Gipsplatten bekleidete Hilfsdeckenkonstruktion in Brettsperrholzbauweise auf die Wandelemente mit einem Schraubenabstand von 500 mm befestigt. Es wurden im Bereich der Fuge zwischen der Hilfsdecke und der Wand keine zusätzlichen brandschutztechnischen Maßnahmen gesetzt. In keinem einzigen Fall kam es zu einem erhöhten Abbrand im Anschlussbereich bzw. zu einem Versagen im Bereich der Fuge, wobei die Versuchsdauer zwischen 60 und 120 Minuten variierte.

Anschlussdetails brandabschnittsbildender Bauteile:

- Die Elemente sind kraftschlüssig miteinander entsprechend der statischen Erfordernisse mit einem Maximalabstand der Verbindungsmittel von 50 cm zu verbinden.
- Die Luftdichtheit des Anschlusses ist durch durchgehende Lager und/oder Klebebänder sicher zu stellen.
- Die Brandschutzbekleidungen sind passgenau zu verarbeiten.
- Bei Kapselanforderungen an die Bauteile und deren Anschlüsse sind die Stöße bei mehrlagigen Brandschutzbekleidungen versetzt auszubilden.

7.7.2 Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zu Außenwand

Hinsichtlich der Detailausbildung gelten die in Abschnitt 7.7 angeführten grundsätzlichen Regeln. Zusätzlich ist die Fuge zwischen den beiden Wänden vollständig mit Mineralwolle auszufüllen.

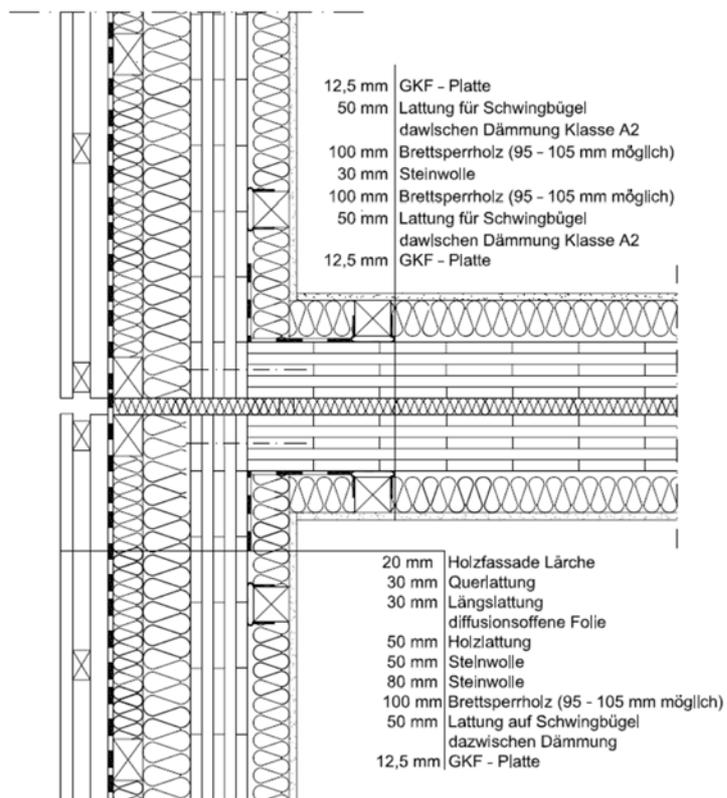


Abbildung 69: Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand an eine Außenwand. Die Außenwand sollte 0,5 m von der Achse der brandabschnittsbildenden Wand einen Feuerwiderstand von 90 Minuten aufweisen.

Anschluss brandabschnittsbildende Trennwand zu Außenwand:

- Zur Verhinderung der Flankenübertragung sind Vorsatzschalen oder eine Trennung der Außenwand erforderlich.
- Die Außenwand muss über mindestens 0,5 m von der Achse der brandabschnittsbildenden Wand denselben Feuerwiderstand wie diese aufweisen.
- Die Elemente sind kraftschlüssig miteinander entsprechend der statischen Erfordernisse mit einem Maximalabstand der Verbindungsmittel von 50 cm zu verbinden.
- Die Luftdichtheit des Anschlusses ist durch durchgehende Lager und/oder Klebebänder sicher zu stellen.
- Die Brandschutzbekleidungen sind passgenau zu verarbeiten.
- Bei Kapselanforderungen an die Bauteile und deren Anschlüsse sind die Stöße bei mehrlagigen Brandschutzbekleidungen versetzt auszubilden.
- Der Zwischenraum (≥ 5 cm) bei zweischaligen Aufbauten ist vollständig mit Mineralwolle auszudämmen.

7.7.3 Anschluss der brandabschnittsbildenden Trenndecke zu Außenwand

Wird eine Trenndecke als brandabschnittsbildender Bauteil ausgeführt, so muss aus brandschutztechnischen Gründen die Decke mindestens 80 cm auskragen und denselben Feuerwiderstand, wie die Trenndecke erfüllen oder es ist ein Außenwandstreifen mit einer Höhe von mindestens 120 cm auszubilden, der denselben Feuerwiderstand aufweist, wie die Trenndecke. Die auskragende Deckenkonstruktion wird aus bauphysikalischen Gründen nicht empfohlen. Grundsätzlich könnte auch eine Deckenplatte vor den Wandbauteil thermisch entkoppelt aufgeständert werden. Hierbei ist sicherzustellen, dass der Anschluss zur Rohbauaußenwand und die Befestigung die Anforderungen an den Feuerwiderstand der brandabschnittsbildenden Decke erfüllen, siehe Abbildung 71. Aus den genannten bautechnischen sowie aus architektonischen Gründen wird häufig die Ausbildung eines 120 cm hohen Außenwandstreifens bevorzugt. Hinsichtlich der Anforderung an den Anschluss gelten die in Punkt 7.7 angeführten allgemeinen Grundsätze. Die Anforderungen an hinterlüftete, belüftete sowie nicht hinterlüftete Holzfassaden werden in [ÖNORM B 2332] geregelt und in Punkt 7.9 zusammengefasst.

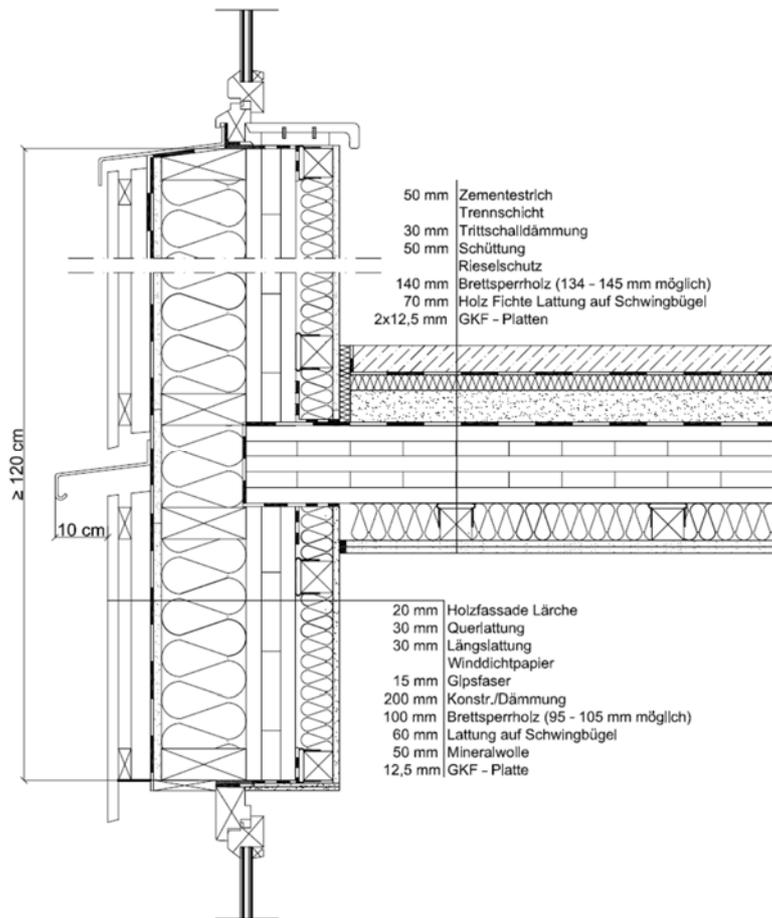


Abbildung 70: Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trenndecke an die Außenwand (120 cm Außenwandstreifen)

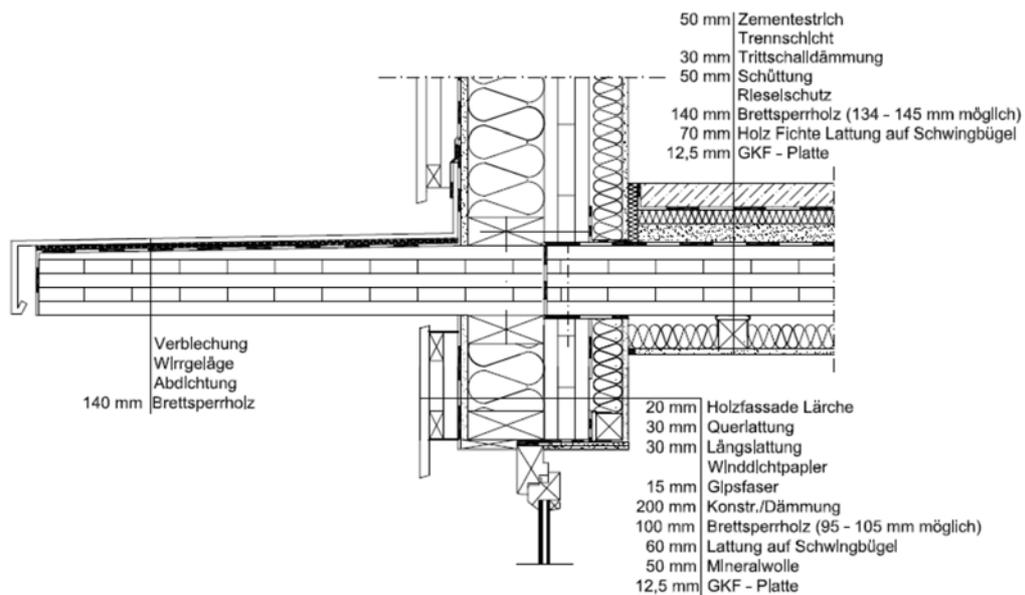


Abbildung 71: Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trenndecke an die Außenwand (80 cm „Auskragung“)

Anschluss brandabschnittsbildende Trenndecke zu Außenwand:

- Eine 80 cm Auskrägung der Brettsperrholzdecke ist bauphysikalisch problematisch. Daher ist der Vorsprung zur Verhinderung des Brandüberschlages an die Rohkonstruktion zu befestigen, wobei auch Anschluss und Befestigung denselben Feuerwiderstand, wie die brandabschnittsbildende Decke aufweisen müssen.
- Eine Entkoppelung zur Verhinderung der Flankenübertragung ist durch Vorsatzschalen, abgehängte Decke und/oder durchgehende elastische Lager sicher zu stellen, siehe auch 6.6.1.
- Elastische Lager dürfen nicht mechanisch befestigen werden.
- Entkoppelte Verbindungsmittel verbessern den Schallschutz.
- Estrichdämmstreifen sind bis an die Rohdecke zu führen und erst nach den Verspachtelungen abzuschneiden.
- Koppelung zwischen Wand- und Bodenbelag ist zu verhindern.
- Die Elemente sind kraftschlüssig miteinander entsprechend der statischen Erfordernisse mit einem Maximalabstand der Verbindungsmittel von 50 cm zu verbinden.
- Die Luftdichtheit des Anschlusses ist durch durchgehende Lager und/oder Klebebänder sicher zu stellen.
- Die Brandschutzbekleidungen sind passgenau zu verarbeiten.
- Bei Kapselanforderungen an die Bauteile und deren Anschlüsse sind die Stöße bei mehrlagigen Brandschutzbekleidungen versetzt auszubilden.
- Bei Gebäuden ab der GK 4 sind konstruktive Lösungen zur Verhinderung einer Brandweiterleitung (z.B. auskragendes Stahlblech bzw. Steinwollestreifen) an der Fassade erforderlich, siehe auch 7.9.

7.7.4 Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zu Decke

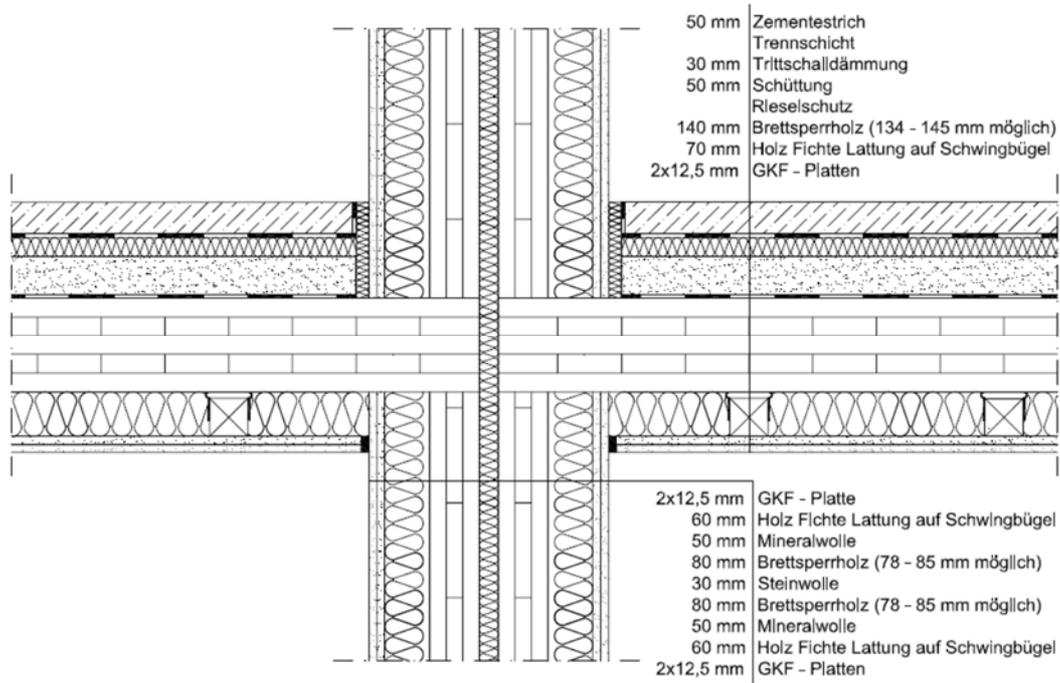


Abbildung 72: Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand an eine Trenndecke

Anschluss brandabschnittsbildende Trennwand zu Decke:

- Eine Entkoppelung zur Verhinderung der Flankenübertragung ist durch Vorsatzschalen, abgehängte Decke und/oder durchgehende elastische Lager sicher zu stellen, siehe auch 7.6.1.
- Elastische Lager dürfen nicht mechanisch befestigt werden.
- Entkoppelte Verbindungsmittel verbessern den Schallschutz.
- Estrichdämmstreifen sind bis an die Rohdecke zu führen und erst nach den Verspachtelungen abzuschneiden.
- Koppelung zwischen Wand- und Bodenbelag ist zu verhindern.
- Die Elemente sind kraftschlüssig miteinander entsprechend der statischen Erfordernisse mit einem Maximalabstand der Verbindungsmittel von 50 cm zu verbinden.
- Die Luftdichtheit des Anschlusses ist durch durchgehende Lager und/oder Klebebänder sicher zu stellen.
- Die Brandschutzbekleidungen sind passgenau zu verarbeiten.
- Bei Kapselanforderungen an die Bauteile und deren Anschlüsse sind die Stöße bei mehrlagigen Brandschutzbekleidungen versetzt auszubilden.
- Der Zwischenraum (≥ 5 cm) bei zweischaligen Aufbauten ist vollständig mit Mineralwolle auszdämmen.

7.7.5 Anschluss der brandabschnittsbildenden Trennwand zum Dach

Entsprechend der OIB-Richtlinie 2 sind brandabschnittsbildende Wände mindestens 15 cm über das Dach zu führen - sofern die Brandausbreitung nicht über andere Maßnahmen eingeschränkt wird, siehe Punkt 3.6.2.

Sofern das Dach ohne Hochzug über die brandabschnittsbildende Wand läuft, sind die Hohlräume im Bereich der Konterlattung auf beiden Seiten in eine Länge von mindestens 50 cm von der Mitte der brandabschnittsbildenden Wand mit Mineralwolle Schmelzpunkt ≥ 1000 °C (Steinwolle) vollständig auszdämmen. Die Dachdeckung ist im Bereich der brandabschnittsbildenden Wand in einem Mörtelbett zu verlegen oder es ist ebenfalls eine Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C (Steinwolle) einzulegen. Die Lattungen können in dem Bereich der Steinwollendämmung verlegt werden, wobei Dachlattungen und Schalungen direkt unter Blechdächern im Bereich der brandabschnittsbildenden Wand zu unterbrechen sind und die Fugen ebenfalls mit Mineralwolle Schmelzpunkt ≥ 1000 °C (Steinwolle) auszufüllen sind. Das brennbare Unterdach ist im Bereich der brandabschnittsbildenden Wand durch eine nichtbrennbare Bekleidung (z.B. Gipsfaserplatte) zu ersetzen.

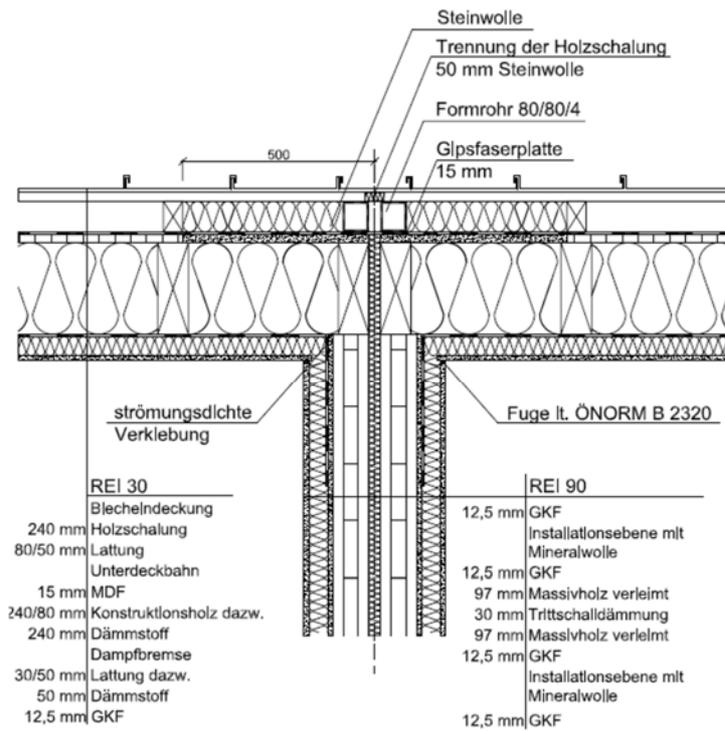


Abbildung 73: Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand zu einem Blechdach

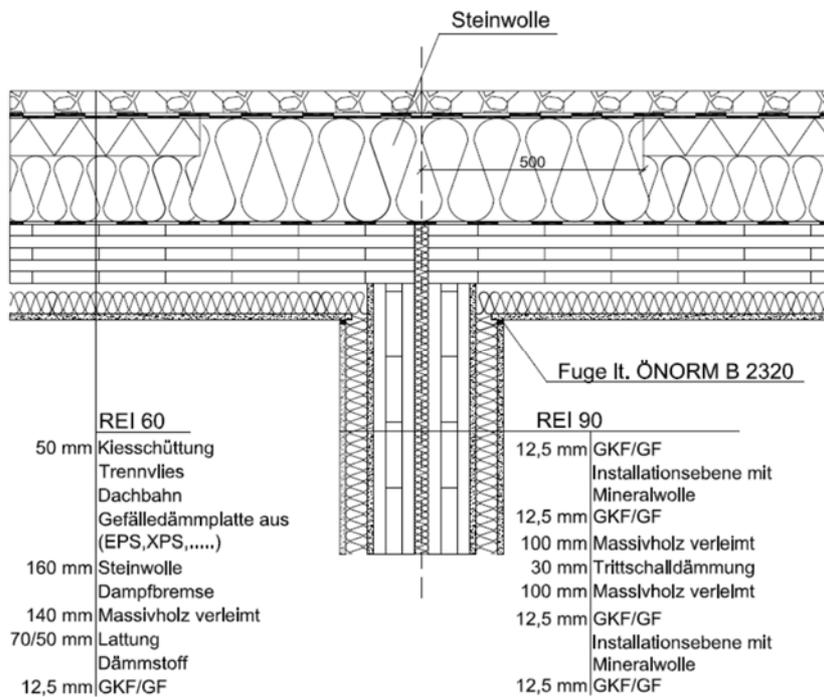


Abbildung 74: Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand zu einem flachgeneigtem Dach mit Aufdachdämmung

Anschluss brandabschnittsbildende Trennwand zum Dach:

- Die brandabschnittsbildende Wand ist mindestens 15 cm über das Dach hochzuziehen. Auf den Hochzug kann verzichtet werden, sofern über mindestens 50 cm von der Achse des Brandabschnittes Steinwolle dämmung verwendet wird. Allfällige Hinterlüftungsquerschnitte sind ebenfalls auszudämmen. Außenliegende Holzschalungen sind in diesem Bereich durch Gipsfaserplatten zu ersetzen. Siehe auch Abbildung 73 und Abbildung 74.
- Bei über die Trennwand durchlaufenden Dachelementen (Durchlaufdecke) ist aus schalltechnischen Gründen eine Abhängung zur Entkoppelung erforderlich.
- Die Elemente sind kraftschlüssig miteinander entsprechend der statischen Erfordernisse mit einem Maximalabstand der Verbindungsmittel von 50 cm zu verbinden.
- Die Luftdichtheit des Anschlusses ist durch durchgehende Lager und/oder Klebebänder sicher zu stellen.
- Die Brandschutzbekleidungen sind passgenau zu verarbeiten.
- Bei Kapselanforderungen an die Bauteile und deren Anschlüsse sind die Stöße bei mehrlagigen Brandschutzbekleidungen versetzt auszubilden.
- Der Zwischenraum (≥ 5 cm) bei zweischaligen Aufbauten ist vollständig mit Mineralwolle auszudämmen.

7.8 Durchdringungen

7.8.1 Vertikale Verteilung

Zur vertikalen Verteilung der Installationen über die einzelnen Nutzungseinheiten bzw. Brandabschnitte werden Schächte verwendet. Hinsichtlich der Lage der Abschottungsmaßnahmen der Durchdringungen wird in Schachttyp A und Schachttyp B unterschieden.

7.8.1.1 Schachttyp A

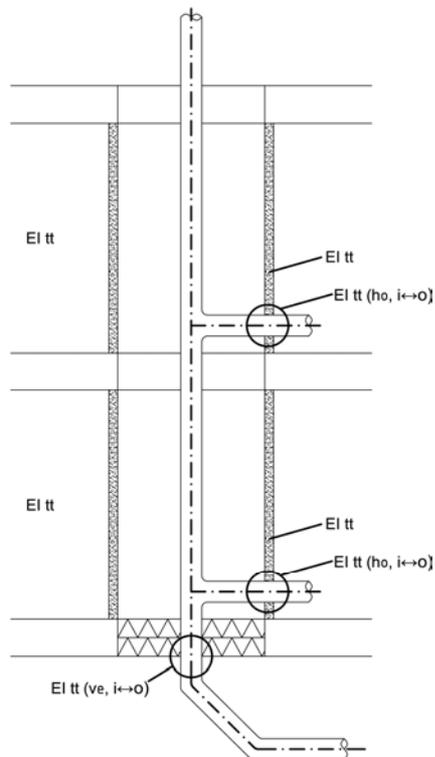


Abbildung 75: Prinzipskizze des Schachttyps A, Quelle: [Installationen-Richtlinie MA 37]

Bei Schachttyp A werden die Anforderungen an den Feuerwiderstand an die Schachtwände und deren Durchdringungen gestellt. Die Anforderungen gelten sowohl von außen nach innen als auch von innen nach außen, da es z.B. im Falle von Revisionsarbeiten zu einem Brand im Schacht kommen könnte.

Der Schacht ist horizontal zwischen dem ersten oberirdischen Geschos s und dem Kellergeschos s sowie dem obersten Geschos s und dem nicht ausgebauten Dachgeschos s abzuschotten. Als Schachtwände werden in der Regel Gipsständerkonstruktionen eingesetzt. Diese müssen entsprechend den Anforderungen klassifiziert und ausgeführt sein, ebenso die eingesetzten Abschottungssysteme der Durchdringungen durch die Schachtwand. Abschottungssysteme für wasser- und luftführende Rohre bzw. Elektroleitungen können Abschnitt 7.8.4 entnommen werden. Für die Revisionsöffnungen liegen ebenfalls geprüfte und klassifizierte Revisionsklappen der Hersteller vor.

Schächte werden häufig in Ecken bzw. an Innenwänden errichtet. Die schachttumschließenden Wände können dabei auch in Holzbauweise errichtet werden, wobei diese schachttinnenseitig mit einer nicht brennbaren Bekleidung versehen werden müssen und die Anforderungen an den Feuerwiderstand der Schachtwand erfüllen müssen.

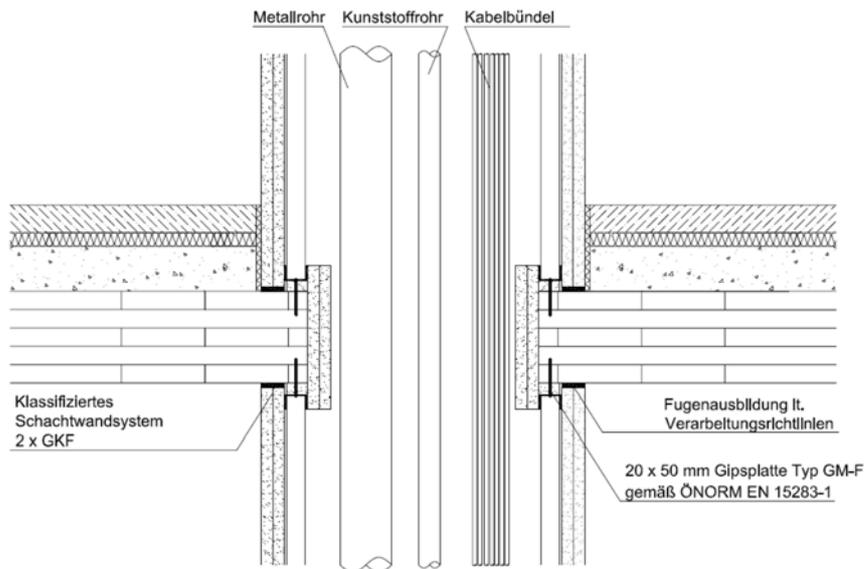


Abbildung 76: Beispielhafte Ausbildung einer Durchdringung eines Schachttyps A bei einer Massivholzdecke

Die Leibung der Deckenöffnung ist nicht brennbar zu bekleden, wobei mindestens 2 x 12,5 mm GKF-Platten zu verwenden sind. Es ist sicherzustellen, dass die Gipsleibungsverkleidung vollflächig am Holz aufliegt. Andernfalls sind die Holzoberfläche und die Fuge zwischen Gips und Holz mit einem intumeszierenden Produkt zu beschichten. Intumeszierende Produkte bewirken bei thermischer Beanspruchung durch Aufschäumen den Verschluss von Restöffnungen und verhindern damit den Durchtritt von Rauch und toxischen Gasen.

Sollten die Ecken der Öffnung produktionsbedingt nicht scharfkantig ausgeführt sein, so sind die Kanten der Gipsplatten anzupassen und die Fuge ebenfalls zu beschichten. Im Anschlussbereich der geprüften und klassifizierten Schachtwand an die Holzelemente ist ein 50 mm breiter und 20 mm dicker Streifen einer Gipsplatte Typ GM-F (z.B. Fireboard) nach [ÖNORM EN 15283-1] schachttinnenseitig an die Holzdecke zu befestigen.

7.8.1.2 Schachttyp B

Bei diesem Typ werden an die Schachtwände keine Brandanforderungen gestellt. Der Schacht wird geschoßweise entsprechend den Anforderungen an den Feuerwiderstand der Decke horizontal abgeschottet. Als Abschottungssysteme können Weich- oder Hartschotts in Kombination mit Brandrohrmanschetten, Strangisolierungen und dergleichen mehr eingesetzt werden.

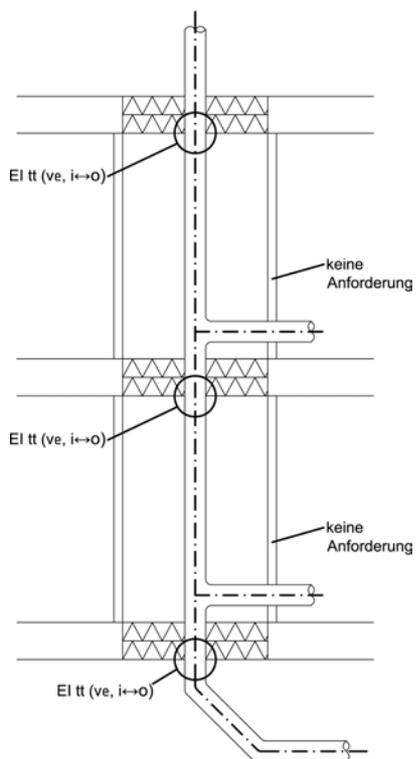


Abbildung 77: Prinzipskizze für Schachttyp B, Quelle: [Installationen-Richtlinie MA 37]

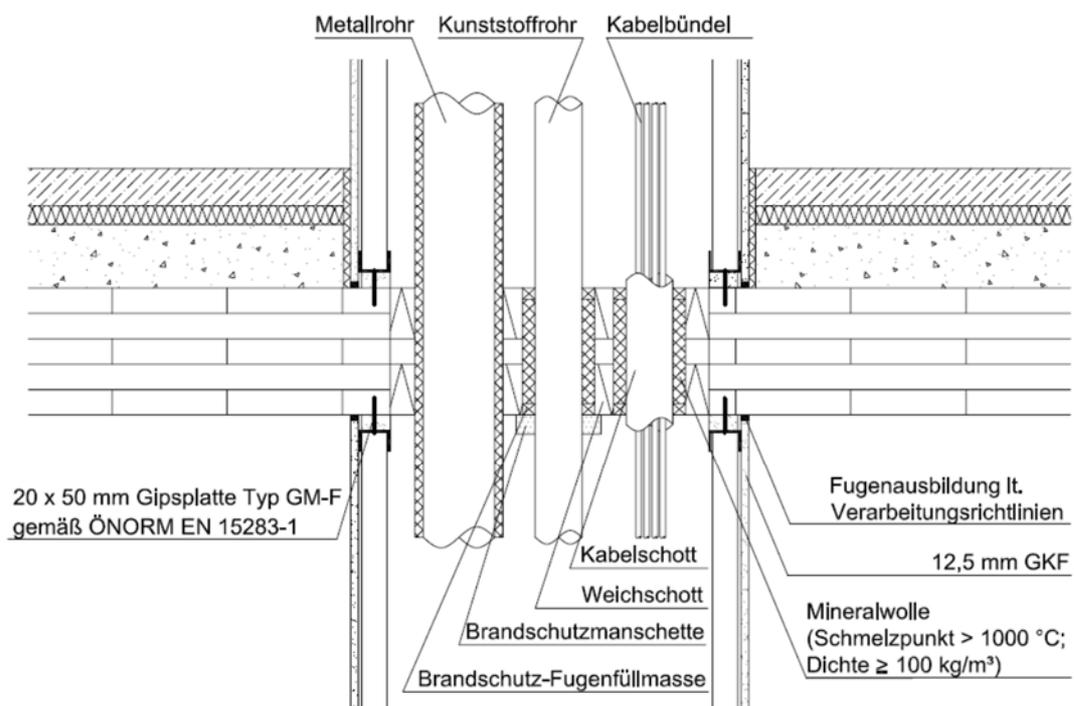


Abbildung 78: Beispielhafte Ausbildung einer horizontalen Abschottung im Bereich einer Massivholzdecke (Schachttyp B)

An der Deckenunterseite ist ein 50 mm breiter und 20 mm dicker Streifen einer Gipsplatte Typ GM-F (z.B. Fireboard) gemäß [ÖNORM EN 15283-1] schachtinnenseitig an die Holzdecke zu befestigen, siehe Abbildung 78. Die Deckenleibung muss im Bereich der Abschottung nicht verkleidet werden. Im Schacht freiliegende Holzoberflächen sind nicht brennbar zu verkleiden.

7.8.2 Konstruktive Regeln

7.8.2.1 Exakte frühzeitige Planung der Schächte

Die haustechnischen Leitungen und Rohre sowie deren Verlegung sind in einem frühen Stadium der Planung zu berücksichtigen. Dies betrifft generell auch die Größe der benötigten Schächte. Nachträgliche Umplanungen vor Ort erhöhen die Baukosten und verringern die Ausführungsqualität.



Abbildung 79: fehlerhafte Ausführung: Aufgrund einer nachträglichen Vergrößerung des Schachtes ist schachtinnenseitig keine nichtbrennbare Bekleidung des hölzernen Unterzuges möglich.

7.8.2.2 Vollflächige Verkleidung der Deckenöffnungen

Die Leibungsverkleidung der Öffnung im Bereich von Durchdringungen muss vollflächig angebracht werden. Sollte dies nicht der Fall sein, ist die Fuge mit intumeszierenden Anstrichen zu versehen. Bei Einsatz eines Weichschotts ist die Verkleidung der Leibung nicht erforderlich und kann bei nicht vollflächigem Einbau kontraproduktiv sein.



Abbildung 80: fehlerhafte Ausführung: Nicht vollflächiger Einbau der Leibungsverkleidung

7.8.2.3 Entkoppelung der Leitungsbefestigungen



Abbildung 81: Schallschutztechnische Entkoppelung der Rohre

Schachtausführung:

- Die Schachtgrößen sind frühzeitig zu planen.
- Die Schächte sind innenseitig nichtbrennbar zu bekleiden.
- Schachtbegrenzende Wände müssen von beiden Seiten denselben Feuerwiderstand einhalten, welcher von der Schachtwand gefordert ist.
- Leitungen und Rohre sind schalltechnisch zu entkoppeln.
- Im Anschlussbereich zwischen Holzdecke und Schachtbekleidung sind 50 mm breite und 20 mm dicke Streifen aus Gipsplatten Typ GM-F (z.B. Fireboard) zu befestigen, siehe Abbildung 76 bzw. Abbildung 78.
- Schachttyp A:
Der Deckenausschnitt ist nichtbrennbar mit mindestens 2 x 12,5 mm GKF zu bekleiden. Die Leibungsverkleidungen sind vollflächig anzubringen.
- Schachttyp B:
Es sind im Deckenbereich Weich- oder Hartschotts (klassifizierte Systeme) einzubauen. Bei Weichschotts ist keine Leibungsverkleidung erforderlich. Die Belegungsichten der Klassifizierungsberichte sind einzuhalten.

7.8.3 Horizontale Verteilung

Die horizontale Verteilung der Installationen in den geschoßweisen Brandabschnitten darf nicht innerhalb der brandschutztechnisch wirksamen Bauteilquerschnitte erfolgen. Die Verteilung hat in entsprechenden Installationsebenen, wie abgehängten Decken, Vorwandkonstruktionen oder Fußbodenaufbauten zu erfolgen. Durchdringungen durch brandabschnittsbildende Bauteile sind abzuschotten.

7.8.4 Abschottungssysteme durch Brandabschnitte

Werden Rohre und/oder Leitungen durch brandabschnittsbildende Bauteile bzw. Trennbauteile geführt, so müssen die Durchdringungen denselben Feuerwiderstand aufweisen wie die Bauteile. Abbildung 82 zeigt einen Überblick über Abschottungssysteme in Bezug auf die Verwendbarkeit. Werden mehrere Leitungen bzw. Rohre in einem Schacht geführt, so werden häufig zur geschoßweisen Abtrennung Weich- oder Hartschotts in Kombination mit beispielsweise Brandrohrmanschetten oder Streckenisolierungen eingesetzt. Die maximal zulässige Belegungsichte - Fläche der Durchdringungen zur Fläche des Schotts - ist einzuhalten. Eine durchschnittliche Belegungsichte liegt bei ca.

60 %. Details sind den Klassifizierungsberichten und den technischen Informationen der Anbieter zu entnehmen.

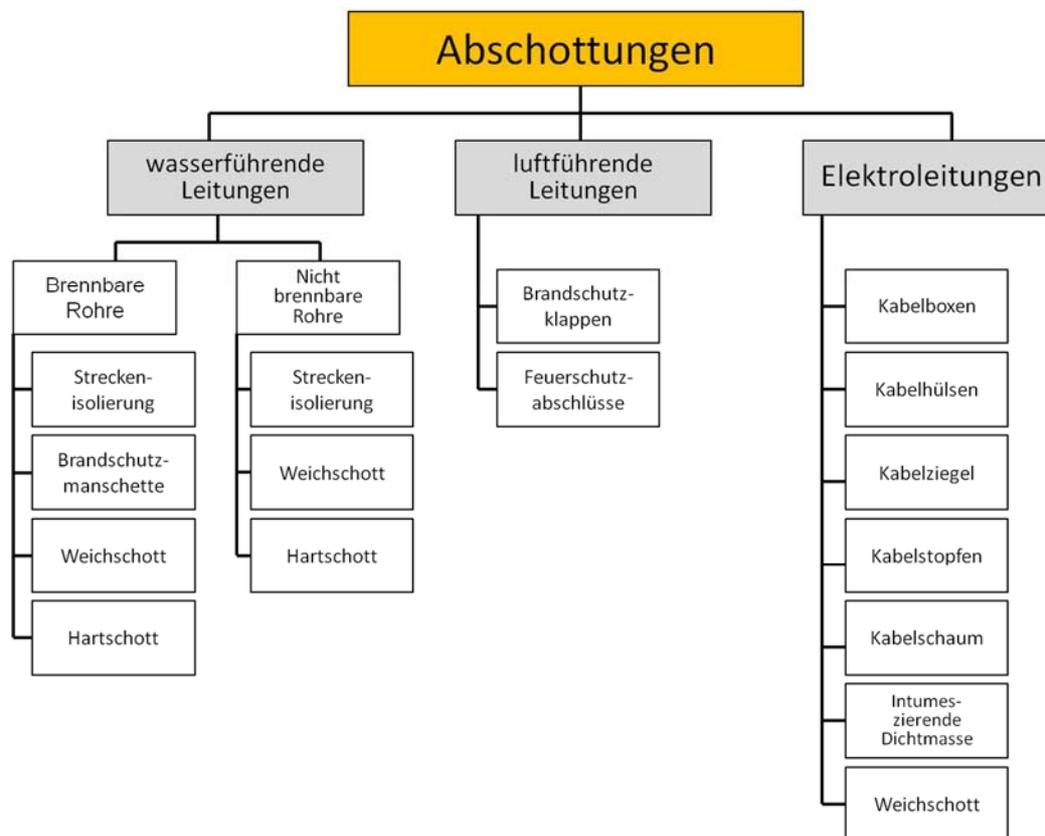


Abbildung 82: Übersicht der Abschottungssysteme für wasser- und luftführende Leitungen und Elektroleitungen

7.8.4.1 Hart- und Weichschotts

Für Weichschotts werden beschichtete Mineralfaserplatten mit einer Mindestrohddichte von 150 kg/m³ und einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C eingesetzt. Es werden mindestens 2 x 50 mm dicke Platten für EI 90 verwendet und für EI 60 mindestens eine 60 mm dicke Platte. Die Oberfläche der Platten und die Fugen zwischen den Platten sowie die Anschlüsse werden mit intumeszierenden oder ablativen Anstrichen beschichtet. Ein wesentlicher Vorteil von Weichschotts ist, dass ein nachträglicher Einbau von Leitungen oder Rohren in Abhängigkeit der zulässigen Belegungsdichte im Vergleich zu Hartschotts relativ einfach ausgeführt werden kann.

Als Hartabschottungen werden in der Regel Gips- bzw. Zementmörtel verstanden. Zur Sicherstellung der dauerhaften Verbindung zwischen Bauteil und Hartschott werden häufig Bewehrungsseisen bzw. Gewindestangen verwendet.

Die Prüfung der Hart- bzw. Weichschotts erfolgt nach [ÖNORM EN 1366-3] und die Klassifizierung nach [ÖNORM EN 13501-2]. Spezifische Zusatzprüfungen wie z.B. Nachweise des bewerteten Schalldämm-Maßes und der Luftdichtheit können von den Herstellern direkt angefordert werden.

Der Einbau von Weichschotts ist mit oder ohne Leibungsverkleidung der Holzelemente möglich. Es ist sicherzustellen, dass bei Ausführung einer Gipsleibungsverkleidung diese vollflächig am Holz aufliegt. Andernfalls sind die Holzoberfläche und die Fuge zwischen Gips und Holz ebenfalls zu beschichten. Sollten die Ecken der Öffnung produktionsbedingt nicht scharfkantig ausgeführt sein, so sind die Kanten der Gipsplatten anzupassen und die Fuge zu beschichten. Die Leibung (Gips- oder Holzoberfläche) und die seitlichen Ränder der Mineralfaserplatte sind mit einer intumeszierenden oder ablativen Beschichtung zu versehen.



Abbildung 83: Einbau des Weichschotts in einen Probekörper (links: Leibungsverkleidung Mitte: Einbau der an den Kanten beschichteten Mineralfaserplatte, rechts: Überbeschichtung der Oberfläche über den Rand von 20 mm)



Abbildung 84: Anbringen der Beschichtung an der Leibung und an der Leibungsverkleidung, Quelle: Firma Würth



Abbildung 85: Zuschnitt der Mineralfaserplatte und Beschichtung der Platten und der Leibung, Quelle: Firma Würth



Abbildung 86: Abdichtung der Kabeldurchföhrung und fertige Abschottung, Quelle: Firma Würth

Einbau eines Weichschotts:

- o Die Leibung sind mit intumeszierenden oder ablativen Beschichtungen nach Herstellerangaben zu versehen.
- o Falls eine Gipsbekleidung in der Leibung eingesetzt wird, ist diese vollflächig anzubringen.
- o Es sind klassifizierte Systeme zu verwenden.
- o Weichschott:
EI 60 mindestens 1 x 60 mm dicke Platte; EI 90 mindestens 2 x 50 mm dicke Platten
Die Herstellerangaben bzw. Nachweise sind zu berücksichtigen.
- o Oberflächen, Fugen zwischen den Platten und Anschlüsse sind mit intumeszierenden oder ablativen Systemen zu beschichten.
- o Die maximal zulässigen Belegungsdichten der Klassifizierungsberichte sind einzuhalten.
- o Durchdringungen sind abzuschotten, wobei bei brennbaren Rohren Brandrohrmanschetten und bei nicht brennbarer Streckenisolierung verwendet werden.

7.8.4.2 Abschottungssysteme für wasserführende Rohre sowie Sanitär- und Heizungsleitungen

Hinsichtlich der Abschottung von Rohrsystemen ist zwischen brennbaren und nicht brennbaren Rohren zu unterscheiden. Bei brennbaren Rohren können Brandschutzmanschetten zur Abschottung verwendet werden. Diese bestehen aus einem Stahlmantel, welcher mit intumeszierendem Material ausgefüllt ist. Im Brandfall schäumt bei ca. 170 °C bis 180 °C das intumeszierende Material auf, drückt das brennbare Rohr ab und verschließt die Öffnung. Bei Vorsatzschalen (≤ 50 mm) ist die Brandrohrmanschette auf der Vorsatzschale zu montieren und in die Rohrwand zu befestigen. Bei dickeren Vorsatzschalungen sind Speziallösungen der Produzenten entsprechend deren Prüfungen erforderlich. Bei Deckendurchbrüchen reicht die

Montage einer Brandrohrmanschette an der Unterseite der Decke. Bei horizontalen Durchdringungen z.B. bei Trennwänden sind auf beiden Seiten Brandrohrmanschetten einzusetzen. Es ist auf die örtlichen Bauvorschriften und die Einbaurichtlinien der Hersteller Rücksicht zu nehmen.

Man unterscheidet zwischen aufgesetzten und eingesetzten Brandrohrmanschetten. Zweitere werden direkt in den Bauteil eingearbeitet.

Spezifische Zusatzprüfungen (z.B. Luftdichtheit) können von den Herstellern direkt angefordert werden.

Die Brandschutzmanschetten sind direkt im Bauteil zu befestigen. Bei Massivholz muss die Länge des Befestigungsmittels auch im Brandfall mindestens 10 mm im unverbrannten Holz sein. Bei Einbau von Brandschutzmanschetten in Weichschotts sind Gewindestangen zu verwenden. Bei einem direkten Einbau durch Holzelemente ist der Ringspalt zwischen Holz und Rohr mit Mineralwolle (Schmelzpunkt ≥ 1000 °C und Rohdichte ≥ 40 kg/m³) abzudichten, wobei die Mineralfaserdämmung auf ca. 100 kg/m³ zu verdichten ist. Der äußere Abschluss ist auf ca. 15 mm Tiefe in der Konstruktion mit einer intumeszierenden Brandschutzmasse zu füllen.



Abbildung 87: Einbau einer Brandrohrmanschette direkt in einer unbedeckten Massivholzwand; links: ausstopfen des Ringspaltes, Mitte: intumeszierende Brandschutzmasse, rechts: Befestigung der Brandrohrmanschette

Bei Einbau einer Brandrohrmanschette bei einer Vorsatzschale ist diese im tragenden Bauteil zu befestigen.

Beim Einbau von Brandrohrmanschetten in Weichschotts dürfen diese nicht im Schott befestigt werden. Die Befestigung hat entweder im tragenden Trennbauteil zu erfolgen oder es sind Gewindestangen durch das Schott zu führen.

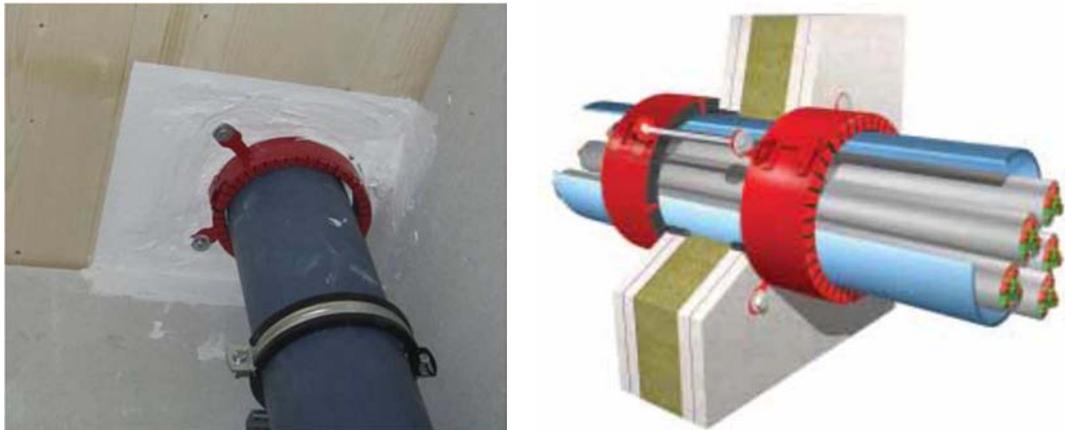


Abbildung 88: Befestigung einer Brandrohrmanschette im Weichschott nur mit durchgehender Befestigung zulässig, siehe rechtes Bild, Quelle: Firma Intumex

Abschottung wasserführender Rohre, Sanitär- und Heizungsleitungen:

- Brennbare Rohre, welche durch brandabschnittsbildende Bauteile geführt werden, sind mit Brandrohrmanschetten abzuschotten. Bei Wänden ist an jeder Seite eine Brandrohrmanschette erforderlich. Bei Decken reicht eine Brandrohrmanschette an der Unterseite aus.
- Werden aufgesetzte Brandrohrmanschette in Massivholzelemente direkt eingebaut, so ist ein Ringspalt von ca. 10 mm mit Steinwolle auszustopfen. Die Steinwolle ist zu verdichten und die Fuge mit einer intumeszierenden Brandschutzmasse 15 mm tief zu füllen. Die Brandrohrmanschette ist direkt im Massivholzelement zu befestigen, wobei die Befestigungsmittellänge den maximalen Abbrand um mindestens 10 mm übersteigen muss. Details zum Abbrand siehe 3.4.2.
- Bei einem Einbau in einem Weichschott sind zur Befestigung durchgehende Gewindestangen zu verwenden.
- Bei Vorsatzschalen (≤ 50 mm) ist die Brandrohrmanschette auf der Vorsatzschale zu montieren und in die Rohwand zu befestigen. Bei dickeren Vorsatzschalungen sind Speziallösungen der Produzenten entsprechend deren Prüfungen erforderlich.
- Mehrfachbelegungen oder Sonderanwendungen von Brandrohrmanschetten mit brennbaren und nicht brennbaren Rohren sind in Abhängigkeit der Produkte und deren Nachweisen möglich.
- Nicht brennbare Rohre bzw. Leitungen, welche brandabschnittsbildende Bauteile durchdringen sind mit Streckenisolierungen abzuschotten. Hierzu wird Aluminium kaschierte Steinwolle dämmung (Schmelzpunkt ≥ 1000 °C) verwendet.
- Bei Kupferleitungen sind die Streckenisolierungen immer beidseitig mindestens 1 m anzubringen. Bei allen anderen nichtbrennbaren Leitungen bis zu einem Durchmesser < 114 mm sind die Streckenisolierungen beidseitig 0,5 m und bei Durchmesser ≥ 114 mm beidseitig 1 m anzubringen.

7.8.4.3 Abschottungssysteme von Lüftungsleitungen

Durchdringen Lüftungsleitungen brandabschnittsbildende Bauteile, so sind Brandschutzklappen und Feuerschutzabschlüsse einzubauen. Brandschutzklappen und Feuerschutzabschlüsse weisen eine temperaturabhängige Auslösevorrichtung auf. Zusätzlich wird empfohlen, eine rauchabhängige, ferngesteuerte Auslösung ebenfalls zu integrieren. Die Fernsteuerung kann auch für Kontrollzwecke im Rahmen der periodisch geforderten Funktionsprüfung wieder geöffnet werden. Nach einer temperaturabhängigen Auslösung, welche bei 70 °C bis 75 °C liegt, darf auf keinen Fall eine ferngesteuerte Öffnung der Klappe möglich sein.

In nichttragende Bauteile dürfen Brandschutzklappen nur in Kombination mit Dehnungskompensationsmaßnahmen eingesetzt werden, welche sicherstellen, dass sich durch Wärmedehnung oder Herabfallen von Rohrleitungen die Lage der Brandschutzklappe nicht verändert. Diese Maßnahmen sind außerhalb des Bewegungsbereiches der Klappe, aber innerhalb von einem Meter einzubauen. Details können [ÖNORM H 6031] entnommen werden. Sofern die Klappen starr mit tragenden Bauteilen verbunden werden, können sie ohne Dehnungskompensationsmaßnahmen eingebaut werden. Die Verbindung muss die Kräfte aufnehmen können, sodass es zu keiner Verformung bzw. Beschädigung der Klappe und des Weichschotts kommen kann.

Neben den Lüftungsklappen werden in Österreich in Abhängigkeit des zulässigen Einsatzbereiches bei Lüftungsleitungen auch Feuerschutzabschlüsse auf Basis intumeszierender Materialien mit und ohne mechanische Verschlusselemente eingesetzt. Diese dürfen nur bis zu einer maximalen Nennweite von 160 mm in Lüftungsleitungen verwendet werden. Feuerschutzabschlüsse ohne mechanischem Verschlusselement (FLI) dürfen ausschließlich horizontal in lufttechnischen Anlagen zur Entlüftung mehrerer übereinander liegender Wohnräume und Räume mit wohnraumähnlicher Nutzung eingebaut werden. Feuerschutzabschlüsse mit mechanischen Verschlusselement (FLI-VE) können horizontal und vertikal in lufttechnischen Anlagen zur Be- und Entlüftung von Wohnräumen, Küchen, Räumen mit wohnraumähnlicher Nutzung oder Nassräumen eingesetzt werden. Bei Feuerschutzabschlüssen sind für die Anwendungsfälle nach [ÖNORM H 6027] keine regelmäßigen Kontrollprüfungen erforderlich.

Die intumeszierenden Materialien weisen eine Reaktionstemperatur von ca. 150 °C bis 170 °C auf. Aus diesem Grund ist eine Kombination mit Kaltrauchsperrern empfehlenswert. Die Reaktionstemperatur der Verschlusselemente liegt bei 70 °C bis 75 °C.

Beim Einbau von Feuerschutzabschlüssen auf Basis intumeszierender Materialien in nicht tragenden Wänden (z.B. Schachtwänden) sind elastische Verbindungselemente aus brennbaren Rohren erforderlich, welche im Brandfall eine Trennung der Lüftungsleitung vom Feuerschutzabschluss sicherstellen sollen. Dieser Verbindungsteil muss entsprechend [ÖNORM H 6027] eine Länge von 1 % der angeschlossenen Leitungslänge, mindestens aber 80 mm aufweisen. Details können [ÖNORM H 6027] entnommen werden.

Während bei Lüftungsclappen die Lage der Stellung des Verschlusselementes von außen ersichtlich ist, ist bei Feuerschutzabschlüssen auf Basis intumeszierender Materialien eine Beurteilung der Stellung des Verschlusselementes von außen nicht möglich.



Abbildung 89: Ansicht eines Feuerschutzabschlusses auf Basis intumeszierender Materialien mit Verschlusselement (FLI-VE)



Abbildung 90: Dämmung des Ringspalt zwischen Lüftungsrohr und Holzbauteil mit Steinwolle (Mitte), Anbringen einer intumeszierenden Brandschutzmasse mit einer Tiefe von ca. 15 mm (rechts)

Bei einem direkten Einbau durch Holzelemente ist der Ringspalt zwischen Holz und Rohr (z.B. Wickelfalzrohr) mit Mineralwolle (Schmelzpunkt ≥ 1000 °C und Rohdichte ≥ 40 kg/m³) abzudichten, wobei die Mineralfaserdämmung auf ca. 100 kg/m³ zu verdichten ist. Der äußere Abschluss ist auf ca. 15 mm Tiefe in der Konstruktion mit einer intumeszierenden Brandschutzmasse zu füllen. Die Mindestverankerungslänge der Befestigungsmittel im unverbrannten Holz muss nach der geforderten Feuerwiderstandsdauer noch 10 mm betragen.



Abbildung 91: Starre Befestigung des Lüftungsrohres in der Holzdecke (links), Feuerschutzabschluss auf Basis intumeszierender Materialien mit Verschlusselement FLI-VE (Mitte), Einbau in Probekörper (rechts)

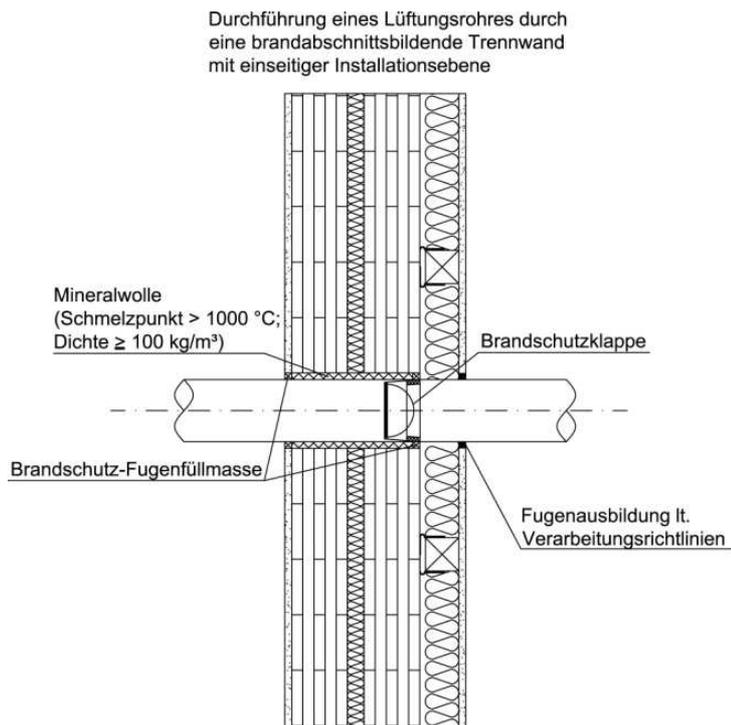


Abbildung 92: Einbau einer Brandschutzklappe in eine brandabschnittsbildende Trennwand

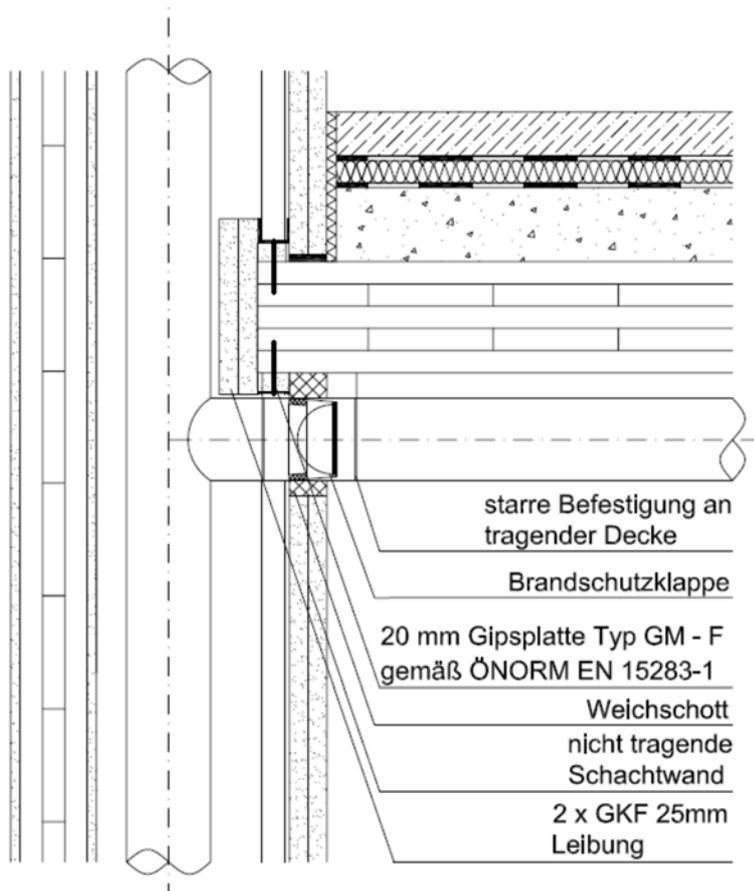


Abbildung 93: Einbau einer Brandschutzklappe in eine Schachtwand

Abschottung von Lüftungsleitungen:

- Der Einsatz von Feuerschutzabschlüssen auf Basis intumeszierender Materialien ohne mechanischen Verschlusselement (FLI) ist ausschließlich horizontal in lufttechnischen Anlagen (max. Nennweite: 160 mm) zur Entlüftung mehrerer übereinanderliegender Wohnung zulässig.
- Der Einsatz von Feuerschutzabschlüssen auf Basis intumeszierender Materialien mit mechanischen Verschlusselement (FLI-VE) ist ausschließlich horizontal und vertikal in lufttechnischen Anlagen (max. Nennweite: 160 mm) zur Be- und Entlüftung von Wohnräumen, Küchen, Nassräumen zulässig.
- Bei einem direkten Einbau in ein Massivholzelement ist ein Ringspalt von ca. 10 mm mit Steinwolle auszustopfen. Die Steinwolle ist zu verdichten und die Fuge mit einer intumeszierenden Brandschutzmasse ca. 15 mm tief zu füllen. Die Brandrohrmanschette ist direkt im Massivholzelement zu befestigen, wobei die Befestigungsmittellänge den maximalen Abbrand um mindestens 10 mm übersteigen muss. Details zum Abbrand siehe 3.4.2.
- Bei nichttragenden Bauteilen sind bei Dehnungskompensationsmaßnahmen erforderlich.
- Details zum Einbau von Feuerschutzabschlüssen können ÖNORM H 6027 und zum Einbau von Brandschutzklappen ÖNORM H 6031 entnommen werden.

7.8.4.4 Abschottungssysteme für Elektroleitungen

Zu den elektrischen Leitungen werden neben den Stromkabeln auch Kommunikationsleitungen und EDV-Leitungen gezählt. Ihre Abschottung kann mittels Brandschutzkissen, Brandschutzschäumen, Brandschutzsteinen mit Brandschutzfüllmassen, Brandschutzmörteln, Brandschutzbeschichtungen der Kabel, intumeszierender Brandschutzmasse oder dgl. erfolgen.

Abschottungssysteme für Elektroleitungen können bei Berücksichtigung der Einbaurichtlinien der Hersteller und der Prüf- bzw. Klassifizierungsberichte auch im Holzbau eingesetzt werden.

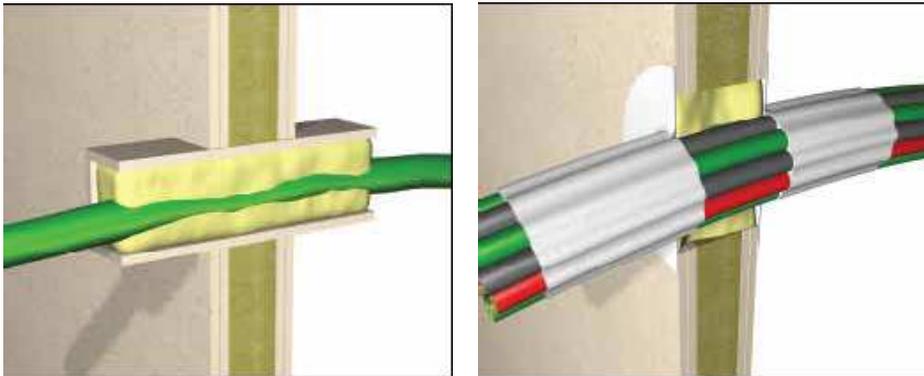


Abbildung 94: Beispiele von Abschottungen mittel Brandschutzschaum für Elektrokabel, Quelle: Firma Intumex



Abbildung 95: Brandschutzschaum als Abschottung für Kabel und Rohre, Quelle: Firma Hilti



Abbildung 96: Beispiele zum Einbau von Steckdosen, Quelle: Firma Air Fire Tech



Abbildung 97: Hohlwanddose mit Dämmschichtbildner der Firma Kaiser, vor und nach Brandbeanspruchung
Quelle https://www.kaiser-elektro.de/de_DE/loesungen/brandschutz/

Elektrische Leitungen sind in Leerverrohrungen zu führen oder es sind Doppelmantelkabel einzusetzen. Eine direkte Verlegung eines E-Kabels im Brettsperrholz ist aus Gründen eines möglichen Nachziehens von Leitungen nicht empfehlenswert.

Abschottungssysteme für Elektroleitungen:

- Es sind klassifizierte Systeme zu verwenden und die maximale Belegungsdichte der Nachweise ist einzuhalten.
- Bei brandabschnittsbildenden Wänden sind Elektroinstallationen in gedämmten Vorwandkonstruktionen zu führen. Bei einer Verlegung im Massivholzbauteil sind Kompensationsmaßnahmen, wie (z.B. Einhausungen mit nichtbrennbaren Platten oder Verwendung von geprüften Brandschutzdosen) erforderlich.

7.9 Vorgehängte Fassaden

7.9.1 Wärme- und Feuchteschutz

Vorgehängte Fassaden sollten generell hinterlüftet ausgeführt werden. Diese können in Abhängigkeit der s_d -Werte der Beschichtung und der Innenbekleidung aus bauphysikalischer Sicht auch belüftet und nicht hinterlüftet ausgeführt werden. Nicht hinterlüftete Fassaden mit einer Luftschicht werden nur empfohlen, wenn die Fassade nicht beschichtet wird. Details können [Guttman und Schober 2018] entnommen werden.

Tabelle 29: Bewertungsmatrix der bauphysikalischen Eignung von Holzfassaden bei Holzaußenwänden [Quelle: Schober et al., 2018]

Bauweise	Fassadenkonstruktion	Fassadenart								
		Brett-Fassade z. B. Deckel- oder Stülp- schalung			Profilholz- Fassade z. B. Nut- u. Feder- schalung			Platten- Fassade z. B. 3-S Platte Sperrholz		
		Beschichtung								
		ohne	$s_d \leq 1$ m	$s_d > 1$ m	ohne	$s_d \leq 1$ m	$s_d > 1$ m	ohne	$s_d \leq 1$ m	$s_d > 1$ m
allg. Holzbauweise $s_d \leq 1$ m innen und/oder nicht allseitig luftdicht	hinterlüftet	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	belüftet	o	o	o	-	-	-	-	-	-
	nicht hinterlüftet mit LS*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	nicht hinterlüftet ohne LS*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzrahmenbau & Holzmassivbau $s_d \geq 1$ m innen und allseitig luftdicht	hinterlüftet	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	belüftet	+	+	+	+	+	+	+	+	o
	nicht hinterlüftet mit LS*	+	+	o	+	o	-	+	o	-
	nicht hinterlüftet ohne LS*	o	-	-	-	-	-	-	-	-

* LS = Luftschicht

+ empfohlen o möglich, jedoch im Einzelfall zu bewerten - kritisch

Tabelle 30: Empfehlungen zur Ausf uhrung von Holzfassaden bei Holza u enw anden [Quelle: Schober et al, 2018]

Bauweise	Empfehlung
Holzbaubauweise mit niedrigem s_d -Wert innen $\leq 1,0$ m und/oder nicht allseits str omungsdichten (luftdichten) Anschl ussen	Holzfassade mit hinterl uftetem Luftspalt ≥ 3 cm
Holzrahmenbauweise mit s_d -Wert $\geq 1,0$ m innen und allseits str omungsdichten (luftdichten) Anschl ussen	Holzfassade mit hinterl uftetem oder bel uftetem Luftspalt mind. 1 cm (garantiert); baupraktisch ≥ 2 cm empfohlen. Nicht hinterl uftete Fassaden mit einer geschlossenen Luftschicht zwischen Fassade und Dämmstoff oder Wandbildner m oglich, wenn keine oder zumindest diffusionsoffene Beschichtungen Verwendung finden. Entwässerungsm oglichkeit nach unten erforderlich.
Holzmassivbauweise mit s_d -Wert $\geq 1,0$ m innen und fl ächiger str omungsdichter (luftdichter) Holzmassivbauweise (z.B. Brettsper Holz) alle Anschl usse und Durchbrüche str omungsdicht verklebt	Holzfassade mit hinterl uftetem oder bel uftetem Luftspalt mind. 1 cm (garantiert); baupraktisch ≥ 2 cm empfohlen. Nicht hinterl uftete Fassaden mit einer geschlossenen Luftschicht zwischen Fassade und Dämmstoff oder Wandbildner m oglich, wenn keine oder zumindest diffusionsoffene Beschichtungen Verwendung finden. Entwässerungsm oglichkeit nach unten erforderlich.

7.9.2 Brandschutz

Um die Brandweiterleitung von hinterl ufteten, bel ufteten oder nicht hinterl ufteten Fassaden zu verhindern, sind ab viergeschoßigen Geb äuden durchgehend geschoßweise über die gesamte Fassadenbreite Brandschutzabschottungen auszuf uhren. Ihre Position kann frei gew ählt werden, eine Anordnung im Bereich der Geschoßdecken ist jedoch am sinnvollsten. Zwischen dem vorletzten und letzten Geschoß darf die Brandschutzabschottung unter Zugrundelegung des Schutzzieles der ÖNORM B 3805-5 entfallen.

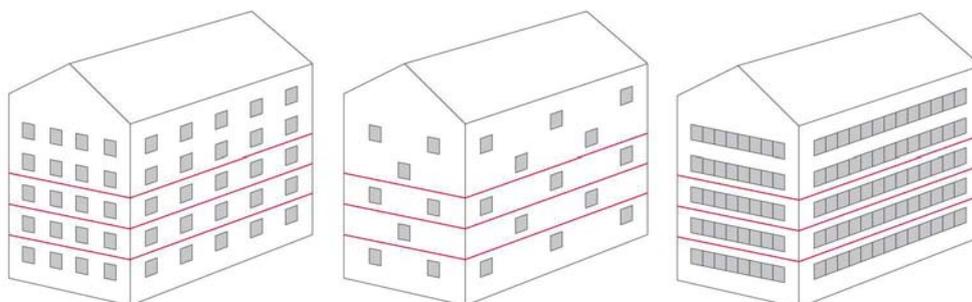


Abbildung 98: Beispiel der Anordnungen von Brandschutzabschottungen bei Lochfassaden oder Fensterb ändern. Quelle: proHolz Austria

Fassaden bei Gebäuden mit mehr als drei Geschoßen benötigen einen positiven Nachweis nach ÖNORM B 3800-5.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden Untersuchungen an Holzfassaden mit variierenden Materialien, Hinterlüftungsquerschnitten, Oberflächenbehandlungen und Ausführungsdetails der horizontalen Brandsperrern durchgeführt [Schober und Matzinger 2006]. Die Ergebnisse der Untersuchungen bildeten die Basis für genormte Konstruktionen ohne weitere Nachweise der [ÖNORM B 2332]. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse wird in Tabelle 31 aufgelistet.

Tabelle 31: Zusammenstellung der positiv untersuchten Fassadenausführungen, Quelle: [Schober und Matzinger 2006]

Konstruktion Wand	Unterkonstruktion Fassade			Fassade		
	Hinterlüftung	Belüftung	Dämmung	Fassade / Holzart	Ausrichtung	Beschichtung
Holzrahmenwand	30 mm	30 mm	mit /ohne 30 mm mineralischer Dämmung	NF-Schalung Fichte / Lärche	horizontal / vertikal	mit / ohne Oberflächenbeschichtung
	30 mm mit 30 mm Konterlattung					
	100 mm					
	100 mm mit 30 mm Konterlattung					
Holzmassivwand	30 mm	30 mm	mit /ohne 30 mm mineralischer Dämmung	Dreischichtplatte Fichte / Lärche	horizontal / vertikal	mit / ohne Oberflächenbeschichtung
	30 mm mit 30 mm Konterlattung					
	100 mm					
	100 mm mit 30 mm Konterlattung					

7.9.2.1 Brandschutzsperrern

Zur Erfüllung der Schutzziele sind bei hinterlüfteten Fassaden Brandschutzsperrern erforderlich. Diese verschließen einerseits die Hinterlüftung und verhindern eine Brandweiterleitung über den sogenannten „Kamineffekt“ in der Hinterlüftungsebene. Andererseits leiten sie bei brennbaren Fassaden die Flammen von der Fassade weg.

Tabelle 32: Ausführung der Brandschutzsperrern [Quelle: Schober & Matzinger, 2006]

Nr.	Material	Konstruktion	Kommentare
1	nicht brennbar (mind. A1)	Auskrägung ≥ 200 mm Stahlblechdicke $\geq 1,0$ mm, kein Aluminium Befestigungsmittel Stahl, $e \geq 400$ mm; Längsstöße müssen die Funktion der Brandschutzmaßnahme sicherstellen.	Für alle horizontalen und vertikalen Holzfassaden sofern die Leisten $\geq 20 / 70$ mm und die Fugen ≤ 10 mm
2	Holz (mind. D) nicht brennbar abgedeckt	Auskrägung ≥ 200 mm Holzdicke ≥ 20 mm Stahlblechdicke $\geq 0,5$ mm Befestigungsmittel Stahl, $e \geq 625$ mm; Längsstöße müssen die Funktion der Brandschutzmaßnahme sicherstellen.	
3	Dreischichtplatte (mind. D) ≥ 40 mm	Auskrägung ≥ 200 mm Befestigungsmittel Stahl, $e \geq 625$ mm; Längsstöße müssen die Funktion der Brandschutzmaßnahme sicherstellen.	
4	nicht brennbar (mind. A1)	Auskrägung ≥ 100 mm Stahlblechdicke $\geq 1,0$ mm, kein Aluminium Befestigungsmittel aus Stahl, $e \geq 400$ mm; Längsstöße müssen die Funktion der Brandschutzmaßnahme sicherstellen.	Holzfassade (Bretter oder Platten) ohne Fugen
5	Holz (mind. D) nicht brennbar abgedeckt	Auskrägung ≥ 100 mm Holzdicke ≥ 20 mm Stahlblechdicke $\geq 0,5$ mm Befestigungsmittel Stahl, $e \geq 625$ mm; Längsstöße müssen die Funktion der Brandschutzmaßnahme sicherstellen.	

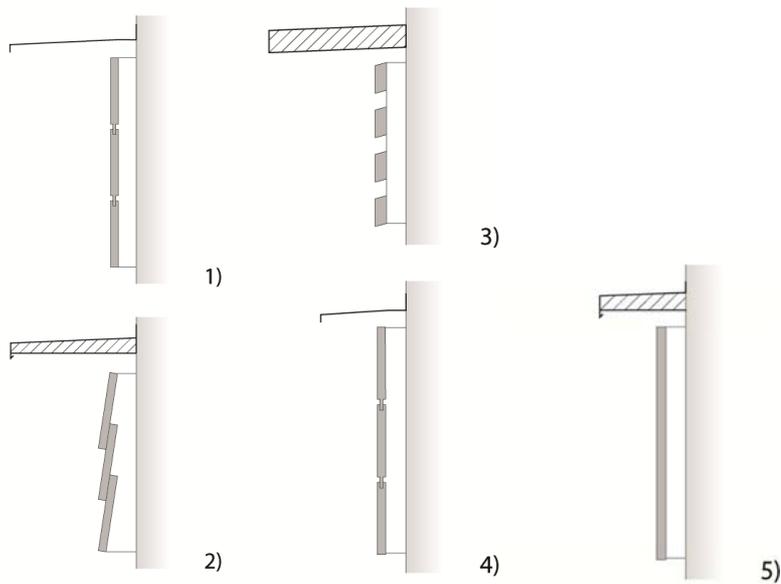


Abbildung 99: Ausbildung der Brandschotts (Nummern entsprechen der Tabelle 32)

Im Bereich von Gebäudeinnenecken sind zusätzliche konstruktive Maßnahmen erforderlich, da die Flammenhöhe größer ist. Basierend auf den durchgeführten Untersuchungen wurden die nachfolgenden Lösungen erarbeitet, um die Schutzziele zu erfüllen.

- Brandschutzsperrn für alle Holzfassaden:

Alle Arten von Holzfassaden mit oder ohne Fenster im Bereich der Innenecke erfüllen die Anforderungen, wenn als Brandsperrn ein mindestens 1 mm dickes Metallblech mit einer Auskrugung von mindestens 200 mm verwendet wird.

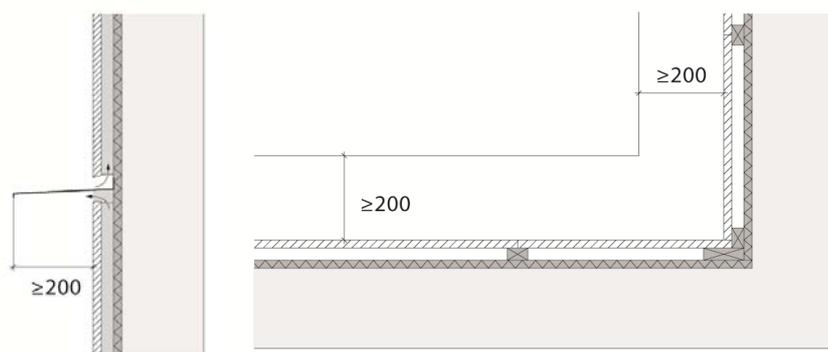


Abbildung 100: Variante 1 gemäß Tabelle 32

- Brandschutzsperren für Holzfassaden ohne Fugen, Fensterabstand $\geq 1\text{m}$ zur Innenecke:

Sofern die Fenster einen Mindestabstand von über 1 m zur Innenecke aufweisen und die Holzfassade keine Fugen aufweist, kann die Auskrragung auf 100 mm reduziert werden.

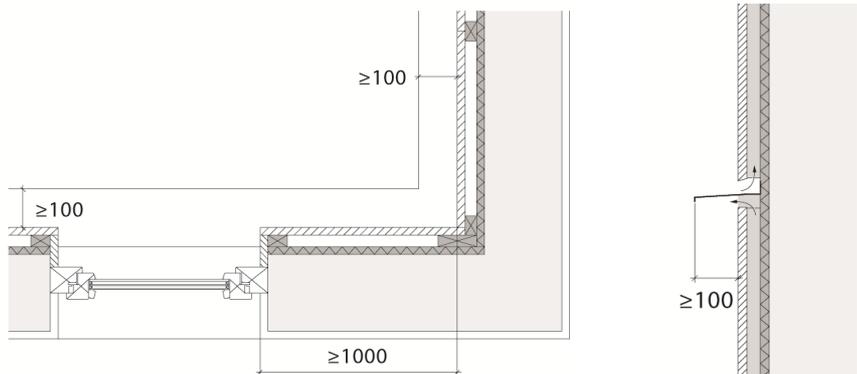


Abbildung 101: Variante 4 gemäß Tabelle 32

- Brandschutzsperren für Holzfassaden ohne Fugen, Fensterabstand $< 1\text{m}$ zur Innenecke:

Sofern die Fenster einen geringeren Abstand als 1 m zur Innenecke aufweisen, ist im Bereich der Innenecke eine größere Auskrragung der Brandsperrre erforderlich.

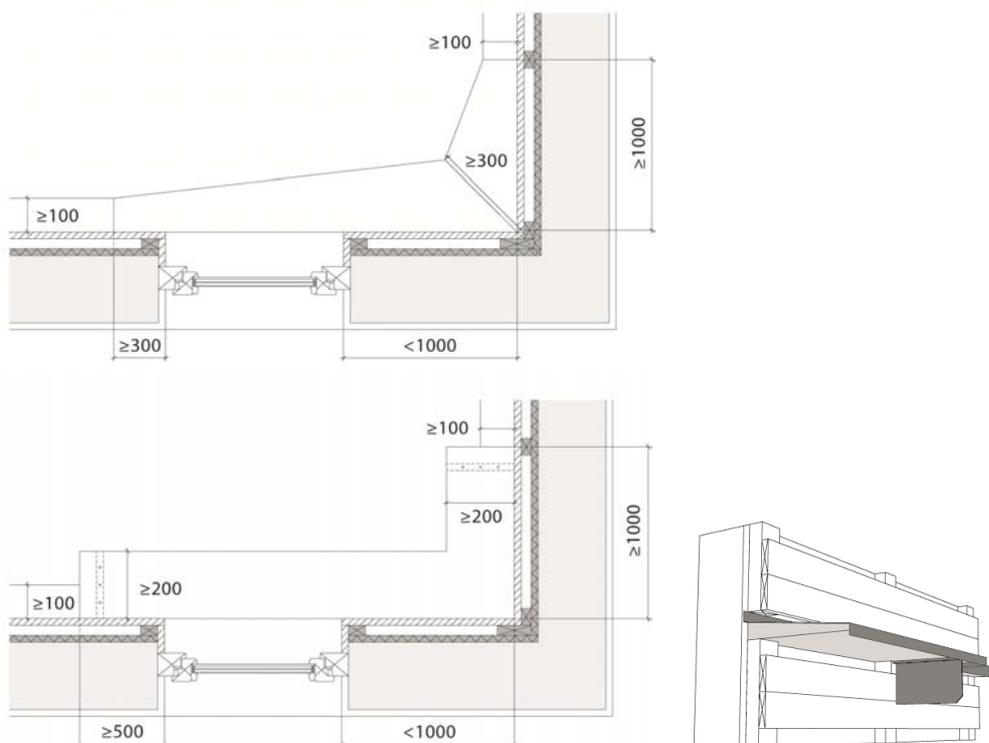


Abbildung 102: Variante 5 gemäß Tabelle 32

In allen Fällen müssen die Brandschutzabschottungen dicht an den Wandbildner angeschlossen werden. Die Bekleidung hinter dem Hinterlüftungsquerschnitt ist nicht brennbar auszuführen. Winddichte Bahnen können in diesem Fall als brandschutztechnisch unbedenklich angesehen werden.

Vorgehängte Fassaden:

- Bei Gebäuden ab der GK 4 sind vorgehängte hinterlüftete, belüftete und nicht hinterlüftete Fassaden geschoßweise abzuschotten. Hierzu kann bei Holzfassaden ein 1 mm dickes Stahlblech verwendet werden, welches mindestens 10 cm vor die Fassade ausragt. In Innenecken muss die Auskrragung mindestens 20 cm betragen.
- Die Abschottung ist bis an die Rohwand zu führen, wobei diese nicht brennbar (z.B. Gipsfaserplatte) bekleidet sein muss.
- Die Regeln des konstruktiven Holzschutzes (z.B. keine Kapillarfugen) sind zu beachten.
- Die Spritzwasserbeanspruchung der Fassade aufgrund der Abschottung ist zu berücksichtigen.
- Es sind hinterlüftete und belüftete (mind. 1 cm Luftraum) Holzfassaden bauphysikalisch möglich. Nicht hinterlüftete Fassaden mit Lufthohlraum sind nur bei unbeschichteten Holzfassaden möglich.

7.10 Detaillösungen für Fassaden mit Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen

Bei geputzten Fassaden, die mit EPS-Dämmung ausgeführt werden gilt der Nachweis nach [ÖNORM B 3800-5] als erfüllt, wenn im Sturzbereich von Fenstern und Fenstertüren ein Brandschutzschott aus Mineralwolle MW-PT gemäß [ÖNORM B 6000] mit einem seitlichen Übergriff von 30 cm und einer Höhe von 20 cm, verdübelt, ausgeführt wird. Abbildung 103 zeigt die Anordnung der Mineralwolleriegel bei Lochfassaden und Fensterbändern. Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme mit Holzfaserdämmplatten, welche als Gesamtsystem die Brandverhaltensklasse C, d1 erfüllen, können bei Vorliegen eines positiven Nachweises nach ÖNORM B 3800-5 ebenfalls eingesetzt werden.

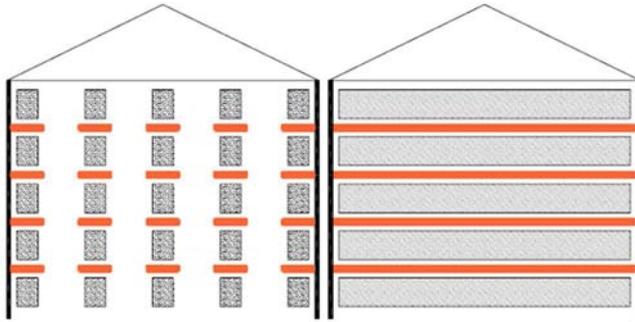


Abbildung 103: Beispiel der Anordnungen von Brandschutzabschottungen bei Lochfassaden oder Fensterbänder

Geputzte Fassaden:

- Bei Gebäuden ab der GK 4 und bei EPS-Dämmstoffdicken > 100 mm sind geschößweise Abschottungen (z.B. durch Steinwolleriegel mit 20 cm Höhe und mindestens 30 cm seitlichem Übergriff über Öffnungen) erforderlich.

7.11 Balkone und Loggien

Aus bauphysikalischer und holzschutztechnischer Sicht sind Durchdringungen der Decken als Balkon- bzw. Loggienkonstruktion nicht empfohlen. Durchdringungen durch die Gebäudehüllen stellen immer eine Schwachstelle dar. So ist sicherzustellen, dass sie luft- bzw. winddicht angebunden sind und die Wärmebrücke der Befestigungsteile berücksichtigt wird. Im Bereich von Stoßfugen wie bei Brettsperrholzplatten, Rissen bei Kantholz kann dies kaum sichergestellt werden. Die Balkone bzw. Loggien können aufgeständert oder abgehängt ausgeführt werden. Die Lagerung der Balkonplatte ist schalltechnisch zu entkoppeln.

Durchgehende Balkonplatten sind aus bauphysikalischer Sicht zu vermeiden, da es im Bereich der Elementstöße bzw. im Bereich von Fugen zwischen einzelnen nicht verleimten Brettern bzw. bei Rissen zu unkontrollierten Luftströmungen kommen kann.

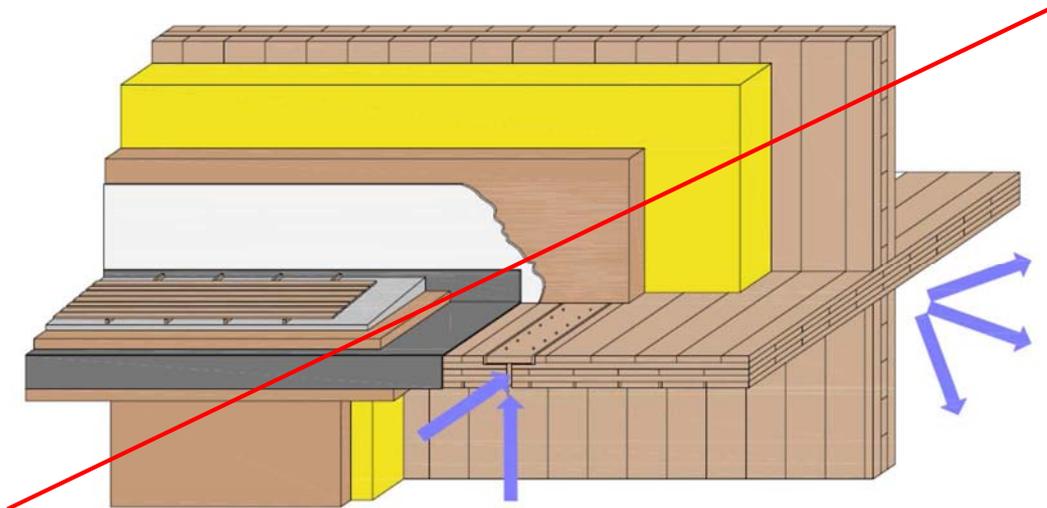


Abbildung 104: nicht empfohlenen Ausführung: schematische Darstellung von durchgehenden Balkonplatten

Abbildung 105 zeigt eine nicht empfehlenswerte Ausführung einer Balkonplatte, die an der Geschoßdecke verschraubt wurde. In dem Anschlussbereich im Inneren wurden zwar zwischen den Brettsperrholzplatten elastische Baulager eingelegt, der verminderte Aufbau im Anschlussbereich erfüllt aber aufgrund der stark reduzierten Schüttung die Anforderungen an den Trittschallschutz nicht.

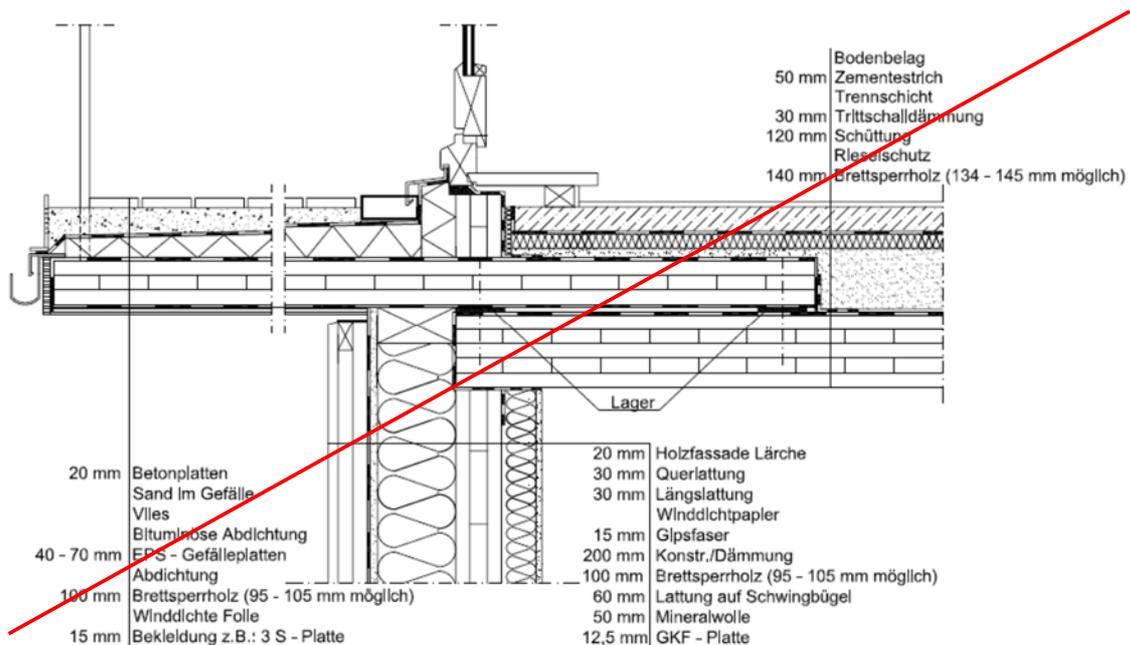


Abbildung 105: Unzureichende Ausführung einer auskragenden Balkonplatte

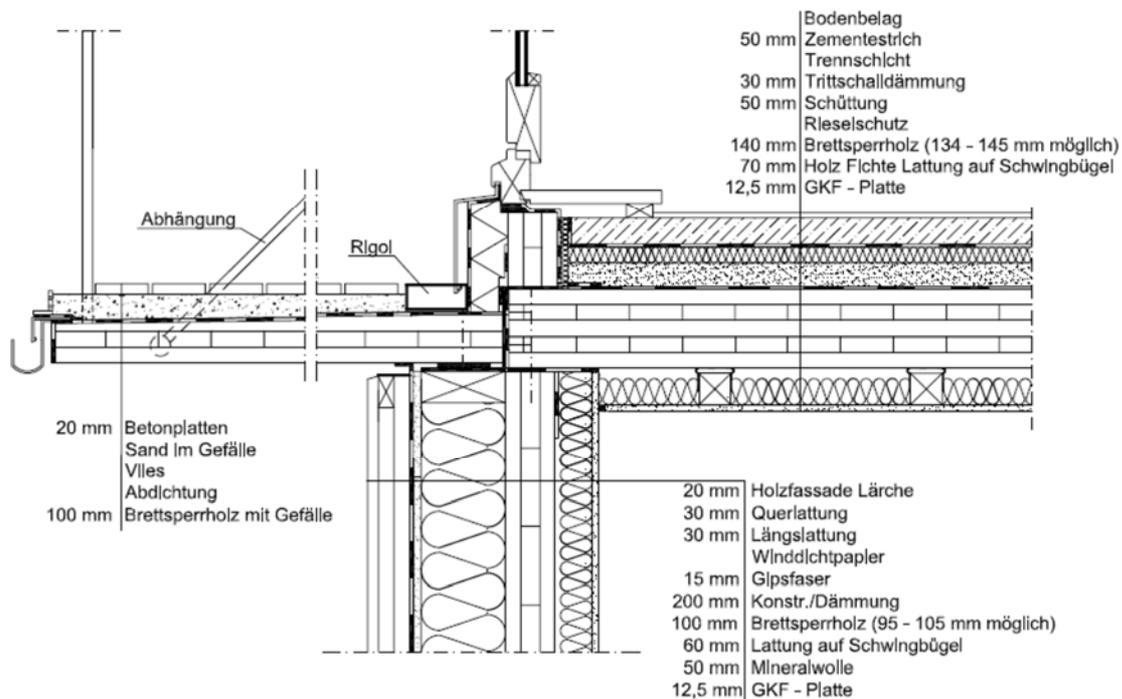


Abbildung 106: Empfohlene Ausführung einer vorgehängten und entkoppelten Balkonplatte

Abbildung 106 stellt beispielhaft ein Detail mit einem vorgehängten Balkon dar. Die Balkone können aufgeständert oder abgehängt ausgeführt werden. Die Lagerung der Balkonplatte ist zu entkoppeln und der Anschluss der Deckenplatte strömungsdicht auszuführen.

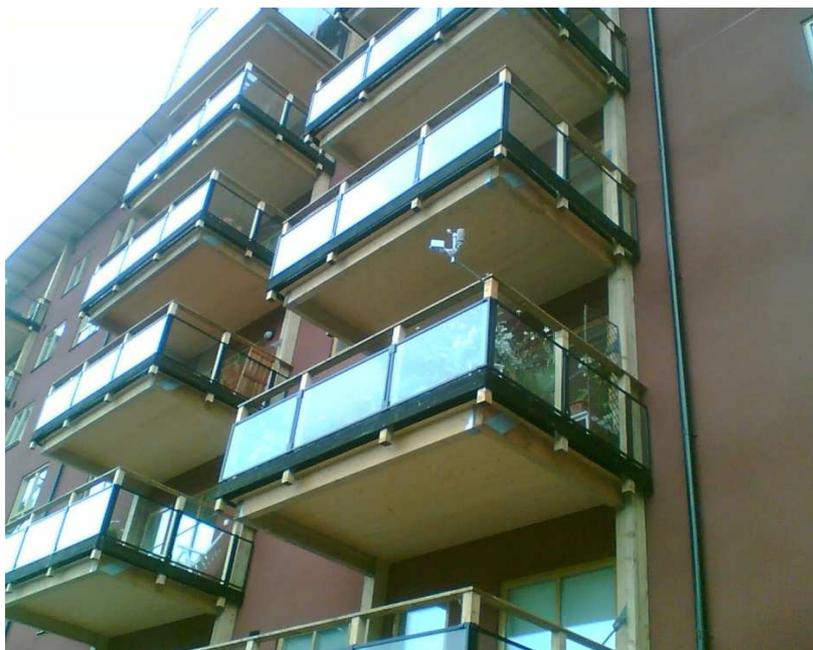


Abbildung 107: Vorgesetzte Balkonkonstruktion, Quelle: Firma Stora Enso

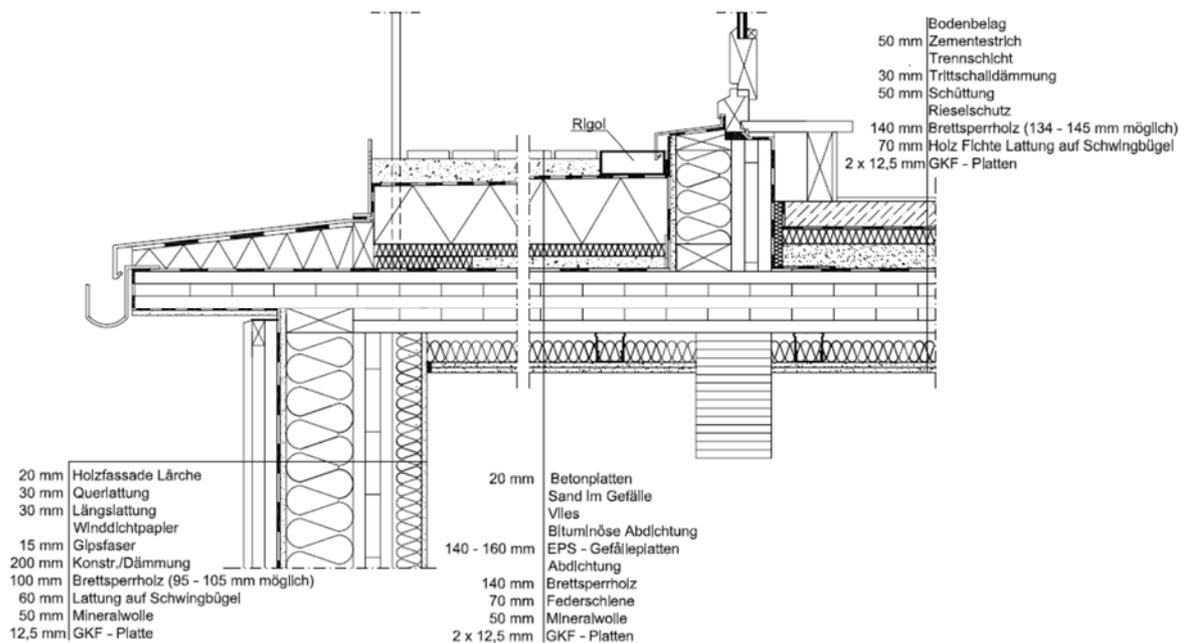


Abbildung 108: Terrasse bei rückspringender Gebäudehülle

Eine beispielhafte Ausführung einer Terrasse bei einem rückspringenden Geschoß stellt Abbildung 108 dar. Die strömungsdichte Ausführung der auskragenden Brettsperrholzplatte ist sicherzustellen. Der angeführte Aufbau der Terrasse erfüllt, wie Messungen belegen, die Anforderungen an den Trittschallschutz.

Bei dieser Ausführung ist insbesondere auf eine ordnungsgemäße Abdichtung im Außenbereich der Brettsperrholzplatte und im Anschlussbereich zum rückspringenden Geschoß zu achten.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung der Holzbauweisen im Wohnbau	2
Abbildung 2: Kombination Brettsperrholzdecke mit nicht tragender Außenwand in Holzrahmenbauweise	5
Abbildung 3: überblicksmäßige Gegenüberstellung der Planungs- und Bauabläufe der Holzbauweise und der mineralischen Bauweise	7
Abbildung 4: Brandphasen, Quelle: [Schneider 2009].....	10
Abbildung 5: Darstellung des erhöhten Abbrandes der weiteren Lage bei Abfall der Kohleschicht der Decklage (2a), des verminderten Abbrandes bei Ausbildung einer Kohleschicht von 25 mm (2b) und des konstanten Abbrandes ohne Ablösen der Kohleschicht (1), Quelle: [ÖNORM EN 1995-1-2]	15
Abbildung 6: Darstellung der Abbrandtiefe in Abhängigkeit der Zeit für $t_f > t_{ch}$ für mit Gipsplatten Typ F und DF bzw. GKF beplankten Hölzern, Quelle: [ÖNORM EN 1995-1-2].....	16
Abbildung 7: Einteilung der Baustoffschichten, Quelle: [Schleifer 2009]	18
Abbildung 8: Anforderungen an den Feuerwiderstand und das Brandverhalten bei Gebäuden der Gebäudeklasse 5, Quelle: proHolz/HFA.....	20
Abbildung 9: Anforderung an Öffnungen in Dächer und Außenwänden. Quelle: proHolz/HFA	21
Abbildung 10: Anforderungen an Brandabschnitte und deckenübergreifende Außenwandstreifen bei Gebäude mit maximal sechs oberirdischen Geschoßen (nicht Wohngebäude) Quelle: proHolz/HFA	22
Abbildung 11: Anforderungen an Brandabschnitte und deckenübergreifende Außenwandstreifen bei GK 5 mit mehr als sechs oberirdischen Geschoßen (nicht Wohngebäude) Quelle: proHolz/HFA	22
Abbildung 12: Anforderung an Holzfassaden GK 4 von freistehenden Gebäude, die an mindestens drei Seiten von außen für die Brandbekämpfung zugänglich sind. Quelle: proHolz/HFA.....	23
Abbildung 13: relevante Frequenzbereiche in der Bauakustik	28
Abbildung 14: Kurven gleicher Lautstärke [Fasold et al. 2003]	28
Abbildung 15: Pegelverdopplung führt zu einem um 3 dB höheren Gesamtschallpegel	30
Abbildung 16: Von R zu R_w – Vorgang der Einzahlbewertung des Schalldämm-Maßes [Riccabona et al. 2010]	31
Abbildung 17: Bewertete bauakustische Kenngrößen Luftschall, deren Anwendung und Normierung	32
Abbildung 18: charakteristische Abschnitte der Luftschalldämmung einschaliger Bauteile.....	33
Abbildung 19: Koinzidenz	34
Abbildung 20: Schalldämm-Maß zweischaliger Bauteile	35

Abbildung 21:	Berechnetes Schalldämm-Maß von fugenlosen Massivholzplatten in Abhängigkeit von deren Stärke, Quelle: [Bednar et al. 2000].....	36
Abbildung 22:	Bewertete baukaustische Kenngrößen Trittschall, deren Anwendung und Normierung.....	37
Abbildung 23:	Reduktion von Körperschall.....	38
Abbildung 24:	Luftschall- und Trittschallübertragungswege zwischen benachbarten Räumen	40
Abbildung 25:	Gegenüberstellung der erforderlichen Dicken unterschiedlicher Baustoffe für einen Wärmedurchlasswiderstand von 2 m ² K/W	44
Abbildung 26:	Entwicklung des Wärmeschutzes von Holztafel-, einschaligen Ziegel- und Kalksandsteinaußenwänden, Quelle: [Tichelmann 2007].....	45
Abbildung 27:	Passivhausobjekte aufgeteilt nach der Konstruktionsweise, Quelle: [Passivhaus].....	46
Abbildung 28:	U-Werte einer 8 cm dicken Brettsperrholzwand (λ : 0,13 W/m ² K) in Abhängigkeit der Dicke und der Wärmeleitfähigkeit der Zusatzdämmung.....	46
Abbildung 29:	Abhängigkeit der absoluten Luftfeuchtigkeit und des Wasserdampf-Partialdrucks von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit.....	51
Abbildung 30:	Druckdifferenz aufgrund der Thermik bei einem 8 m hohen Raum am Standort Klagenfurt mit einer Innentemperatur von 24 ± 2 °C.....	52
Abbildung 31:	spezifischer Wasserdampfstrom in g/m·h in Abhängigkeit der Spalthöhe, Quelle: [Hauser und Maas 1992]	53
Abbildung 32:	Wärme- und Feuchteleckagen, Quelle:[Künzel 2011].....	53
Abbildung 33:	Einfluss der Fugenausbildung auf die Luftschalldämmung bei einer 160 mm dicken Brettstapeldecke Stoßfuge offen R _w = 30 dB; Stoßfuge abgekittet R _w = 45 dB, Quelle: [Holtz et al. 2002]	56
Abbildung 34:	Zwischenraum der Trennwand mit Mineralwolle ausgefüllt (Gipskartonplatte aus schallschutztechnischen Gründen)	66
Abbildung 35:	Steinwollgedämmung und unzulässige durchgehende Luftschicht zwischen Trennwand.....	66
Abbildung 36:	Einfluss der Schüttung auf den bewerteten Normtrittschallpegel L _{n,w} , Quelle: [Ferk 2006]	72
Abbildung 37:	E-Leitungsführung bei sichtbarer Brettsperrholzdecke ist luftdicht auszuführen	72
Abbildung 38:	Schematische Darstellung der Befestigung einer entkoppelten Abhängung, Quelle: [Holtz et al. 1999b]	73
Abbildung 39:	Befestigung mit entkoppelter Abhängung von Schwingbügel, Quelle: Firma Knauf.....	73
Abbildung 40:	links: Schwingbügel mit elastischer Entkoppelung, rechts: Federschiene	73
Abbildung 41:	Deckensystem mit Schwingbügel und GKF mit guten Schallschutzeigenschaften, Quelle: Firma Knauf.....	74
Abbildung 42:	Schallübertragung bei Durchlaufdecken.....	74

Abbildung 43:	Durchlaufdecke benötigt bei Trennwänden eine Abhängung zur Verhinderung der Schall-Längsleitung	75
Abbildung 44:	fehlerhafte Verlegung der Estrichfolie schafft eine direkte Verbindung zwischen Estrich und Rohdecke	75
Abbildung 45:	fehlerhafte Ausführung; Kreuzung der Leitungen.....	76
Abbildung 46:	Dampfbremse (Bitumenabdichtung) am Flachdach als Bedarfswitterungsschutz.....	79
Abbildung 47:	Standardsockeldetail Quelle: https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf	81
Abbildung 48:	Sockeldetail mit Mindesthöhen Quelle: https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf	82
Abbildung 49:	Detail für Terrassenanschluss Quelle: https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf	82
Abbildung 50:	Auflagerdetail einer Innenwand.....	83
Abbildung 51:	Fensterbankanschluss mit ausreichend hohem Fensterbankanschlussprofil mit mindestens 5° Fensterbankneigung und einem Mindestfassadenvorsprung von 40 mm, Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]	85
Abbildung 52:	Fensterbankmontage auf zweiter Dichtebene mit Kleberaupen verklebt. Die dabei entstehenden Hohlräume sind zulässig. Der Anschluss des Dämmstoffkeiles / Fassadenplatte an das Fensterbankanschlussprofil erfolgt mittels Dichtband (roter Kreis). Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]	85
Abbildung 53:	horizontale Fuge unter der Fensterbank zur Fassadenoberfläche mit diffusionsoffenem Dichtband. Kann auch offen ausgeführt werden. Quelle: [Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank]	85
Abbildung 54:	Beispiel eines Türanschlusses bei einem französischen Balkon	86
Abbildung 55:	Außenwandecke: links Vorfertigung (Ansicht); rechts Montage (Draufsicht)	87
Abbildung 56:	Beispielhafte Ausführung Außenwandecke.....	87
Abbildung 57:	Beispielhafte Ausführung Außenwandecke mit Installationsebene.....	88
Abbildung 58:	Restholzquerschnitt im Bereich der Fuge bei Falzbrettverbindung.....	89
Abbildung 59:	Restholzquerschnitt im Bereich der Fuge bei Stufenfalzverbindung.....	89
Abbildung 60:	Elementstoßausbildung von Brettsperrholzelementen zum Nachweis der raumabschließenden und wärmedämmenden Funktion EI, Quelle: [ÖNORM B 1995-1-2]	90
Abbildung 61:	Anschlussdetail einer bekleideten Brettsperrholzwand in Anlehnung an [ÖNORM B 2320].....	91
Abbildung 62:	Anschlussdetail einer bekleideten Brettsperrholzwand an eine Deckenkonstruktion in Anlehnung an [ÖNORM B 2320]	91

Abbildung 63:	Anschlussdetail einer bekleideten Brettsper Holzwand an eine abgehängte Deckenkonstruktion in Anlehnung an [ÖNORM B 2320]	91
Abbildung 64:	Sylomerelager im Auflagerbereich zur Entkoppelung.....	95
Abbildung 65:	Unzulässige Befestigung des elastischen Lagers mit Nägeln	95
Abbildung 66:	Randdämmstreifen bis an die Rohdecke führen	96
Abbildung 67:	fehlerhafte Ausführung: Koppelung durch Spachtelmasse aufgrund zu früh abgeschnittener Estrichdämmstreifen.....	96
Abbildung 68:	fehlerhafte Ausführung: Fugenmörtel zwischen Wand- und Bodenfliese	96
Abbildung 69:	Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand an eine Außenwand. Die Außenwand sollte 0,5 m von der Achse der brandabschnittsbildenden Wand einen Feuerwiderstand von 90 Minuten aufweisen.	100
Abbildung 70:	Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trenndecke an die Außenwand (120 cm Außenwandstreifen)	102
Abbildung 71:	Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trenndecke an die Außenwand (80 cm „Auskragung“)	102
Abbildung 72:	Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand an eine Trenndecke.....	104
Abbildung 73:	Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand zu einem Blechdach	106
Abbildung 74:	Beispielhafter Anschluss einer brandabschnittsbildenden Trennwand zu einem flachgeneigtem Dach mit Aufdachdämmung	106
Abbildung 75:	Prinzipskizze des Schachttyps A, Quelle: [Installationen-Richtlinie MA 37]	108
Abbildung 76:	Beispielhafte Ausbildung einer Durchdringung eines Schachttyps A bei einer Massivholzdecke	109
Abbildung 77:	Prinzipskizze für Schachttyp B, Quelle: [Installationen-Richtlinie MA 37]	110
Abbildung 78:	Beispielhafte Ausbildung einer horizontalen Abschottung im Bereich einer Massivholzdecke (Schachttyp B).....	110
Abbildung 79:	fehlerhafte Ausführung: Aufgrund einer nachträglichen Vergrößerung des Schachtes ist schachttinnenseitig keine nichtbrennbare Bekleidung des hölzernen Unterzuges möglich.	111
Abbildung 80:	fehlerhafte Ausführung: Nicht vollflächiger Einbau der Leibungsverkleidung	112
Abbildung 81:	Schallschutztechnische Entkoppelung der Rohre.....	112
Abbildung 82:	Übersicht der Abschottungssysteme für wasser- und luftführende Leitungen und Elektroleitungen	114
Abbildung 83:	Einbau des Weichschottes in einen Probekörper (links: Leibungsverkleidung Mitte: Einbau der an den Kanten beschichteten Mineralfaserplatte, rechts: Überbeschichtung der Oberfläche über den Rand von 20 mm).....	115

Abbildung 84:	Anbringen der Beschichtung an der Leibung und an der Leibungsverkleidung, Quelle: Firma Würth	115
Abbildung 85:	Zuschnitt der Mineralfaserplatte und Beschichtung der Platten und der Leibung, Quelle: Firma Würth	115
Abbildung 86:	Abdichtung der Kabeldurchführung und fertige Abschottung, Quelle: Firma Würth.....	116
Abbildung 87:	Einbau einer Brandrohrmanschette direkt in einer unbedeckten Massivholzwand; links: ausstopfen des Ringspaltes, Mitte: intumeszierende Brandschutzmasse, rechts: Befestigung der Brandrohrmanschette	117
Abbildung 88:	Befestigung einer Brandrohrmanschette im Weichschott nur mit durchgehender Befestigung zulässig, siehe rechtes Bild, Quelle: Firma Intumex.....	118
Abbildung 89:	Ansicht eines Feuerschutzabschlusses auf Basis intumeszierender Materialien mit Verschlusselement (FLI-VE)	120
Abbildung 90:	Dämmung des Ringspaltes zwischen Lüftungsrohr und Holzbauteil mit Steinwolle (Mitte), Anbringen einer intumeszierenden Brandschutzmasse mit einer Tiefe von ca. 15 mm (rechts).....	120
Abbildung 91:	Starre Befestigung des Lüftungsrohres in der Holzdecke (links), Feuerschutzabschluss auf Basis intumeszierender Materialien mit Verschlusselement FLI-VE (Mitte), Einbau in Probekörper (rechts).....	120
Abbildung 92:	Einbau einer Brandschutzklappe in eine brandabschnittsbildende Trennwand.....	121
Abbildung 93:	Einbau einer Brandschutzklappe in eine Schachtwand.....	121
Abbildung 94:	Beispiele von Abschottungen mittel Brandschutzschaum für Elektrokabel, Quelle: Firma Intumex	123
Abbildung 95:	Brandschutzschaum als Abschottung für Kabel und Rohre, Quelle: Firma Hilti	123
Abbildung 96:	Beispiele zum Einbau von Steckdosen, Quelle: Firma Air Fire Tech.....	123
Abbildung 97:	Hohlwanddose mit Dämmschichtbildner der Firma Kaiser, vor und nach Brandbeanspruchung Quelle https://www.kaiser-elektro.de/de_DE/loesungen/brandschutz/	124
Abbildung 98:	Beispiel der Anordnungen von Brandschutzabschottungen bei Lochfassaden oder Fensterbändern. Quelle: proHolz Austria	126
Abbildung 99:	Ausbildung der Brandschotts (Nummern entsprechen der Tabelle 32)	129
Abbildung 100:	Variante 1 gemäß Tabelle 32.....	129
Abbildung 101:	Variante 4 gemäß Tabelle 32.....	130
Abbildung 102:	Variante 5 gemäß Tabelle 32.....	130
Abbildung 103:	Beispiel der Anordnungen von Brandschutzabschottungen bei Lochfassaden oder Fensterbänder	132
Abbildung 104:	nicht empfohlenen Ausführung: schematische Darstellung von durchgehenden Balkonplatten	133
Abbildung 105:	Unzureichende Ausführung einer auskragenden Balkonplatte.....	133

Abbildung 106: Empfohlene Ausführung einer vorgehängten und entkoppelten Balkonplatte	134
Abbildung 107: Vorgesetzte Balkonkonstruktion, Quelle: Firma Stora Enso.....	134
Abbildung 108: Terrasse bei rückspringender Gebäudehülle	135

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Richtwerte freier Spannweiten für Holzdecken.....	4
Tabelle 2: Einteilung der Brennbarkeit gemäß ÖNORM B 3800-1 (zurückgezogen am 01 07 2004)	11
Tabelle 3: Einteilung der Brandverhaltensklassen gemäß ÖNORM EN 13501-1.....	11
Tabelle 4: Brandverhalten ausgewählter Baustoffe	12
Tabelle 5: Bezeichnungen für den Feuerwiderstand nach ÖNORM EN 13501-2 (Auszug) Abbildungen aus [Östman et al 2010].....	13
Tabelle 6: Beispiele für die Bezeichnungen zum Feuerwiderstand.....	14
Tabelle 7: Bemessungswerte der Abbrandraten β_0 für Brettsper Holzelemente in Abhängigkeit der Verklebung der einzelnen Lagen.....	15
Tabelle 8: Anforderungen an das Brandverhalten von Fassaden gemäß [OIB Richtlinie 2 2015].....	24
Tabelle 9: Anforderungen an die Abschottungen in oberirdischen Geschoßen nach [OIB Richtlinie 2 2015].....	25
Tabelle 10: Anforderungen an das bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ für Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Kurgelände u.dgl. nach [OIB Richtlinie 5 2015].....	42
Tabelle 11: Anforderungen an die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nt,w}$ innerhalb von Gebäuden nach [OIB Richtlinie 5 2015].....	42
Tabelle 12: Anforderungen an den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nt,w}$ in Gebäuden nach OIB Richtlinie 5 [OIB Richtlinie 5 2015]	43
Tabelle 13: Wärmeleitfähigkeit ausgesuchter Baumaterialien, Quellen: [ÖNORM EN 12524] ¹⁾ und Vorschlag [ÖNORM B 8110-7] ²⁾	44
Tabelle 14: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile, Auszug aus OIB-Richtlinie 6 [OIB Richtlinie 6 2015].....	48
Tabelle 15: Beispiel zur Luftfeuchtigkeit	50
Tabelle 16: Übersicht der Anforderungen an die einzelnen Bauteilschichten.....	56
Tabelle 17: Außenwand mit Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) ohne und mit Installationsebene (max. Bauteilhöhe 3m).....	57
Tabelle 18: Außenwand mit hinterlüftete Fassade ohne und mit Installationsebene (max. Bauteilhöhe 3m).....	58
Tabelle 19: Richtwerte für die Verbesserung des Luftschalldämm-Maßes zu einer nicht bekleideten Brettsper Holzaußenwand mit einem Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)	60
Tabelle 20: Innenwand mit und ohne Gipsplatte (max. Bauteilhöhe 3m)	61
Tabelle 21: Trennwand einschalig (max. Bauteilhöhe 3m)	63
Tabelle 22: Trennwand zweischalig (max. Bauteilhöhe 3m).....	64

Tabelle 23: Richtwerte für die Verbesserung des Schalldämm-Maßes zu einer nicht bekleideten zweischaligen Brettsperrholzwand mit gedämmten Zwischenraum (60 mm Mineralfaser)	65
Tabelle 24: Beispiel einer brandabschnittsbildenden Wand (max. Bauteilhöhe 3 m).....	67
Tabelle 25: Beispiel einer Trenndecke (max. Spannweite 5 m).....	70
Tabelle 26: Beispiele von Flachdächern, ohne und mit abgehängter Untersicht für eine Spannweite von 5 m	77
Tabelle 27: Wärmedämmstoffe zur Aufsparrendämmung [Reyer et al. 2002]	78
Tabelle 28: Konstruktive Grundsätze hinsichtlich des Erfordernisses elastischer Lager.....	93
Tabelle 29: Bewertungsmatrix der bauphysikalischen Eignung von Holzfassaden bei Holzaußenwänden [Quelle: Schober et al., 2018].....	125
Tabelle 30: Empfehlungen zur Ausführung von Holzfassaden bei Holzaußenwänden [Quelle: Schober et al, 2018].....	126
Tabelle 31: Zusammenstellung der positiv untersuchten Fassadenausführungen, Quelle: [Schober und Matzinger 2006]	127
Tabelle 32: Ausführung der Brandschutzsperrern [Quelle: Schober & Matzinger, 2006]	128

10 Literaturverzeichnis

- Adnot, J.; Waide, P. (2003): *Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners. Final Report Volume I-III.*
- Adriaans, R. (2004): *Dämmen und Dichten mit System. Flachdächer auf Holzkonstruktionen.* In: Holzbau - die neue quadriga, H. 5, S. 23–27.
- Bednar, T.; Vodicka, M.; Dreyer, J. (2000): *Entwicklung im mehrgeschossigen Holzbau am Beispiel des Schallschutzes der Trenndecken: ÖPG 2000 .*
- Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten (Hg.) (2004): *Gipsplattenkonstruktionen Fugen und Anschlüsse.* Online verfügbar unter <http://www.trockenbau-ral.de/downloads/Merkblatt-Fugen-und-Anschluesse.pdf>, zuletzt geprüft am 02.06.2018.
- Cremer, L.; Heckl, M. (1995): *Körperschall. Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen.* 2., völlig neubearbeitete Auflage: Springer-Verlag GmbH & Co. KG.
- Dolezal, Franz; Bednar, Thomas; Teibinger, Martin (2008): Flankenübertragung bei Massivholzkonstruktionen, Teil 1. Verbesserung der Flankendämmung durch Einbau elastischer Zwischenschichten und Verifizierung der Anwendbarkeit von EN 12354. In: Bauphysik 30 (3), S. 143–151.
- Dolezal, Franz; Bednar, Thomas; Teibinger, Martin (2008): Flankenübertragung bei Massivholzkonstruktionen, Teil 2. Einfluss von Befestigungsmitteln auf die Verbesserung durch den Einbau elastischer Zwischenschichten. In: Bauphysik 30 (5), S. 314–319.
- Fasold, W.; Veres, E. (2003): *Schallschutz und Raumakustik in der Praxis. Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen.* 2. Aufl. Berlin: Huss-Medien Verl. Bauwesen.
- Ferk, H. (2006): *Hör' mal, wer da hämmert. Schallschutz von Massivholzdecken - Anforderungen und Lösungen. Massivholzdecken können bei richtiger Konstruktion guten Schallschutz bieten.: Holz_Haus_Tage 2006. Fachtagung für innovative Holzhausbauer.* Gmunden , S. 28–43.
- Ferk, H.; Rüdissler D. (2016): Sommerlicher Wärmeschutz im Klimawandel. Einfluss der Bauweise und weitere Faktoren. Online verfügbar unter <http://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/att-waermeschutz-klimawandel/files/assets/common/downloads/publication.pdf>, zuletzt geprüft am 02.07.2018
- Fischer, H.-M.; Freymuth, H.; Häupl, P.; Homann, M.; Jenisch, R.; Richter, E.; Stohrer, M. (2008): *Lehrbuch der Bauphysik. Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima.* (Springer-11774 /Dig. Serial]). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9467-0>, zuletzt geprüft am 02.07.2018
- Frangi, A.; Fontana, M.; Knoblauch, M. (2008): *Fire Behaviour of Cross-Laminated Solid Timber Panels.* Herausgegeben von ETH Zürich. Institute fo Structural Engineering.
- Frühwald, A.; Pohlmann, C.; Wegener, G. September (2001): *Holz Rohstoff der Zukunft. nachhaltig verfügbar und umweltgerecht.* Herausgegeben von Deutsche Gesellschaft für Holzforschung und Holzabsatzfonds. München.
- Guttmann, E.; Schober Klaus Peter (2010): *Fassaden aus Holz: proHolz Österreich.*
- Hauser, G.; Maas, A. (1992): *Auswirkungen von Fugen und Fehlstellen in Dampfsperren und Wärmedämmschichten.* In: Deutsche Bauzeitschrift, Jg. 24, H. 1, S. 91–100.

- Holtz, F.; Hessinger, J.; Buschbacher, H. P.; Rabold, A. (1999a): *Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. Informationsdienst Holz*. In: holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3.
- Holtz, F.; Hessinger, J.; Buschbacher, H. P.; Rabold, A. (1999b): *Schalldämmende Holzbalken- und Brettstapeldecken. Informationsdienst Holz*. In: holzbau handbuch Reihe 3 Teil 3 Folge 3.
- Holtz, F.; Hessinger, J.; Buschbacher, H. P.; Rabold, A. (2004): *Entwicklung eines anwenderbezogenen Berechnungsverfahrens zur Prognose der Schalldämmung von Holzdecken am Bau. Anhang mit Messergebnissen*. Herausgegeben von Labor für Schall- und Wärmemesstechnik. Labor für Schall- und Wärmemesstechnik. Rosenheim.
- Holtz, F.; Rabold A.; Hessinger J.; Buschbacher H.P.; Oechsle O.; Lagally Th. (2002): *Schalltechnische Kennwerte von Massivholzbauteilen. Bestandsaufnahme und Analyse. Endbericht von 18.03.2002*.
- Installationen-Richtlinie MA 37: *Brandschutztechnische Anforderungen bei Leitungsdurchführungen gemäß Techniknovelle 2007. MA 37 – B/27690/2008*.
- Jörg, M. (2010): *proHolz Edition 09. Holz und Klimaschutz*. Herausgegeben von proHolz Österreich. Wien.
- Köhnke, E. (2012): *Auswirkungen von Einbaufehlern auf den Schallschutz. Veranstaltung vom 8.-9. März 2012, aus der Reihe "3. Internationaler Holz[Bau]Physik-Kongress"*. Leipzig.
- Künzel, H. M. (2011): *Trocknungsreserven bemessen! Einfluss des Feuchteintrages aus Dampfkongvektion. Veranstaltung vom 10.02.2011, aus der Reihe "2. internationaler Holz[Bau]Physik-Kongress"*. Leipzig.
- Lang, J. (2004): *Luft- und Trittschallschutz von Holzdecken und die Verbesserung des Trittschallschutzes durch Fußböden auf Holzdecken*. In: wksb, Ausgabe 52, S. 7–14.
- Maack, J. (2008): *Schallschutz von geneigten Dächern und Dachflächenfenstern. Abschlussbericht Forschungsarbeit*. Herausgegeben von Fraunhofer IRB Verlag. ITA Ingenieurgesellschaft für technische Akustik MBH Beratende Ingenieure VBI. Stuttgart.
- Müller, G.; Möser, M. (2004): *Taschenbuch der technischen Akustik*. 3., erw. und überarb. Aufl. Berlin: Springer (Engineering online library).
- Nusser, B. (2012): *Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen. Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen. Dissertation*. TU Wien, Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz, Institut für Hochbau und Technologie.
- Öhrström, E.; Skanberg, A. (2004): *Sleep disturbances from road traffic and ventilation noise—laboratory and field experiments*. In: Journal of Sound and Vibration, Jg. 271, Ausgabe 1-2, 22 March 2004, S. 279–296.
- OIB (Hg.) (2011): *OIB Richtlinie 5. Schallschutz*. Online verfügbar unter <http://www.oib.or.at>, zuletzt geprüft am 02.07.2018.
- OIB (Hg.) (2011): *OIB Richtlinie 2. Brandschutz*. Online verfügbar unter <http://www.oib.or.at>, zuletzt geprüft am 02.07.2018.
- OIB (Hg.) (2001): *OIB Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz*. Online verfügbar unter <http://www.oib.or.at>, zuletzt geprüft am 02.07.2018.
- OIB (Hg.) (2011): *OIB Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz*. Online verfügbar unter <http://www.oib.or.at>, zuletzt geprüft am 02.07.2018.

- Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank (Hg.): *Richtlinie für den Einbau von Fensterbänken bei WDVS- und Putzfassaden*. (1/2012). Online verfügbar unter www.holzforschung.at, zuletzt geprüft am 02.07.2018.
- Österreichische Arbeitsgemeinschaft Sockelanschluss im Holzbau (Hg) (2015): *Richtlinie Sockelanschluss im Holzbau*. Online verfügbar unter https://www.dataholz.eu/fileadmin//dataholz/media/HFA_richtlinie_sockel_20150410.pdf, zuletzt geprüft am 02.07.2018
- Östman, B.; et al (2010): *Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe*. Herausgegeben von SP Trätec. Stockholm.
- Östman, B.; Jarnerö, K.; Sjökvist, L.-G.; Larsson, K.; Tillberg, K. (2008): *Acoustics in wooden buildings. State of the art 2008. SP Report 2008:16*. Stockholm.
- Passivhaus. Online verfügbar unter <http://www.passivhausdatenbank.at/statistics.php#statistik6>, zuletzt geprüft am 02.07.2018.
- Polleres S. (2010): *Sockel quo vadis. Freiland- und Laboruntersuchungen der Holzforschung Austria zeigen Probleme und Lösungen für den Holzbau*: Holzbau, 01/2010, S. 21–24.
- Polleres S.; Schober K. P. (2004): *Bauteilkatalog für den Holzbau. Endbericht*. Herausgegeben von Holzforschung Austria. Wien.
- Polleres S.; Schober K. P. (2009a): *Holzhausbau - Architektur versus Technik. Teil 2 Fensteranschluss. FFG Endbericht*. Holzforschung Austria. Wien.
- Polleres S.; Schober K. P. (2009b): *Holzhausbau - Architektur versus Technik. Teil 1: Sockelanschluss. FFG Endbericht*. Holzforschung Austria. Wien.
- Reyer, E.; Schild, K.; Völkner, S. (2002): *Wärmedämmstoffe*. In: Cziesielski, Erich (Hg.): *Bauphysik-Kalender 2002*: Ernst & Sohn, S. 197–257.
- Rijal, H. e. a. (2008): *Development of an adaptive window-opening algorithm to predict the thermal comfort, energy use and overheating in buildings*: Journal of Building Performance Simulation, Vol. 1, No.1 March 2008, S. 17–30.
- Schleifer, V. (2009): *Zum Verhalten von raumabschließenden mehrschichtigen Holzbauteilen im Brandfall. Dissertation. Betreut von M. Fontana, A. Frangi und J. König*. Zürich. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion.
- Schmid, J.; König, J.; Köhler, J.: *Fire-exposed cross-laminated-timber - Modelling and tests: WCTE 2010 (World Conference Timber Engineering)*.
- Schnieders, J. (2003): *Ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung des sommerlichen Luftwechsels*: Protokollband 22 Lüftungsstrategien im Sommer, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser - Phase III, Passivhausinstitut, Darmstadt 2003.
- Schober, K. P.; et.al (2010): *Fassaden aus Holz*. Wien: proHolz Österreich.
- Schober, K. P.; Matzinger, I. (2006): *Brandschutztechnische Ausführung von Holzfassaden. Zusammenfassung und Erkenntnisse für Gebäudeklasse 4 und 5*. Herausgegeben von Pro Holz Austria. Wien.
- Schoenwald, S.; Heiko, M. J.; Gerresten, E. (2004): *Aspects of the measurement of Kij at junctions of lightweight assembled structures*. In: DEGA (Hg.): *DAGA 2004*. Straßburg.
- Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. (Hg.) (2012): *Wichtige Hinweise für den Umgang mit Brettsperrholz (BSP)*. Wuppertal. Online verfügbar unter http://www.brettsperrholz.org/publish/binarydata/Brettsperrholz/downloads/stqhb_brettsperrholz-hinweise.pdf, zuletzt geprüft am 02.07.2018.

- Teibinger, M. (2015): *Brandschutzvorschriften in Österreich Anforderungen nach OIB-Richtlinie 2*. Herausgegeben von Pro Holz Austria. Wien.
- Teibinger, M.; Dolezal, F.; Matzinger, I. (2009): *Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau. Schall- und Brandschutz*. Herausgegeben von Holzforschung Austria. Wien.
- Teibinger, M.; Matzinger, I. (2008): *Urbanes Bauen in Holz- und Holzmischbauweise. Untersuchungen zum Brandverhalten von Wand-Deckenanschlüssen*. Holzforschung Austria. Wien.
- Teibinger, M.; Matzinger, I. (2010): *Grundlagen zur Bewertung des Feuerwiderstandes von Holzkonstruktionen. Endbericht*. Holzforschung Austria. Wien.
- Teibinger, M.; Matzinger, I. (2012): *Brandabschottung im Holzbau. Planungsbroschüre*. Holzforschung AUSTRIA. Wien
- Tichelmann, K. e. a. (2007): *Schwerpunkt Bauphysikalische Eigenschaften von Leichtbauweisen. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus*. Herausgegeben von BAU.GENIAL. Online verfügbar unter www.baugenial.at, zuletzt geprüft am 25.10.2012.
- Varga, M.; Pagliano, L. (Hg.) (2006): *Reducing cooling energy demand in service buildings*.
- Wallner-Novak, M.; Koppelhuber, J.; Pock, K. (2012): *Brettsperrholz - Leitfaden - Bemessung und Konstruktion nach Eurocode*. Herausgegeben von Manuskript der Verfasser. Graz.
- Weber, L.; Scholl, W. (2000): *Stoßstellendämmung von Leichtbauwänden*. In: DEGA (Hg.): DAGA 2000. Oldenburg.

11 Normungsverzeichnis

- ÖNORM B 1995-1-2, 01.09.2011: *Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Bemessung für den Brandfall - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2320, 2017-08-01: *Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen.* Österreichisches Normungsinstitut
- ÖNORM B 2330, 2015 12 01: *Brandschutztechnische Ausführung von mehrgeschoÙigen Holz- und Holzfertighäusern - Anforderungen und Ausführungsbeispiele.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 2332, 2015-12-01: *Brandschutztechnische Ausführung von Fassaden aus Holz und Holzwerkstoffen in den Gebäudeklassen 4 und 5 - Anforderungen und Ausführungsbeispiele.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 3410, 2016 04 01: *Gipsplatten für Trockenbausysteme (Gipskartonplatten) - Arten, Anforderungen und Prüfungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 3800-1, 1988 12 01 Zurückziehung: 2004 01 01: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe: Anforderungen und Prüfungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 3800-5, 2013 04 05: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 5: Brandverhalten von Fassaden - Anforderungen, Prüfungen und Beurteilungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 3802-2, 15 01 15: *Holzschutz im Bauwesen - Baulicher Schutz des Holzes.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 5300, 2007-11-01: *Fenster - Anforderungen - Ergänzungen zur ÖNORM EN 14351-1.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 5320, 2017 08 15: *Einbau von Fenstern, und Türen in Wände - Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 5321, 2017 08 15: *Einbau von Fenstern und Türen in Wände - Prüfverfahren.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 6000, 2017-01-01: *Werkmäßig hergestellte Dämmstoffe für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau - Produktarten, Leistungsanforderungen und Verwendungsbestimmungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 8110-7, 2013 03-15: *Wärmeschutz im Hochbau - Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 8115-2, 2006 12 01: *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM B 8115-5, 2012 04 01: *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 5: Klassifizierung.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 300, 2006 09 01: *Platten aus langen, flachen, ausgerichteteten Spänen (OSB) - Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 309, 2005 04 01: *Spanplatten - Definition und Klassifizierung.* Österreichisches Normungsinstitut.

- ÖNORM EN 338, 2016 06 01: *Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 520, 2010 07 01: *Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 1026, 2016 08 15: *Fenster und Türen - Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ONORM EN ISO 1182, 2010 09 01: *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten - Nichtbrennbarkeitsprüfung (ISO 1182:2010).* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 1366-3, 2009 05 01: *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen - Teil 3: Abschottungen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 1991-1-2, 2013 01 15: *Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke (konsolidierte Fassung).* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 1995-1-2, 2011 09 01: *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall (konsolidierte Fassung).* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 12354-1, 2018 03 01: *Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen (ISO 12354-1:2017).* Österreichisches Normungsinstitut
- ÖNORM EN 12524, 2000-09-01: *Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 13162, 2015 03 15: *Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 13501-1, 2009 12 01: *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 13501-2, 2016 11 01: *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 13823, 2015 01 15: *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten - Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN 15283-1, 2009 10 01: *Faserverstärkte Gipsplatten - Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren - Teil 1: Gipsplatten mit Vliesarmierung.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN ISO 717-1, 2013 06 15: *Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN ISO 717-2, 2013 06 15: *Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung.* Österreichisches Normungsinstitut.
- ÖNORM EN ISO 11925-2, 2011 02 15: *Prüfungen zum Brandverhalten - Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung - Teil 2: Einflammtest (ISO 11925-2:2010) Prüfungen zum Brandverhalten - Entzündbarkeit von Produkten bei direkter*

Flammeneinwirkung - Teil 2: Einflammtest (ISO 11925-2:2010) 11925-2:2011 02 15.
Österreichisches Normungsinstitut.

ÖNORM H 6027, 2008-08-01: *Lüftungstechnische Anlagen - Feuerschutzabschlüsse in Lüftungsleitungen auf Basis intumeszierender Materialien mit mechanischem oder ohne mechanisches Verschlusselement - Verwendung und Einbau.* Österreichisches Normungsinstitut.

ÖNORM H 6031, 2014 12 15: *Lüftungstechnische Anlagen - Einbau und Kontrollprüfung von Brandschutzklappen und Brandrauch-Steuerklappen – Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 12101-8 und ÖNORM EN 15650.* Österreichisches Normungsinstitut.

Beteiligte Unternehmen:

KNAUF



storaenso

HASSLACHER
NORICA TIMBER

From **wood** to **wonders.**

