BAUPHYSIK

MASSIVHOLZHANDBUCH 2.0

binderholz

Rigips SAINT-GOBAIN

© Binderholz GmbH & Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH

1. Auflage, Dezember 2018

Alle Angaben dieser Druckschrift entsprechen dem neuesten Stand der Entwicklung und wurden nach bestem Wissen und Gewissen für Sie erarbeitet. Da wir stets bestrebt sind, Ihnen die bestmöglichen Lösungen anzubieten, sind Änderungen aufgrund anwendungs- oder produktionstechnischer Verbesserungen vorbehalten. Versichern Sie sich, ob Sie die aktuellste Ausgabe dieser Druckschrift vorliegen haben. Druckfehler sind nicht auszuschließen.

Die vorliegende Publikation richtet sich an geschulte Fachkräfte. Eventuell enthaltene Abbildungen von ausführenden Tätigkeiten sind keine Verarbeitungsanleitungen, es sei denn, sie sind als solche ausdrücklich gekennzeichnet. Die Renderings und Schnittdarstellungen der einzelnen Aufbauten sind nicht maßstabgetreu abgebildet; sie dienen der Veranschaulichung.

Unsere Produkte und Systeme sind aufeinander abgestimmt. Ihr Zusammenwirken ist durch interne und externe Prüfungen bestätigt. Sämtliche Angaben gehen grundsätzlich von der ausschließlichen Verwendung unserer Produkte aus. Sofern nicht anders beschrieben, kann aus den Angaben nicht auf die Kombinierbarkeit mit fremden Systemen oder auf die Austauschbarkeit einzelner Teile durch fremde Produkte geschlossen werden; insoweit kann keine Gewährleistung oder Haftung übernommen werden.

Bitte beachten Sie auch, dass unsere Geschäftsbeziehungen ausschließlich unseren allgemeinen Verkaufs-, Liefer- und Zahlungsbedingungen (AGB) in der aktuellen Fassung zugrunde liegen. Unsere AGB erhalten Sie auf Anfrage oder finden Sie im Internet unter www.binderholz.com und www.rigips.com.

Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit und wünschen Ihnen stets gutes Gelingen mit unseren Systemlösungen.

Herausgeber
Binderholz GmbH und Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH

Technische Umsetzung
Dipl.-Ing. (FH) Tim Sleik, Dipl.-Ing. Christian Kolbitsch und
Dipl.-Ing. (FH) Jens Koch

Grafische Umsetzung
Werbeagentur Goldfeder – Jasmin Brunner

Fotos
binderholz, Rigips Austria, Rothoblaas, Getzner Werkstoffe

HOTLINES:

Binderholz Bausysteme GmbH
Tel. +43 6245 70500
www.binderholz.com

Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH
Tel. +43 1 616 29 80-517
www.rigips.com

INHALT

Schallschutz 6

Luftschallschutz 6

Körperschall / Trittschall 7

Flankenübertragung / Schallnebenwege 7

Planungshinweise Schallschutz 8

Verbesserungsmöglichkeiten zur Reduktion der Flankenschallübertragung 9

BBS Decke in Sichtqualität – Optimierung der Flankenübertragung des Deckenauflagers auf einer Wohnungstrennwand 11

Schalldämmung der Bauteile ohne Nebenwege als Berechnungsgrundlage 13

Zu berücksichtigende Flankendämmmaße $R_{ij,w}$ 15

Berechnung Luftschalldämmmaß R'_w mit Berücksichtigung der Nebenwege 17

Vertikale Schallübertragung über die Wohnungstrenndecke 17

Zu berücksichtigende Nebenwege bei vertikaler Trittschallübertragung 20

Formelverzeichnis Schallschutz 22

Abkürzungsverzeichnis Schallschutz 23

Wärmeschutz / Feuchtigkeitsregulierung 26

Winterlicher Wärmeschutz 26

Sommerlicher Wärmeschutz 27

Feuchtigkeitsregulierung 28

Bauphysikalische Kennwerte von BBS 29

Brandschutz 32

Feuerwiderstand von Bauteilen 32

Brandverhalten von Baustoffen 33

binderholz Brettsperrholz BBS im Brandfall 34

Brandabschottung im Holzbau 36

Brandschutztechnische Beurteilung von Bauteilanschlüssen 37

Abbildungsverzeichnis 38

Quellenverzeichnis 39

SCHALLSCHUTZ

SCHALLSCHUTZ

Aufgabe des Schallschutzes ist es, Menschen in Aufenthaltsräumen angemessen vor Lärm zu schützen. Im Holzbau setzen sich die Bauteile immer aus mehreren Schichten zusammen. Dadurch wird dem Schall auf seinem Weg zwischen den einzelnen Bauteilen ein mehrfacher Widerstand entgegengesetzt. Während die Schalldämmung einschaliger Bauteile nur auf deren Masse und Biegesteifigkeit beruht, können im Holzbau durch intelligente mehrschalige Konstruktionen mit entkoppelten Schalen und Hohlraumdämmstoffen gleiche Schalldämmwerte bei wesentlich geringeren Massen erreicht werden. Für die Beurteilung des Schallschutzes ist die Bausituation maßgeblich. Das heißt, dass bei den schalltechnischen Anforderungen ein trennendes Bauteil immer inklusive der Nebenwege beurteilt wird.

binderholz Brettsperrholz BBS

Bei Massivholzkonstruktionen spielen für die Schalldämmung des Grundbauteils (ohne weitere Schichten) vor allem die Gesamtdicke des Brettsperrholzes, dessen Flächengewicht und Biegesteifigkeit eine wesentliche Rolle. Generell wird der Gesamtbauteil (Wand, Decke, Dach) in der Regel durch zusätzliche Schichten (Fassade, Installationsebene, Fußbodenaufbau etc.) ergänzt. Die Schalldämmung des Gesamtbauteils wird durch zusätzliche Verkleidungen deutlich erhöht. Bauteile aus Brettsperrholz BBS werden aus elementierten Einzelteilen gefertigt. Die konstruktionsbedingt erforderlichen Elementverbindungen sind schalltechnisch umfangreich geprüft und so ausgelegt, dass diese das angegebene Schalldämmmaß nicht negativ beeinflussen.

Für den Einsatz von BBS als Wohnungstrenndecke oder Wohnungstrennwand wurden im Rahmen umfassender Prüfungen am ift Rosenheim Bauteilaufbauten entwickelt, welche die entsprechenden Anforderungen an die Schalldämmung erfüllen. Die Messergebnisse zeigen deutlich, dass diese optimierten Aufbauten auch Vergleichen mit Stahlbetondecken standhalten, und das bei einem Fünftel der Masse.

Rigips Trockenbausysteme

Schichten mit hoher Flächenmasse, wie zum Beispiel Gipsplatten, wirken sich vorteilhaft auf den Schallschutz aus. Durch das zusätzliche Anbringen einer Installationsebene entsteht eine biegeweiche Schale, welche die Schalldämmung bei hohen und mittleren Frequenzen deutlich erhöht. Dabei sollte auf den Einsatz weichfedernder Tragprofile, wie zum Beispiel Rigiprofil, die Verwendung von schweren, biegeweichen Beplankungen, wie zum Beispiel Rigips Feuerschutzplatten, und einen größtmöglichen Schalenabstand geachtet werden.

Luftschallschutz

Eine Konstruktion wird bei Schallübertragung zum Schwingen angeregt. Bei mehrschaligen Konstruktionen beeinflusst hierbei der Dämmstoff im Hohlraum die Kopplung der einzelnen Schichten und die Schallausbreitung innerhalb des Hohlraums. Das bewertete Schalldämmmaß R'_w [dB] kennzeichnet die Luftschalldämmung eines Bauteils zwischen zwei Räumen inklusive der Schallnebenwege (siehe Abbildung 1). Die Schalldämmung von mehrschichtigen Bauteilen ist abhängig von den Eigenschaften jeder einzelnen Schicht sowie vom Zusammenwirken aller Schichten. Die Eigenschaften der einzelnen Schichten sind abhängig von ihrer Flächenmasse (Massenträgheit) und der Biegesteifigkeit. Beispielsweise kann die Schalldämmung durch das zusätzliche Anbringen einer Installationsebene aus Gipsplatten, also einer biegeweichen Schicht mit hoher Flächenmasse, verbessert werden.

Eine Verbesserung der Schalldämmung kann unter anderem erzielt werden durch

- die Verringerung der flächigen Verbindungspunkte der einzelnen Schichten (auf statisch notwendige Abstände achten),
- den Einsatz weichfedernder Tragprofile zum Beispiel Federschienen, Metallständer-Vorsatzschalen,
- die Verwendung von schweren, biegeweichen Beplankungen, zum Beispiel Gipsplatten,
- Einsatz von weichem Dämmstoff in Hohlräumen,
- die Vergrößerung des Schalenabstands.

Abbildung 1 – Deckenprüfstand im Schall-Prüflabor und Anordnung der Messgeräte

Körperschall / Trittschall

Körperschall wird in einem Bauteil durch mechanische Anregung induziert (siehe Abbildung 2).

Beim Trittschall handelt es sich um einen Körperschall, der zum Beispiel durch Gehen, das Hüpfen von Kindern oder Klopfen entsteht. Das Störgeräusch wird mechanisch direkt in die Decke eingeleitet und in die benachbarten Räume abgestrahlt. Die Dämmung einer Decke wird durch den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,W}$ [dB] gekennzeichnet. Die Berücksichtigung der Bausituation inklusive der Nebenwege ist hier durch den Strich indiziert. Bei einer Trittschallmessung wird die Decke im Senderaum durch ein Norm-Hammerwerk angeregt und der im Empfangsraum erzeugte Schallpegel gemessen. Je niedriger der Pegel, desto besser ist die Decke im Trittschallschutz zu beurteilen.

Maßgeblich für den zu wählenden Aufbau sind

- die dynamische Steifigkeit s' der Trittschalldämmplatten,
- die Massen des Estrichs bzw. der Rohdecke,
- die Beschwerung der Rohdecke.

Je kleiner die dynamische Steifigkeit s', desto besser die Trittschalldämmung (die zulässige Belastung der Trittschalldämmung ist zu beachten).

Im Wesentlichen wird versucht, die Einleitung von Trittschall in die Konstruktion sowie die Weiterleitung und Abstrahlung in Form von Luftschall zu verhindern bzw. zu minimieren. Die Abstrahlung in den Empfangsraum kann durch Vorsatzschalen verringert werden.

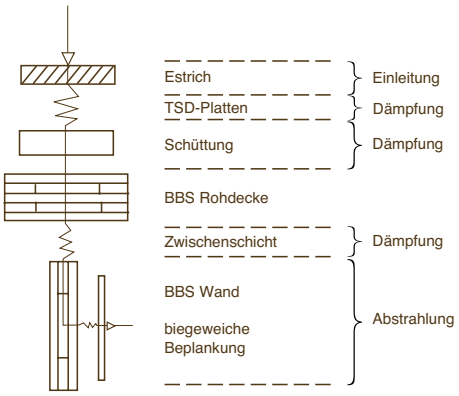


Abbildung 2 – Reduktion von Körperschall
Quelle: HFA Planungsbroschüre „Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau“, 2009

Flankenübertragung / Schallnebenwege

Am Schallschutz zwischen zwei Räumen sind neben dem Trennbauteil auch alle flankierenden Bauteile beteiligt. Das trennende Bauteil ist nur einer der vielen Übertragungswege. Bei hochschalldämmenden Trennbauteilen wird der Schall maßgeblich über die flankierenden Decken, Dächer, Innen- und Außenwände übertragen. Für die Optimierung der Schalldämmung von Bauteilen ist eine möglichst geringe Nebenwegübertragung anzustreben. Der Umfang der Nebenwegübertragung hängt von der konkreten Bausituation ab. Konstruktiv wird die Weiterleitung durch eine Lagerung auf elastischen Zwischenschichten unterbunden (siehe Abbildung 3).

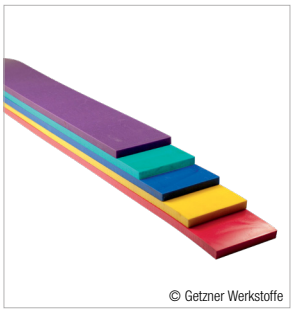


Abbildung 3 – Links Rothoblaas XYLOFON und rechts Getzner Sylodyn

Durch Einplanung von Vorsatzschalen und abgehängten Deckenkonstruktionen können diese Zusatzmaßnahmen verringert, teilweise kann sogar darauf verzichtet werden.

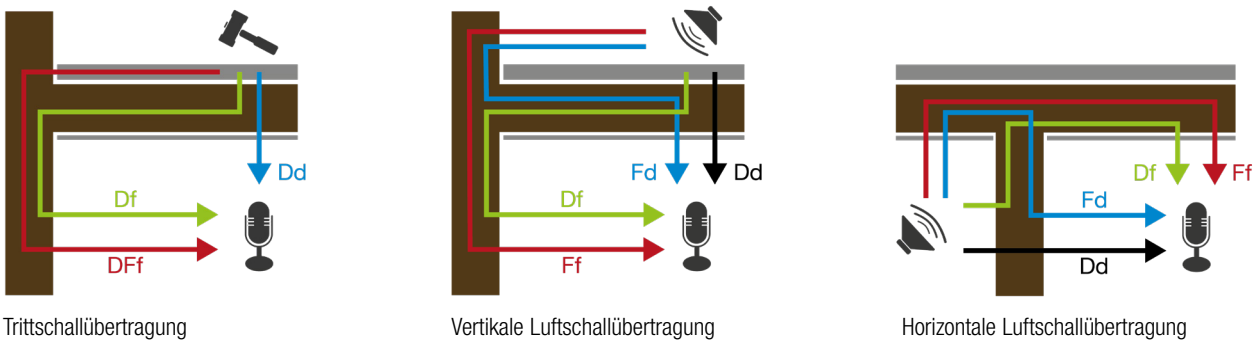
Quelle: Planungsbroschüre Holzforschung Austria

Das Verhalten von Massivholzkonstruktionen unterscheidet sich deutlich vom mineralischen Massivbau. Bisher bestehende Prognosemodelle bilden das tatsächliche Verhalten von Massivholzkonstruktionen nicht ab. Um die Anforderungen an den Schallschutz und an die Gebrauchstauglichkeit sicher erfüllen zu können, werden die Bauteile häufig durch Ersatzmodelle und vereinfachte konservative Ansätze überdimensioniert und dadurch unwirtschaftlich.

Im Rahmen des unter anderem von binderholz und Saint-Gobain Rigips Austria unterstützten Projekts „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“ wurden umfangreiche Messungen zur Schallübertragung über flankierende Bauteile durchgeführt (siehe Abbildung 4).

Es wurde ein Prognosemodell nach DIN EN ISO 12354 erarbeitet, welches die vielfältigen Übertragungswege in der Bausituation berücksichtigt und dennoch für den Baupraktiker anwendbar bleibt. Das Modell wird in die neue DIN 4109 eingearbeitet.

Die folgenden Darstellungen zeigen die verschiedenen Schallnebenwege je nach Bausituation:



Trittschallübertragung | Vertikale Luftschallübertragung | Horizontale Luftschallübertragung

Abbildung 4 – Schematische Darstellung der Beiträge zur Schallübertragung im Holzbau
Quelle: Forschungsprojekt Vibroakustik

Modell zur Berechnung nach DIN EN ISO 12354

Die Berechnung von Einzahlwerten der Luftschalldämmung R'_w und des Norm-Trittschallpegels $L'_{n,w}$ am Bau erfolgt aus den in Abbildung 4 dargestellten Übertragungswegen nach folgenden Gleichungen:

1. $R'_w = -10 \lg(10^{-0,1R_w} + \sum 10^{-0,1R_{ij,w}})$ mit ij = Ff, Fd, Df

2. $L'_{n,w} = 10 \lg(10^{0,1L_{n,w}} + \sum 10^{0,1L_{n,ij,w}})$ mit ij = Df, DFf

Der Trittschall-Flankenweg DFf, in den Estrich hinein und über die flankierende Wand im Senderaum hinunter in die flankierende Wand im Empfangsraum, ist in der normativen Berechnung nach EN 12354 noch nicht berücksichtigt. Schalltechnische Prognosen wurden mit Baustellenmessungen verglichen, und es ist ein deutlicher Einfluss dieses Übertragungsweges feststellbar (Forschungsprojekt Vibroakustik). In dieser Planungsbroschüre wird das entsprechende Prognosemodell beschrieben, im Detail ersichtlich im durchgeführten Berechnungsbeispiel.

Planungshinweise Schallschutz

Die nachfolgende Tabelle zeigt Empfehlungen zum Schallschutz von Decken und Wohnungstrennwänden für Geschoßhäuser im Wohnbau auf Basis von DIN 4109 Bbl. 2 bzw. ÖNORM B 8115.

Die Angaben beziehen sich auf die Bausituation inklusive aller Schallnebenwege.

Bauteil	Österreich	Deutschland
Wohnungstrennwand	$D'_{nT,w} \geq 55$ dB	$R'_w \geq 55$ dB
Wohnungstrenndecke	$L'_{nT,w} \leq 48$ dB	Mindestanforderung: $L'_{n,w} \leq 53$ dB Gehobene Anforderung: $L'_{n,w} \leq 46$ dB

Übersicht zu gebauten Beispielen in Massivholzbauweise, erhöhte Anforderungen an Wohnungstrenndecken nach DIN 4109 Beiblatt 2 erfüllt

Die nachfolgende Tabelle zeigt Konstruktionen in ausgeführten Gebäuden, welche die erhöhten Anforderungen an Wohnungstrenndecken mit Berücksichtigung aller flankierenden Bauteile erfüllen (Forschungsprojekt Vibroakustik).

BV	Decke	Wände	Zusatzmaßnahmen	Prognose	Baumessung
2	80 Zementestrich 50 MFT, s' = 6 MN/m³ 85 Kalksplitt 200 Brettsperrholz BBS	100 mm BBS	Elastomer oben und unten	R'_w = 63,8 dB $L'_{n,w}$ = 42,5 dB	R'_w = 66 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
3	65 Zementestrich 40 MFT, s' = 6 MN/m³ 90 Kalksplitt 100 Brettschichtholz	100 mm BBS 12,5 mm Rigips Feuerschutzplatte RF	Elastomer oben	R'_w = 61,3 dB $L'_{n,w}$ = 45,8 dB	R'_w = 63 dB $L'_{n,w}$ = 45 dB
4	60 Zementestrich 40 MFT, s' = 6 MN/m³ 15 Holzfaserplatte 447 Holz-Beton-Verbund	≥ 100 mm BBS	Vorsatzschalen		R'_w = – dB $L'_{n,w}$ = 44 dB
5	60 Zementestrich 40 MFT, s' = 6 MN/m³ 90 Kalksplitt 200 Brettschichtholz	2 x 18 mm Rigips Feuerschutzplatte RF ≥ 100 mm BBS 2 x 18 mm Rigips Feuerschutzplatte RF	$K_2$60 Kapselung	R'_w = 60,9 dB $L'_{n,w}$ = 44,0 dB	R'_w = 59 dB $L'_{n,w}$ = 43 dB

Verbesserungsmöglichkeiten zur Reduktion der Flankenschallübertragung

Aus dem begleiteten Forschungsprojekt „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“ sowie aus einer Vielzahl von Planungsbroschüren und Fachvorträgen wurden von binderholz und Saint-Gobain Rigips Austria wertvolle und praktisch anwendbare Erkenntnisse für die schallschutzoptimierte Planung im Massivholzbau gewonnen. Nachfolgend werden diese Maßnahmen erläutert sowie die positiven Effekte anhand eines Berechnungsbeispiels nachvollziehbar dargestellt.

BBS Massivholzelemente für Wände und Decken sind einzeln für sich betrachtet steife Scheiben. Diese Scheibeneigenschaft hat zur Folge, dass flankierende Bauteile aus Großformatelementen schlechter in der Flankendämmung wirken als Bauteile, welche aus BBS 125 Elementen bestehen. Beispielsweise bei einer flankierenden Außenwand besteht der Bauteil aus vielen aneinandergereihten Elementen mit je 1,25 m Breite, welche mit einem Stoßbrett über Schrauben verbunden werden. Der Elementstoß wirkt hierbei wie eine Feder oder ein Trennschnitt und dämpft die Flankenschallübertragung deutlich (siehe Abbildung 5). Die Messungen des Flankendämmmaßes R_{Ff} wurden mit dieser elementierten Bauweise durchgeführt und die angesetzten, schalltechnisch günstigeren Werte im Berechnungsbeispiel sind nur für diese Bauweise ansetzbar.

Quelle: Forschungsprojekt Vibroakustik

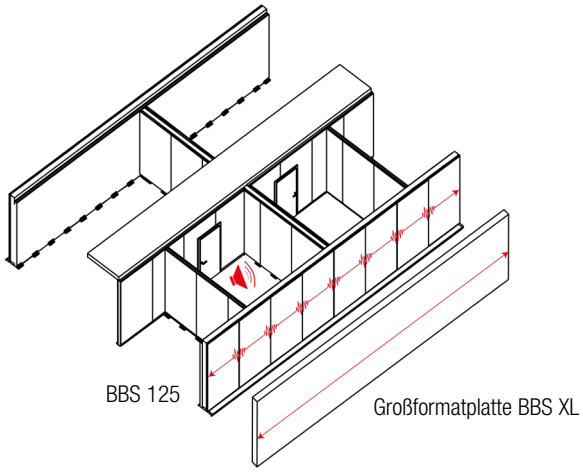


Abbildung 5 – Unterschied der Flankenschallübertragung zwischen BBS 125 und Großformatplatte BBS XL

Flankierende BBS Wände sollten mit einer entkoppelnd wirkenden Vorsatzschale versehen werden (Installationsebene auf Schwingbügeln, Schalenabstand mindestens 50 mm, oder freistehende Vorsatzschale verwenden – siehe Abbildung 6).

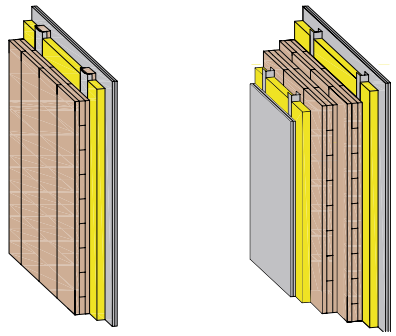
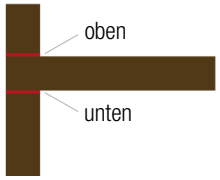


Abbildung 6 – Einseitig oder beidseitig entkoppelnd wirkende Vorsatzschalen

In der Berechnung zur Schallübertragung hat die Masse der BBS Wand- und Deckenelemente einen großen Einfluss. Die Messungen zeigen, dass direkt aufgebrachte Beplankungen aus Gipskarton auf die Flankenschalldämmung einen positiven Einfluss haben. Im Detail ist dieser Effekt im Berechnungsbeispiel ersichtlich.

Elastomere können zur Schallentkopplung bei vertikaler Flankenübertragung, zum Beispiel an den Auflagern einer Wohnungstrenndecke, eingesetzt werden. Folgende Tabelle zeigt die Verbesserung der Stoßstellendämmmaße (Eingangsparameter zur Berechnung des Luftschalldämmmaßes inkl. Nebenwegen R'_w – siehe Seite 17).

Auf den Übertragungsweg Fd wirkt sich nur das obere Elastomer aus, auf den Weg Df nur das untere Elastomer. Die Wege Ff und DFf werden von beiden Elastomeren beeinflusst.

Anordnung der Elastomere	Position	Daten aus Tagungsband DAGA 2010	Neue Messdaten
	oben oder unten	ΔK_{ij} = 7 … 10 dB	ΔK_{ij} = 4 … 10 dB
	oben und unten	ΔK_{ij} = 8 … 19 dB	ΔK_{ij} = 13 … 15 dB

Quelle: Forschungsprojekt Vibroakustik

ANMERKUNGEN

Die angegebenen Werte streuen stark, da Elastomere unterschiedlicher Hersteller verwendet wurden, in Kombination mit verschiedensten Wand- und Deckenaufbauten. Die Angaben gelten nur für entkoppelte Befestigungsmittel (Winkel mit Elastomerplatten, Schrauben mit Beilagscheiben und elastischen Unterlegscheiben – siehe Abbildung 7).

Werden konventionelle Verbindungsmittel verwendet, reduziert sich die entkoppelnde Wirkung des Elastomers deutlich. Es ist in diesem Fall ein ΔK_{ij} von 2 bis 3 dB ansetzbar. Weitere Planungsgrundlagen zum Einfluss von Elastomerlagern mit und ohne Berücksichtigung von eingebrachten Verbindungsmitteln finden sich in der Planungsbroschüre der Holzforschung Austria mit dem Titel „Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau“.

Quelle: Planungsbroschüre Rothoblaas

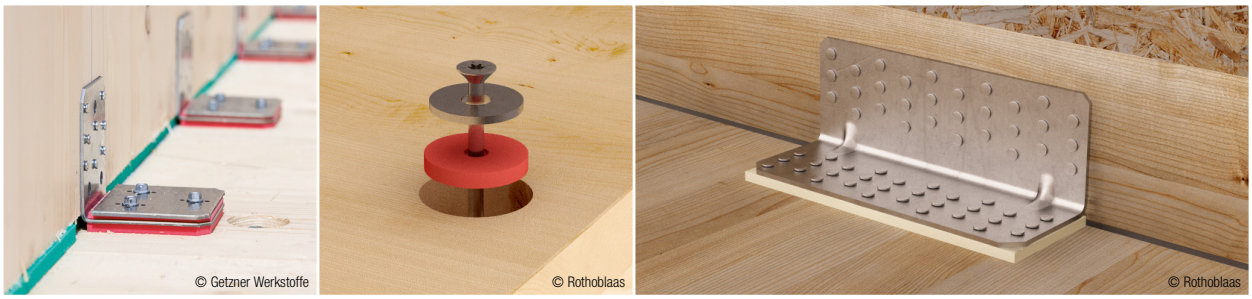


Abbildung 7 – Entkoppelte Befestigungsmittel mit Elastomerlagern von verschiedenen Herstellern

BBS Decke in Sichtqualität – Optimierung der Flankenübertragung des Deckenauflagers auf einer Wohnungstrennwand

BBS Decken mit unterseitig sichtbarer Holzoberfläche tragen zur Flankenübertragung zwischen angrenzenden Räumen bei (siehe Abbildung 8). Aktuelle Messungen des Flankendämmmaßes R_{Ff} haben ergeben, dass eine Deckenbeschwerung mittels Schüttungen in Kombination mit einem Nassestrich-Fußbodenaufbau eine deutliche Verbesserung der Flankendämmung ergibt (Forschungsprojekt Vibroakustik).

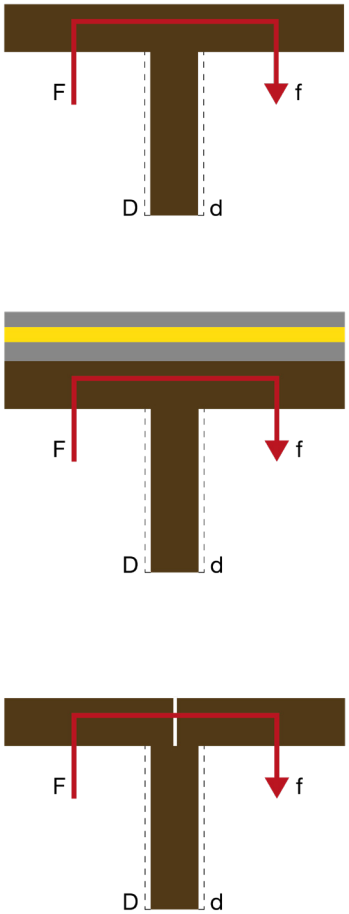


Abbildung 8 – Unterschiedlicher Weg der Flankenschallübertragung im Deckenbereich

Eine 150 mm starke binderholz Brettsperrholz BBS 125 Decke, die über einer 80 mm starken BBS 125 Wand durchläuft, ergibt ein gemessenes $R_{Ff,w}$ von 44 dB. Wird auf die 150 mm starke BBS Decke ein Aufbau aus 60 mm Splittschüttung, 40 mm Trittschalldämmplatte und 50 mm Zementestrich aufgebracht, so erhöht sich das gemessene $R_{Ff,w}$ auf 61 dB.

Sofern statisch auf die Durchlaufwirkung der BBS Decke verzichtet werden kann, ist eine Trennung der Deckenfelder in den Achsen der Wohnungstrennwände eine effektive Maßnahme zur Verbesserung der Flankendämmung: Bei einer durchlaufenden 150 mm starken BBS 125 Decke beträgt das gemessene Flankendämmmaß R_{Ff} 44 dB (wie vorher beschrieben), bei der Ausführung eines Trennschnittes erhöht sich der gemessene Wert für R_{Ff} auf 49 dB.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Flankendämmung besteht darin, flankierende Decken mit einer zusätzlich abgehängten Unterdecke mit schwingungsentkoppelten Direktabhängern zu versehen (siehe Abbildung 9). Auf diese Weise wird der Energieeintrag in die Brettsperrholz BBS Decke im Senderaum und die Abstrahlung im Empfangsraum deutlich reduziert.

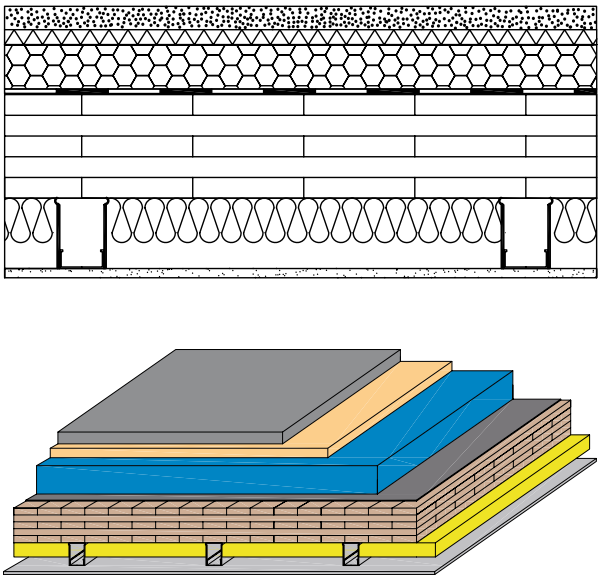
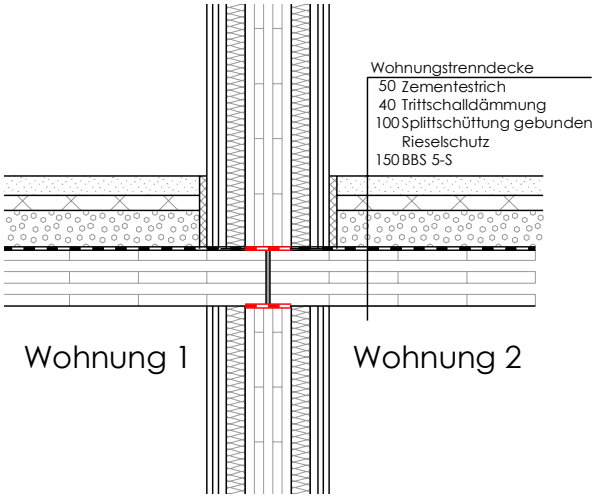
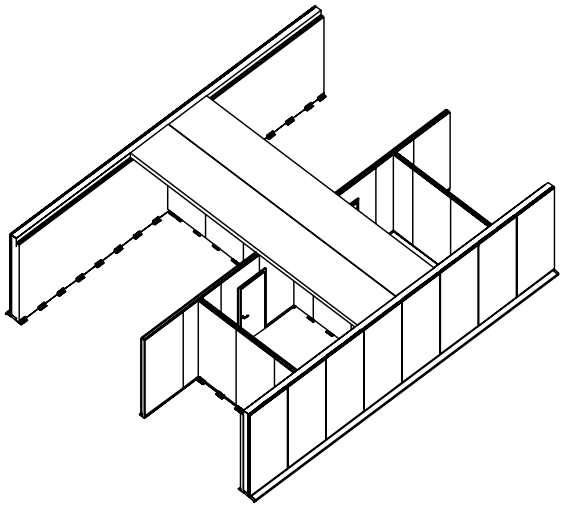


Abbildung 9 – Abgehängte Decke mit Schwingungsentkopplung

Beispiel zur Berechnung des Schallschutzes einer geplanten Bausituation mit Berücksichtigung der Schallnebenwege





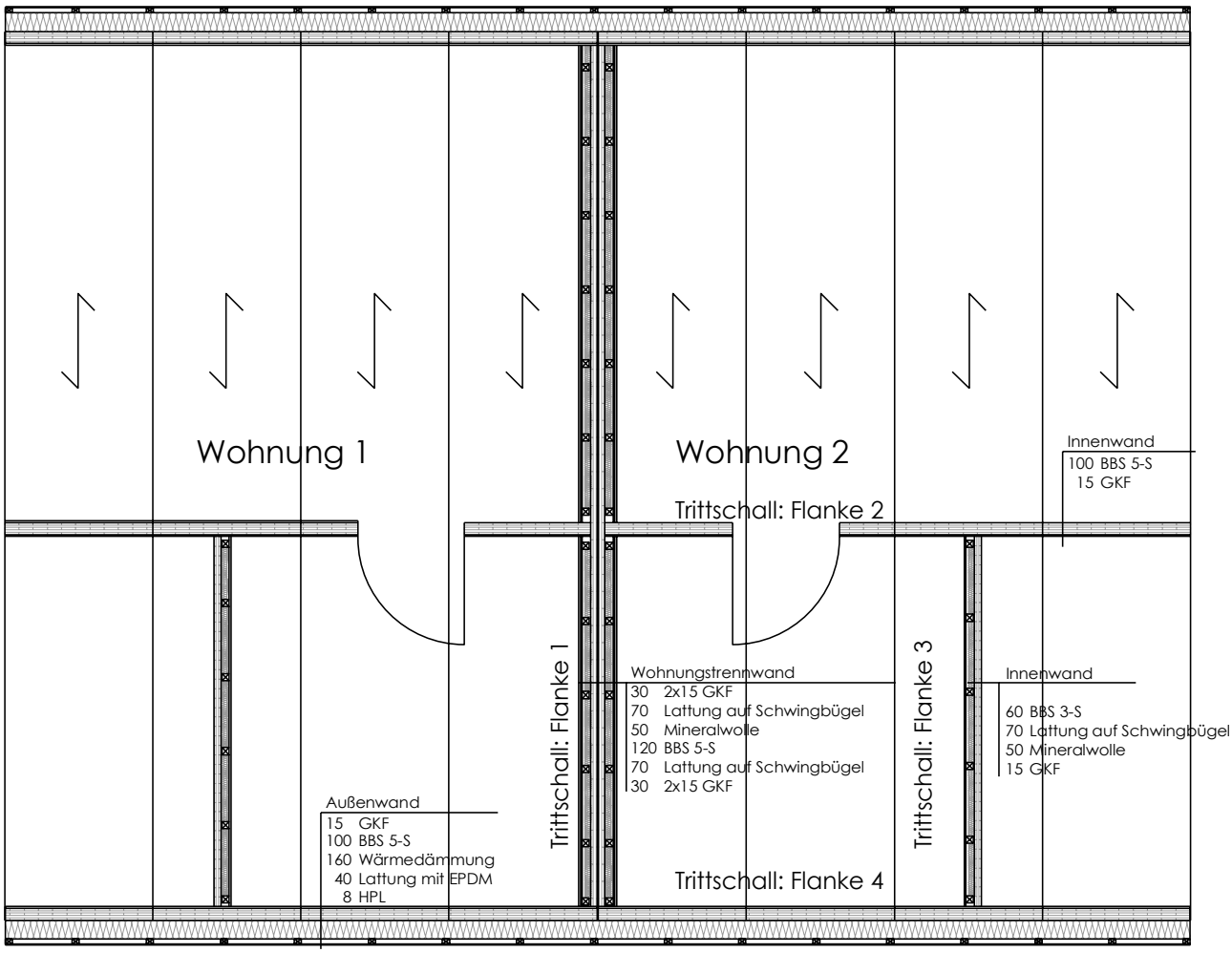


Abbildung 10 – Darstellung zweier Wohnungen mit schallentkoppelter Wohnungstrennwand

Schalldämmung der Bauteile ohne Nebenwege als Berechnungsgrundlage

Berechnung R'_w aus der Masse eines einschaligen Trennbauteils in Brettsperrholzbauweise ohne Vorsatzschalen, sofern keine Prüfergebnisse vorliegen:

1 $R'_w = 32{,}05 * \log(m'_{Element}) - 18{,}68 + K_{Wandtyp}$ mit $K_{Wandtyp} = -2$ dB für großformatige Elemente

Bauteil	**Bauteillänge l_f**	**Bauteilschichten** für die Flankenschallberechnung	**$R_{w,r}$** angesetzte Luftschalldämmung in der Flankenschallberechnung	**$R_{w,P}$** geprüfte Luftschalldämmung des Gesamtbauteils
Wohnungstrennwand	3,14 m	5-schichtiges BBS 120 mm (57,6 kg/m²) ohne angesetzte Masseerhöhung, Beplankungen vom BBS durch Schwingbügel entkoppelt	35,7 dB	69 dB
Innenwand	3,12 m	5-schichtiges BBS 100 mm (48 kg/m²) mit einseitiger direkter Beplankung 15 mm Rigips Feuerschutzplatte RF, Zusatzmasse 13,5 kg/m²	36,7 dB	-
Außenwand (Trennschnitt in der Achse der Wohnungstrennwand)	3,12 m	5-schichtiges BBS 100 mm (48 kg/m²) mit einseitiger direkter Beplankung 15 mm Rigips Feuerschutzplatte RF, Zusatzmasse 13,5 kg/m²	36,7 dB	47 dB*
Wohnungstrenndecke	Fläche über betrachtetem Raum: S_s = 3,12 m x 3,14 m = 9,8 m²	5-schichtiges BBS 150 mm (72,0 kg/m²) mit angesetzter Masseerhöhung aus dem Fußbodenaufbau mit schwerer Schüttung (196,0 kg/m²) ergibt eine Gesamtmasse von 268 kg/m²	57,1 dB	$R_{w,P}$ = 77 dB $L_{n,w,P}$ = 38 dB

* Gemessen wurde der Wert mit 90 mm BBS und 12,5 mm Rigips Feuerschutzplatte RF

Horizontale Schallübertragung über Wohnungstrennwand
Berechnung Luftschalldämmmaß mit Berücksichtigung der Nebenwege

In folgende Formel kann das gemessene Luftschalldämmmaß R'_w der Wohnungstrennwand (Gesamtaufbau R'_w = 69 dB) direkt eingesetzt werden:

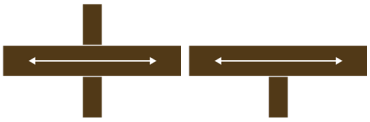
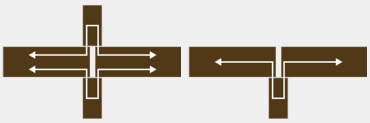
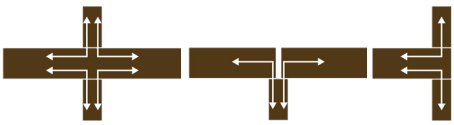
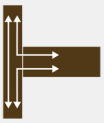
1 $R'_w = -10 \lg(10^{-0{,}1R_w} + \sum 10^{-0{,}1R_{ij,w}})$

Die Flankendämmmaße $R_{ij,w}$ sind rechnerisch zu ermitteln:

3 $R_{ij,w} = (R_{i,w+} R_{j,w})/2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \lg (S_s/l_0 l_f)$

Erläuterung zum Stoßstellendämmmaß K_{ij}

Im Forschungsprojekt „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“ wurden zahlreiche K_{ij}-Werte gemessen. Zusätzlich wurden Messdaten vergleichbarer Aufbauten aus verschiedenen europäischen Instituten zusammengetragen und ermittelt. Die folgende Tabelle zeigt als Auswertung der gesammelten Daten die Mittelwerte der Stoßstellendämmmaße für verschiedene Stoßsituationen.

Fall	Stoßstellentyp	Übertragungsrichtung	Stoßstellendämmmaß
1		„Vertikale Übertragung“ Weg Ff	K_{Ff} = 20 dB
2		„Horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke durchlaufend	K_{Ff} = 3 dB
3		„Horizontale Übertragung“ Weg Ff Decke getrennt	$K_{Ff} = 12+10\lg(m_2'/m_1')$
4		„Gemischte Übertragung“ Weg Df und Fd	K_{Fd} = 14 dB K_{Df} = 14 dB
5		„Horizontale Übertragung“ Wege Ff, Df, Fd Wände aus BBS 125	K_{Ff} = 12 dB $K_{Df} = K_{Fd}$ = 16 dB

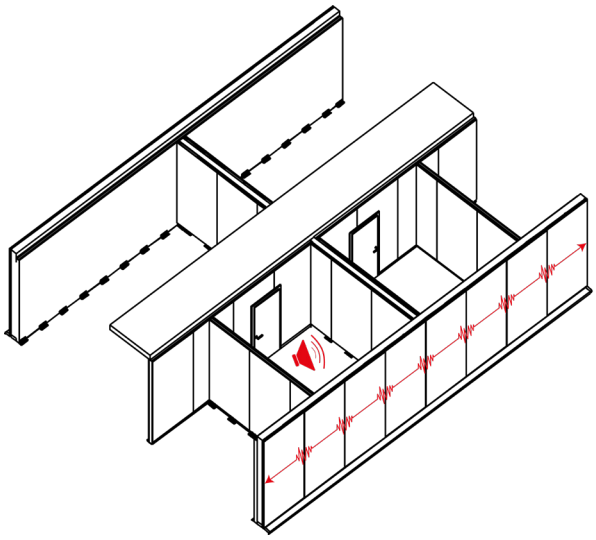


Abbildung 11 – Flankenschallübertragung bei BBS 125 Elementen

Bei der Konstruktion mit Brettsperrholz BBS 125 werden stets 1,25 m breite Wandelemente aneinandergereiht und mit einem Stoßbrett verbunden, was sich akustisch wie ein Trennschnitt auswirkt (siehe Abbildung 11).

Es ist für K_{Ff} bei einer durchlaufenden flankierenden Wand folglich nicht der Fall 2, sondern der günstigere Fall 3 ansetzbar. Dies wurde anhand der Messungen im Rahmen des oben genannten Forschungsprojektes belegt.

Ebenfalls basierend auf der akustisch günstigen Bauweise mit BBS 125 Elementen zeigen die R_{Ff}-Messergebnisse bei der Ausführung eines Trennschnittes in der flankierenden Wand in der Achse der Trennwand, dass in diesem Fall in der Berechnung der K_{Ff}-Wert aus Fall 1 ansetzbar ist.

HINWEIS

Diese sich günstig auf den Schallschutz auswirkenden Ansätze sind nur wählbar, wenn die Außenwand nicht aus Großformatelementen besteht. Des Weiteren dürfen eventuell vorhandene direkte Beplankungen auf der Innenseite der flankierenden Wand nicht hinter der Trennwand hindurchlaufen.

Zu berücksichtigende Flankendämmmaße $R_{ij,w}$

1. Flanke Wohnungstrennwand – Außenwand

$R_{Ff,w}$: Schallübertragung in die flankierende Wand hinein und im Empfangsraum aus der flankierenden Wand wieder heraus

$R_{F,w}$ = 36,7 dB
$R_{f,w}$ = 36,7 dB
$\Delta R_{Ff,w}$ = 0 dB (keine Vorsatzschalen vorhanden)
K_{Ff} = 20 dB (Fall 1 aufgrund der elementierten Bauweise mit 125 cm breiten BBS Wandelementen)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 2,75 m

Berechnungsergebnis: $R_{Ff,w}$ = 61,6 dB

$R_{Df,w}$: Schallübertragung in die Trennwand hinein und im Empfangsraum aus der flankierenden Außenwand wieder heraus

$R_{D,w}$ = 35,7 dB (Berechnung auf Basis der Masse der rohen BBS 125 Wandelemente, 12 cm Dicke)
$R_{f,w}$ = 36,7 dB
$\Delta R_{Df,w}$ = 18 dB (Verbesserungsmaß einer einseitigen Vorsatzschale auf Schwingbügeln mit doppelter 12,5 mm Beplankung auf BBS 125 Wand, 90 mm Dicke, Messergebnisse binderholz/Rigips)
K_{Df} = 16 dB (Fall 5)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 2,75 m

Berechnungsergebnis: $R_{Fd,w}$ = 75,1 dB

$R_{Fd,w}$: Schallübertragung in die flankierende Außenwand hinein und im Empfangsraum aus der Trennwand wieder heraus

Zur Berechnung wird der Weg Fd gleich Df gesetzt:
$R_{Fd,w}$ = 75,1 dB

---

2. Flanke Wohnungstrennwand – Innenwand

$R_{Ff,w}$: Schallübertragung in die anstoßende Innenwand hinein und im Empfangsraum aus der anstoßenden Innenwand wieder heraus

$R_{F,w}$ = 36,7 dB
$R_{f,w}$ = 36,7 dB
$\Delta R_{Ff,w}$ = 0 dB (keine Vorsatzschalen vorhanden)
K_{Ff} = 20 dB (Fall 1 aufgrund der elementierten Bauweise mit 125 cm breiten BBS Wandelementen)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 2,75 m

Berechnungsergebnis: $R_{Ff,w}$ = 61,6 dB

$R_{Df,w}$: Schallübertragung in die Trennwand hinein und im Empfangsraum aus der anstoßenden Innenwand wieder heraus

$R_{D,w}$ = 35,7 dB (Berechnung auf Basis der Masse der rohen BBS 125 Wandelemente, 12 cm Dicke)
$R_{f,w}$ = 36,7 dB
$\Delta R_{Df,w}$ = 18 dB (Verbesserungsmaß einer einseitigen Vorsatzschale auf Schwingbügeln mit doppelter 12,5 mm Beplankung auf BBS 125 Wand, 90 mm Dicke, Messergebnisse binderholz/Rigips)
K_{Df} = 16 dB (Fall 5)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 2,75 m

Berechnungsergebnis: $R_{Df,w}$ = 75,2 dB

$R_{Fd,w}$: Schallübertragung in die anstoßende Innenwand hinein und im Empfangsraum aus der Trennwand wieder heraus

Zur Berechnung wird der Weg Fd gleich Df gesetzt:
$R_{Fd,w}$ = 75,2 dB

---

3. Flanke Wohnungstrennwand – Decke

$R_{Ff,w}$: Schallübertragung in die flankierende Decke hinein und im Empfangsraum aus der flankierenden Decke wieder heraus

$R_{F,w}$ = 57,1 dB
$R_{f,w}$ = 57,1 dB
$\Delta R_{Ff,w}$ = 0 dB (keine abgehängte Decke vorhanden)
K_{Ff} = 5,3 dB (Fall 3, m_1' = 268 kg/m², m_2' = 57,6 kg/m²)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 3,14 m

Berechnungsergebnis: $R_{Ff,w}$ = 66,8 dB

$R_{Df,w}$: Schallübertragung in die Trennwand hinein und im Empfangsraum aus der flankierenden Decke wieder heraus

$R_{D,w}$ = 35,7 dB (Berechnung auf Basis der Masse der rohen BBS 125 Wandelemente, 12 cm Dicke)
$R_{f,w}$ = 57,1 dB
$\Delta R_{Df,w}$ = 18 dB (Verbesserungsmaß einer einseitigen Vorsatz schale auf Schwingbügeln mit doppelter 12,5 mm Beplankung auf BBS 125 Wand, 90 mm Dicke, Messergebnisse binderholz/Rigips)
K_{Df} = 14 dB (Fall 4)
S_s = 8,6 m²
l_o = 1,0 m
l_f = 3,14 m

Berechnungsergebnis: $R_{Df,w}$ = 82,8 dB

$R_{Fd,w}$: Schallübertragung in die flankierende Decke hinein und im Empfangsraum aus der Trennwand wieder heraus

Zur Berechnung wird der Weg Fd gleich Df gesetzt:
$R_{Fd,w}$ = 82,8 dB

---

4. Flanke Wohnungstrennwand – Boden

Die zugehörigen Nebenwege ij = Ff, Df, Fd werden nicht berücksichtigt, da die Schallübertragung konstruktiv unterbunden wird durch

- schwere Fußbodenaufbauten mit Zementestrich
- im Schnitt ersichtlichen korrekten Einbau der Wohnungstrennwand auf der Rohdecke mit Verwendung des Estrich-Randdämmstreifens

Berechnung Luftschalldämmmaß R'_w mit Berücksichtigung der Nebenwege

Aus den vorher beschriebenen Einzelwerten kann nun anhand von Formel R'_w berechnet werden:

(1) $$R'_w = -10 \log(10^{-0,1\times69} + 10^{-0,1\times61,6} + 10^{-0,1\times75,1} + 10^{-0,1\times75,1} + 10^{-0,1\times61,6} + 10^{-0,1\times75,1} + 10^{-0,1\times75,1} + 10^{-0,1\times66,8} + 10^{-0,1\times82,8} + 10^{-0,1\times82,8}) = 57,3 \text{ dB}$$

Nach DIN 4109 sind 2 dB Prognoseunsicherheit beim Luftschall zu berücksichtigen:

$R'_w = 57,3 \text{ dB} - 2 \text{ dB} = 55,3 \text{ dB} > \text{erf. } R'_w = 55 \text{ dB}$

Dadurch wird der Nachweis für Luftschall erfüllt.

ANMERKUNG zu R_{Df} und R_{Fd}

Diese Flankendämmmaße liegen aufgrund der entkoppelnden Installationsebenen weit über dem Wert der Flankenwege R_{Ff}. Vereinfachend kann dieser Weg bei der Ausführung von beidseitigen Installationsebenen (freistehend oder auf Schwingbügeln) auf der Wohnungstrennwand oder innenseitig auf der flankierenden Wand vernachlässigt werden. Bei dem oben aufgeführten Rechenbeispiel beträgt die Differenz bei Vernachlässigung dieser Flankenwege +0,3 dB für R'_w.

Vertikale Schallübertragung über die Wohnungstrenndecke

Trittschallübertragung mit Berücksichtigung der Nebenwege

In folgende Formel kann der gemessene Norm-Trittschallpegel der Wohnungstrennwand (Gesamtaufbau R_w = 69 dB) direkt eingesetzt werden:

$$L'_{n,w} = 10 \lg(10^{0,1L_{n,w}} + \sum 10^{0,1L_{n,ij,w}}) \quad (2)$$

Die Trittschall-Flankenübertragungen auf dem Weg Df und DFf sind rechnerisch zu ermitteln:

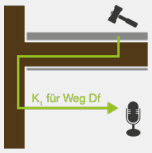
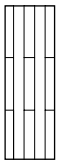
$$L_{n,Df,w} = L_{n,Df,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{j,w} - 10\lg (S_s / (l_o\, l_f)) \quad (4)$$

$$L_{n,DFf,w} = L_{n,DFf,lab,w} - \Delta K_{ij} - \Delta R_{ij,w} - 10\lg (S_s / (l_o\, l_f)) \quad (5)$$

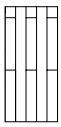
Der Laborwert zur Flankenübertragung des Trittschalls auf dem Weg Df ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$L'_{n,Df,lab,w} = 10 \lg(10^{0,1(L_{n,w} + K_1)} - 10^{0,1L_{n,w}}) \quad (6)$$

Der hierzu neben dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ benötigte Faktor K_1 ist abhängig von der Konstruktionsvariante folgender Tabelle zu entnehmen: Korrektursummand K_1 zur Berücksichtigung der Flankenübertragung auf dem Weg Df.

Wandaufbau im Empfangsraum	**Deckenaufbau**
	Brettsperrholzdecke BBS
 Brettsperrholzwand BBS	K_1 = 4 dB

Der Laborwert zur Flankenübertragung des Trittschalls auf dem Weg DFf, $L_{n,DFf,lab,w}$ ist aus folgender Tabelle in der grau hinterlegten rechten Spalte zu entnehmen, in Abhängigkeit von der Wandkonstruktion und dem Fußbodenaufbau. In der Tabelle, welche für die Laborbedingungen gültig ist, wurde der Wert mit $L_{n,DFf,w}$ bezeichnet.

Wandaufbau im Sende- und Empfangsraum	**Estrichaufbau**	**Trittschallübertragung auf dem Weg Dd + Df: $L_{n,w}$ + K_1 in dB**																						
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	>5	**$L_{n,DFf,w}$ in dB**
	a) ZE/HWF	11	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	n = 1 46
	b) ZE/MF	10	10	9	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	n = 7 45 σ = 1,5
	c) TE	8	7	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	n = 6 42 σ = 0,9

Estrichaufbau:

a) ZE/HWF mineralisch gebundener Estrich oder Gussasphalt
auf Holzweichfaser-Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE-Schaum-Randstreifen

b) ZE/MF mineralisch gebundener Estrich oder Gussasphalt
auf Mineralfaser- oder PST-Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE-Schaum-Randstreifen

c) TE Trockenstrich
auf Mineralfaser-, PST- oder Holzweichfaser-Trittschalldämmplatten
Randdämmstreifen: > 5 mm Mineralfaser- oder PE-Schaum-Randstreifen

Mit diesen Formeln und den abgebildeten zugehörigen Tabellen kann nun für das abgebildete Planungsbeispiel die vertikale Trittschallübertragung mit Berücksichtigung der Nebenwege berechnet werden. Hierbei sind für alle vier Wände des untersuchten Raumes jeweils die beiden Flankenwege Df und DFf zu untersuchen, wodurch sich acht Werte für $L_{n,ij,w}$ ergeben. Der folgende Planauszug (siehe Abbildung 12) zeigt den betrachteten Raum mit den zu berücksichtigenden flankierenden Wänden für die Trittschallübertragung.

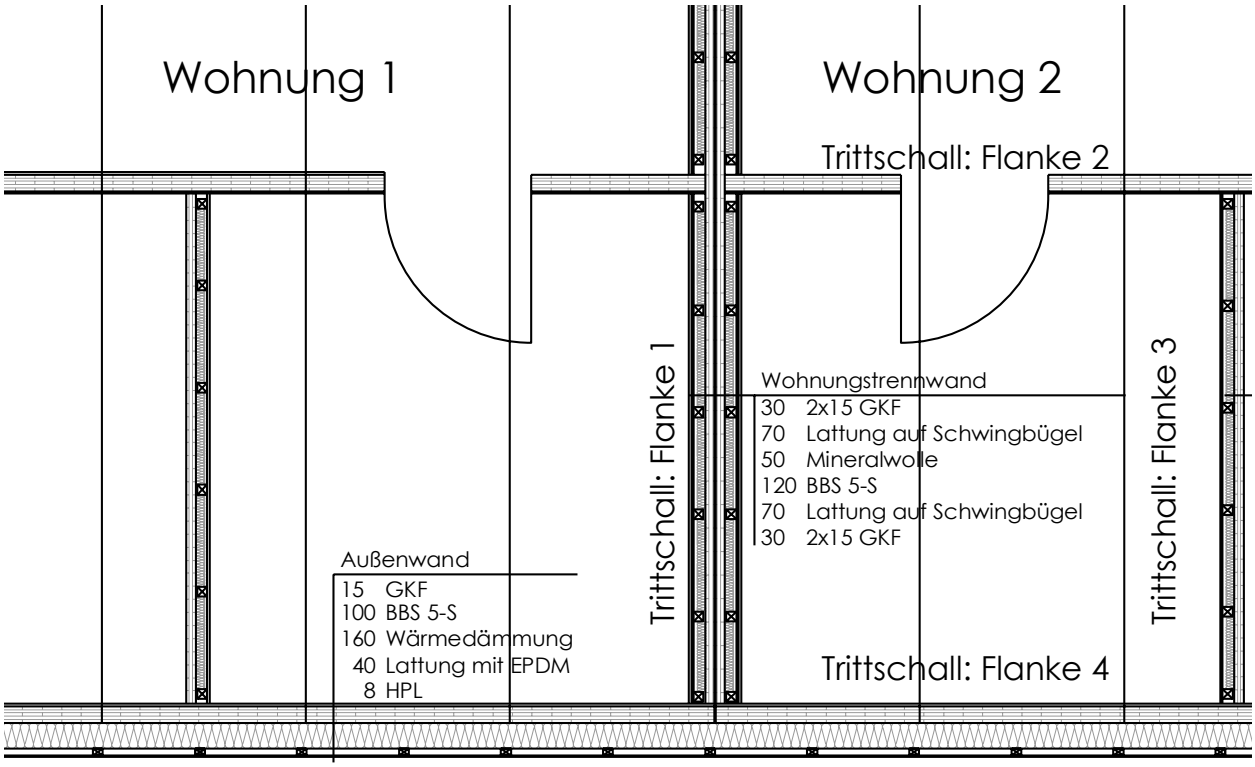


Abbildung 12 – Optimierte Wohnungstrennwand zur Verhinderung der Flankenschallübertragung

Zu berücksichtigende Nebenwege bei vertikaler Trittschallübertragung

1. Flanke Decke – Wohnungstrennwand

$L_{n,w}$ = 38 dB
S_s = 9,8 m²
l_f = 3,14 m
K_1 = 4 dB (aus Tabelle 1, BBS 125 Decke in Sichtqualität, Wände BBS 125 in Sichtqualität oder direkt beplankt ohne Berücksichtigung eventuell geplanter Vorsatzschalen / Installationsebenen)
$L_{n,Df,lab,w}$ = 39,8 dB (Berechnung nach Formel 6)
$L_{n,DFf,lab,w}$ = 45 dB (aus Tabelle 2, BBS 125 Decke in Sichtqualität, Fußbodenaufbau mit Zementestrich und Mineralfaser-Trittschalldämmplatten, Randdämmstreifen ist immer erforderlich)
ΔK_{ij} = 0 dB (kein Elastomer oben)
ΔK_{ij} = 3 dB (Elastomer unten, wirksam für beide Flankenwege)
$\Delta R_{ij,w}$ = 18 dB (Verbesserungsmaß einer einseitigen Vorsatzschale auf Schwingbügeln mit doppelter 12,5 mm Beplankung auf BBS 125 Wand, 90 mm Dicke, Messergebnisse binderholz / Rigips)

Berechnungsergebnis:
$L_{n,Df,w}$ = 13,9 dB
$L_{n,DFf,w}$ = 14,1 dB

2. Flanke Decke – Innenwand

$L_{n,w}$ = 38 dB
S_s = 9,8 m²
l_f = 3,12 m
K_1 = 4 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,Df,lab,w}$ = 39,8 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,DFf,lab,w}$ = 45 dB (entsprechend Flanke 1)
ΔK_{ij} = 0 dB (kein Elastomer oben)
ΔK_{ij} = 3 dB (Elastomer unten, wirksam für beide Flankenwege)
$\Delta R_{ij,w}$ = 0 dB (keine Vorsatzschale eingeplant)

Berechnungsergebnisse:
$L_{n,Df,w}$ = 31,8 dB
$L_{n,DFf,w}$ = 37,0 dB

3. Flanke Decke – Innenwand

$L_{n,w}$ = 38 dB
S_s = 9,8 m²
l_f = 3,14 m
K_1 = 4 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,Df,lab,w}$ = 39,8 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,DFf,lab,w}$ = 45 dB (entsprechend Flanke 1)
ΔK_{ij} = 0 dB (kein Elastomer oben)
ΔK_{ij} = 3 dB (Elastomer unten, wirksam für beide Flankenwege)
$\Delta R_{ij,w}$ = 15 dB (Verbesserungsmaß einer einseitigen Vorsatzschale auf Schwingbügeln mit einfacher 15 mm Beplankung auf BBS 125 Wand, 90 mm Dicke) (siehe Tabelle 8. Tagungsband HolzBauSpezial)

Berechnungsergebnisse:
$L_{n,Df,w}$ = 16,9 dB
$L_{n,DFf,w}$ = 22,1 dB

4. Flanke Decke – Innenwand

$L_{n,w}$ = 38 dB
S_s = 9,8 m²
l_f = 3,12 m
K_1 = 4 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,Df,lab,w}$ = 39,8 dB (entsprechend Flanke 1)
$L_{n,DFf,lab,w}$ = 45 dB (entsprechend Flanke 1)
ΔK_{ij} = 0 dB (kein Elastomer oben)
ΔK_{ij} = 3 dB (Elastomer unten, wirksam für beide Flankenwege)
$\Delta R_{ij,w}$ = 0 dB (keine Vorsatzschale eingeplant)

Berechnungsergebnisse:
$L_{n,Df,w}$ = 31,8 dB
$L_{n,DFf,w}$ = 37,0 dB

5. Berechnung der Trittschallübertragung mit Berücksichtigung der Nebenwege

Berechnung $L'_{n,w}$ anhand folgender Formel

(2) $$L'_{n,w} = 10\log(10^{0,1\times38} + 10^{0,1\times13,9} + 10^{0,1\times14,1} + 10^{0,1\times31,8} + 10^{0,1\times37,0} + 10^{0,1\times16,9} + 10^{0,1\times22,1} + 10^{0,1\times31,8} + 10^{0,1\times37,0}) = 43,0 \text{ dB}$$

Nach DIN 4109 sind 3 dB Prognoseunsicherheit beim Trittschall zu berücksichtigen:

$L'_{n,w} = 43,0 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 46,0 \text{ dB} \leq \text{erf. } L'_{n,w} = 46 \text{ dB}$

Dadurch wird der Nachweis für Trittschall erfüllt.

Anmerkungen zum Rechenbeispiel

Da die hier beschriebene, wissenschaftlich belegte Berechnung von den Vorgaben der DIN 4109 abweicht, muss der Nachweis für die Trenndecke über eine Baumessung erfolgen.

Vereinfachte In-situ-Korrektur:
Für die Berechnung werden die Laborwerte $L'_{n,w}$ und R'_w der direkten Übertragung anhand der Körperschall-Nachhallzeit der Decke im Labor $T_{s,lab}$ und am Bau $T_{s,situ}$ auf die Bausituation umgerechnet.

(7) $$R'_{Dd} = R'_{situ} = R'_{lab} - 10\lg(T_{s,situ}/T_{s,lab}) \text{ bzw.}$$

(8) $$L'_{n,Dd} = L'_{n,situ} = L'_{n,lab} + 10\lg(T_{s,situ}/T_{s,lab})$$

Die Auswirkung der In-situ-Korrektur (gemessene Beispiele aus dem Forschungsprojekt Vibroakustik) wird in diesem Rechenbeispiel nicht berücksichtigt, sie resultiert in einer Änderung der berechneten R'_w bzw. $L'_{n,w}$-Werte von gemittelt ± 1 bis 2 dB.

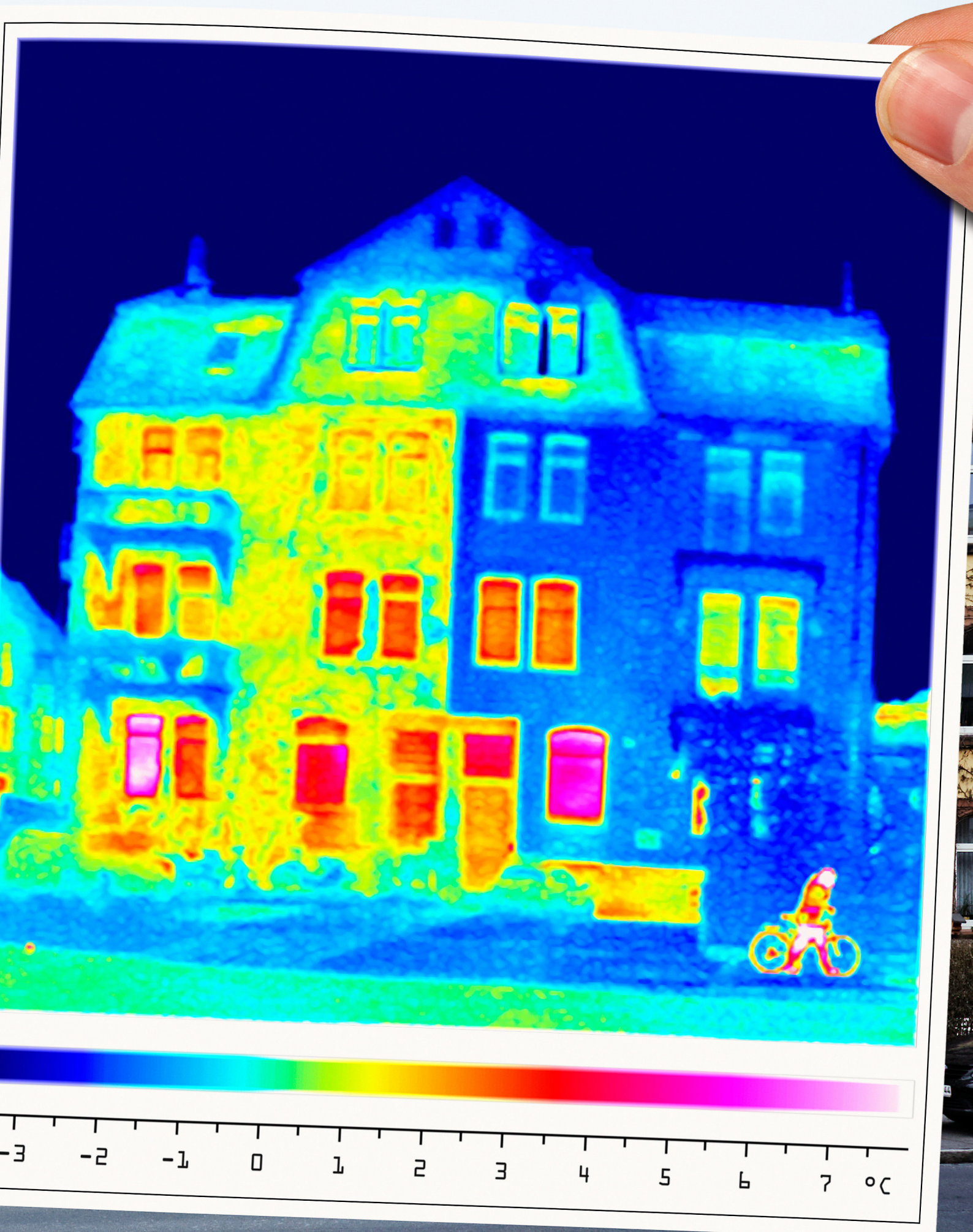
Formelverzeichnis Schallschutz

1	R'_w [dB]	Bewertetes Bau-Schalldämmmaß eines Trennbauteils (Anforderung Deutschland) im eingebauten Zustand mit Nebenwegen
2	$L'_{n,w}$ [dB]	Norm-Trittschallpegel einer Trenndecke (Anforderung Deutschland) im eingebauten Zustand mit Nebenwegen
3	$R_{ij,w}$	Berechnetes Flankendämmmaß eines Trennbauteils für die einzelnen Schallnebenwege mit ij = Df, Fd, Ff
4	$L_{n,Df,w}$ [dB]	Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg Df, umgerechnet auf die Bausituation
5	$L_{n,DFf,w}$ [dB]	Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg DFf, umgerechnet auf die Bausituation
6	$L_{n,Df,\ lab\ w}$ [dB]	Laborwert der Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg Df
7	R'_{Dd}	Berechnetes Schalldämmmaß eines Trennbauteils (Anforderung Deutschland) mit Nebenwegen mit In-situ-Korrektur
8	$L'_{n,Dd}$	Berechneter Normtrittschallpegel einer Trenndecke (Anforderung Deutschland) mit Nebenwegen mit In-situ-Korrektur

Abkürzungsverzeichnis Schallschutz

R_w [dB]	Bewertetes Luftschalldämmmaß eines Bauteils ohne Schallnebenwege
$L_{n,w}$ [dB]	Bewerteter Norm-Trittschallpegel eines Bauteils ohne Schallnebenwege
$R_{i,w}$ [dB]	Luftschalldämmmaß des flankierenden Bauteils im Senderaum
$R_{j,w}$ [dB]	Luftschalldämmmaß des flankierenden Bauteils im Empfangsraum
$\Delta R_{ij,w}$ [dB]	Verbesserungsmaß der Flankenschalldämmung (Luftschall und Trittschall) durch Installationsebenen oder freistehende Vorsatzschalen
S_s [m²]	Fläche Trennbauteil
l_0 [m]	Bezugslänge 1,0 m
l_f [m]	Länge der Stoßfuge des flankierenden Bauteils zum Trennbauteil [m]
K_{ij} [dB]	Stoßstellendämmmaße zur Berechnung der Flankendämmmaße Rij,w
ΔK_{ij} [dB]	Verbesserung der Trittschall-Flankenübertragung durch entkoppelnde Elastomere
K_1 [dB]	Faktor zur Ermittlung der Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg Df
K_2 [dB]	Faktor zur Ermittlung der Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg DFf
$L_{n,DFf,lab,w}$ [dB]	Laborwert der Trittschall-Flankenübertragung auf dem Weg DFf
$D'_{nT,w}$ [dB]	Bewertete Standardschallpegeldifferenz eines Trennbauteils (Anforderung Österreich) im eingebauten Zustand mit Nebenwegen; Nachhallzeit im Empfangsraum wird hier berücksichtigt
$L'_{nT,w}$ [dB]	Standardtrittschallpegel einer Trenndecke (Anforderung Österreich) im eingebauten Zustand mit Nebenwegen; Nachhallzeit im Empfangsraum wird hier berücksichtigt
m_1' [kg/m²]	Ansetzbare Flächenmasse des flankierenden Bauteils (ohne die Masse eventueller Vorsatzschalen oder Abhängungen) zur Berechnung des Stoßstellendämmmaßes K_{ij}
m_2' [kg/m²]	Ansetzbare Flächenmasse des Trennbauteils (ohne die Masse eventueller Vorsatzschalen oder Abhängungen) zur Berechnung des Stoßstellendämmmaßes K_{ij}

WÄRMESCHUTZ


-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
6
7
°C

WÄRMESCHUTZ / FEUCHTIGKEITSREGULIERUNG

Winterlicher Wärmeschutz

Wärmeschutz im Hochbau beinhaltet alle Maßnahmen zur Verminderung des Heizwärmebedarfs im Winter und Kühlbedarfs im Sommer. Dabei stehen die Steigerung der Behaglichkeit durch angenehmes Raumklima sowie die damit verbundene erhebliche Entlastung der Umwelt im Mittelpunkt. Bei unzureichendem Wärmeschutz können sich unbehagliche und unhygienische raumklimatische Wohnverhältnisse einstellen.

Warum Wärmedämmung?

- Um das Wohlbefinden zu steigern.
- Um Krankheiten zu verhindern.
- Um Geld zu sparen, da Heizkosten erheblich gesenkt werden.
- Zur Wertsteigerung des Gebäudes (Energiekosten).
- Um unsere Umwelt zu schützen, da der CO_2-Ausstoß beträchtlich reduziert wird.

binderholz Brettsperrholz BBS

Mit BBS können Niedrigenergie-, Passivenergie- und Plusenergiebauten errichtet werden. BBS Konstruktionen erreichen alle üblichen Wärmedämmwerte und führen aufgrund des diffusionsoffenen Aufbaus und der Eigenschaft, Spitzenwerte der Raumluftfeuchte dämpfen zu können, zu einem behaglichen und ausgeglichenen Raumklima.

Da BBS aus Nadelholzlamellen produziert wird, welche einer strengen Qualitätskontrolle unterliegen, ist die Holzfeuchte von BBS im Auslieferungszustand in einem sehr engen Rahmen auf 12 % ± 2 % garantiert, so wie auch eine kontrollierte Rohdichte gegeben ist. Aus diesem Grund darf für BBS laut gültiger ETA-06/0009 ein verbesserter Wert für die Wärmeleitfähigkeit λ von 0,12 W/mK angesetzt werden.

Rigips Trockenbausysteme

Moderne Holzbauten in Passivhaus- und Multi-Komfort-Haus-Bauweise mit Systemen von Saint-Gobain garantieren höchste Qualität. Mit Saint-Gobain Dämmstoffen steht eine umfangreiche Produktpalette für Boden, Wand, Decke und Dach zur Verfügung. Das Leistungsspektrum reicht von der normalen Wärmedämmung bis zu kompletten Systemlösungen für den Wohnbereich ebenso wie für kommerzielle und öffentliche Gebäude (siehe Beispiel Abbildung 13).

Mineralfaserdämmstoffe von Isover mit einem λ von 0,034 W/mK und WDV-Systeme von Weber bieten höchsten Komfort bei geringsten Dämmstärken. Rigips Vorsatzschalen und abgehängte Decken- und Dachkonstruktionen mit vollständiger Hohlraumdämmung (zum Beispiel Isover Mineralwolle) tragen zusätzlich zur Reduzierung der U-Werte von Bauteilen bei.

Zur geforderten Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz auch bei bestehenden Gebäuden leistet der trockene Innenausbau einen bedeutenden Beitrag. Im Rahmen des Ausbaus vorhandener Dachkonstruktionen lässt sich die Energieeffizienz bestehender Gebäude wesentlich verbessern. Neben den kurzen Bauzeiten liegt in der damit einhergehenden Möglichkeit, in den Installationsebenen auch gleichzeitig die Haustechnik zu erneuern, ein besonderer Vorteil der Trockenbauweise.

Darüber hinaus tragen Beplankungen aus Rigips Platten mit einem Raumgewicht von ca. 800 bis zu 1200 kg/m² zur Erhöhung der speicherfähigen Masse des Bauteils und des sommerlichen Komforts bei.

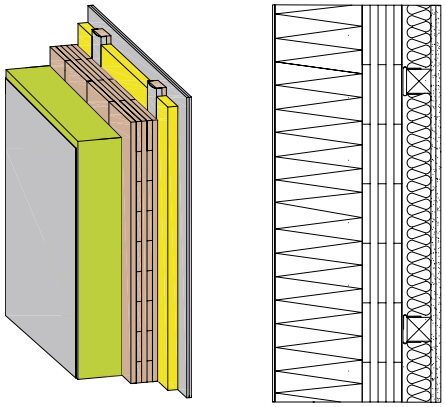


Abbildung 13 – Außenwand 22 b

Sommerlicher Wärmeschutz

Der sommerliche Wärmeschutz (Hitzeschutz) dient dazu, die durch direkte oder indirekte Sonneneinstrahlung verursachte Aufheizung im Inneren des Gebäudes, die in der Regel im Wesentlichen auf eine Einstrahlung durch die Fenster zurückzuführen ist, auf ein erträgliches Maß zu begrenzen.

Dies geschieht vor allem durch die Minimierung der Wärmezufuhr aus der direkten Sonneneinstrahlung, der Wärmeleitung von Wand-, Dach- und Deckenflächen sowie der Abwärme von elektrischen Geräten und Personen. Fenster ohne Sonnenschutz haben bei der Erwärmung der Innenräume den größten Einfluss.

Der sommerliche Wärmeschutz bekommt besonders in Folge der globalen Klimaerwärmung und der Tendenz zu ansteigenden Temperaturen eine immer größere Bedeutung. Damit verbunden ist der vermehrte Einsatz von Klimaanlagen, wodurch wiederum der Strom- bzw. der Energieverbrauch und damit auch der CO_2-Ausstoß besonders in den Sommermonaten ansteigt.

Deswegen muss der sommerliche Wärmeschutz bereits bei der Gebäudeplanung berücksichtigt werden, um die Gefahr einer sommerlichen Überhitzung der Gebäude mit entstehenden unkomfortablen Raumtemperaturen zu vermeiden.

In Wohngebäuden werden aufgrund Nachtlüftung, geringer Wärmeabgabe von Geräten, Sonnenschutz und Wärmespeicherung im Durchschnittssommer die Raumtemperaturen unter 27°C bleiben. In Hitzeperioden dürfen sie etwas ansteigen. In Büros werden Temperaturen unter 26°C angestrebt. Dabei ist es besonders wichtig, einerseits auf entsprechende außen an den Fenstern angebrachte Sonnenschutzvorrichtungen zu achten, damit der „Glashauseffekt“ vermieden werden kann, und andererseits das Sommerverhalten von Gebäuden und vor allem der Nutzer zu verstehen und zu berücksichtigen. Nicht nur die auftretende Maximaltemperatur, sondern auch die Dauer, in der eine bestimmte Temperaturschwelle überschritten wird, ist für die subjektive Wahrnehmung des Nutzers von Bedeutung. Der Einfluss des Nutzerverhaltens auf die sommerlichen Raumtemperaturen unter Einbezug verschiedener eingesetzter Baustoffe bzw. Bauweisen – Leichtbau, Ziegelbau, Betonbau – wurde durch Messungen in bewohnten Objekten im Rahmen eines Forschungsprojekts untersucht.

Parameter, die das Verhalten von nicht aktiv klimatisierten Gebäuden im Sommer bzw. die Raumerwärmung infolge sommerlicher Wärmeeinstrahlung beeinflussen, sind:

- das Außenklima
- die thermischen Eigenschaften der verwendeten Bauteile im Außenbereich, wie zum Beispiel Oberflächenfarbe, Wärmedämmfähigkeit, Bauteilaufbauten bzw. Schichtenfolge, die Wärmespeicherfähigkeit insbesondere innen liegender Bauteile, der Gesamtenergiedurchlassgrad, die Größe und die Orientierung der verwendeten Verglasungen, vorhandene Sonnenschutzsysteme und deren Wirkung
- Orientierung der Außenwandflächen
- die Nutzung der nächtlichen Lüftungsmöglichkeiten und der Sonnenschutzeinrichtung
- die Freisetzung von Wärme durch Elektrogeräte, Beleuchtung und Personen
- Speicherwirksamkeit der Einrichtungsgegenstände und der Baukonstruktionen

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts zeigten, dass unabhängig von der Bauweise, den verwendeten Baustoffen und der vorhandenen speicherwirksamen Masse im Innenraum das Nutzerverhalten und dabei vor allem das nicht richtige Nutzen von Lüftungsmöglichkeiten einen übergeordneten Einfluss auf den Verlauf der sommerlichen Raumtemperaturen hat. Dabei ist die nächtliche Wärmeabfuhr über die Fenster für das sommerliche Wärmeverhalten von Räumen entscheidend.

Die Behaglichkeit der Wohnräume (siehe Abbildung 14) während der häufiger eintretenden Hitzeperioden zu gewährleisten, ist ein Anliegen von Saint-Gobain Multikomfort. Ziel ist es, die Temperaturspitzen im Sommer zu reduzieren und die Behaglichkeit im Raum zu erhöhen. Die dazu neu entwickelten Rigips Alba®balance-Vollgipsplatten absorbieren die über dem Komfortbereich liegende Raumwärme und geben bei ausreichender Nachtentlüftung diese wieder ab.

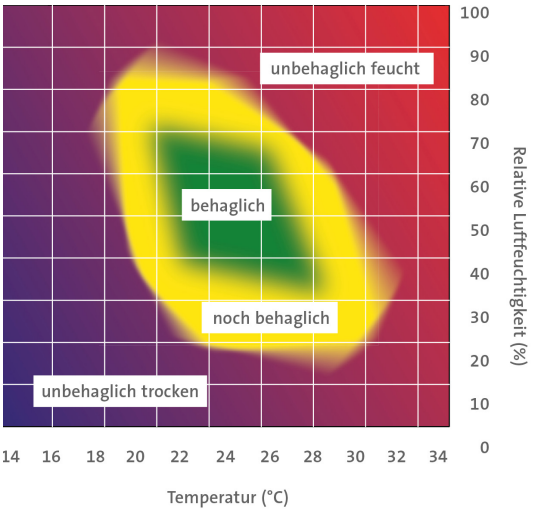


Abbildung 14 – Wohlbefinden Innenraum

Gründe, warum im Sommer fälschlicherweise auf Stoßlüftung verzichtet wird:

- Annahme, dass man bei Passivhäusern nachts nicht lüften muss
- Absturzgefahr in Kinderzimmern (max. Kippen der Fenster)
- Reduzierte Lüftungswirkung durch Insektenschutzgitter
- Haustiere (Fenster werden maximal gekippt)
- Erdgeschoßwohnungen (Fenster werden aus Sicherheitsgründen maximal gekippt)
- Einschränkung der Lüftungswirkung für die Wohnung durch geschlossene Innentüren
- Umgebungslärm, vor allem in der Nacht

Im Sommer sind die täglichen Schwankungen der Außenlufttemperatur im Allgemeinen höher als im Winter. Hinzu kommt ein sehr hoher Temperaturunterschied an den Bauteiloberflächen infolge von Sonneneinstrahlung.

Maßnahmen zur Optimierung:

- Wärmedämmung erhöhen.
- Günstig auf die Innenraumtemperaturen wirken sich außen liegende Dämmschichten und innen liegende speicherfähige Massen aus.
- Wahl der Fenster: Die Wärmedurchlässigkeit von Fenstern hat nach neueren bauphysikalischen Untersuchungen einen wesentlich größeren Einfluss auf die Innenraumtemperatur als die Wärmespeicherfähigkeit der innen liegenden Massen.
- Die Art des gewählten Dämmstoffes ist nicht von so entscheidender Bedeutung. Vielmehr stehen die Dicke der ausgeführten Dämmstoffschicht sowie Materialart und Dicke der Bekleidung zum Innenraum im Vordergrund der Betrachtungen.
- Richtiges Nutzerverhalten: Durch nächtliche Lüftung und geschlossene Fenster und Türen über Tag lässt sich das Raumklima zusätzlich verbessern.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, dass der sommerliche Wärmeschutz nur bedingt mit der Speicherfähigkeit der Bauteile gleichgesetzt werden kann. Mit steigendem Wärmeschutzniveau sinken die Sommertemperaturen im Raum auf ein behagliches Maß. BBS Elemente wirken sich hier positiv aus, da BBS Wärme gleichzeitig gut dämmt und hervorragend speichert. Die Simulation eines Einfamilienhauses zeigt, dass bei zunehmendem Wärmeschutz die Temperaturüberschreitungen immer seltener und schwächer ausfallen. Auch gesammelte Erfahrungen von Bewohnern zeigen, dass die Behaglichkeit und das Raumklima in Holzgebäuden auch im Sommer durchwegs positiv beurteilt werden.

Feuchtigkeitsregulierung

Holz als natürlicher und nachwachsender Rohstoff hat viele positive bauphysikalische Eigenschaften. Eine ist die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben zu können. Damit wirkt BBS dämpfend auf Spitzenwerte der Raumluftfeuchte (siehe Abbildung 15). 1 m³ BBS speichert bei einer Raumlufttemperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchte von 55 % rund 43 Liter Wasser. Ändert sich die relative Luftfeuchte von 55 % auf 65 %, so nimmt 1 m³ BBS rund 7 Liter Wasser von der Raumluft auf.

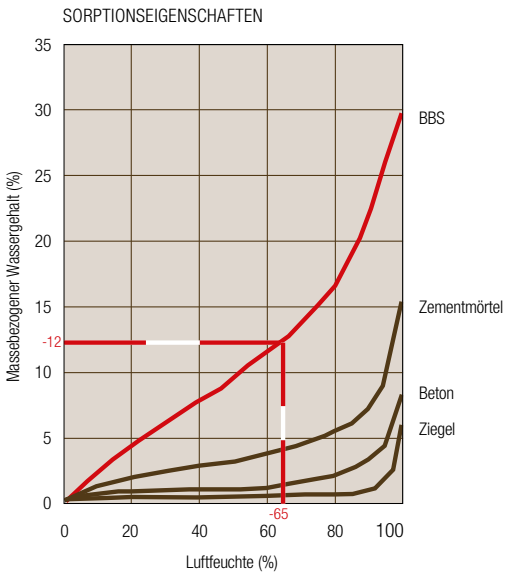


Abbildung 15 – Sorptionsverhalten unterschiedlicher Baustoffe

binderholz Brettsperrholz BBS

Holz ist diffusionsoffen und lässt daher die Eigenbewegung des Wasserdampfes durch Bauteile zu. Diese bauphysikalisch positive Eigenschaft von BBS und dessen Eigenschaft, Raumluftfeuchtigkeit ohne Schaden aufnehmen zu können (Sorptionseigenschaft), tragen maßgebend zu einem wohnbehaglichen und ausgeglichenen Raumklima bei.

Wasserdampfdiffusion

Die vollflächigen Klebstofffugen des BBS sind diffusionsoffen. Versuche des Klebstoffherstellers beweisen, dass die übliche Klebstofffuge denselben Diffusionswiderstand aufweist wie ein 13 mm dickes Fichtenbrett. BBS ist demnach diffusionsoffen, wirkt aber dampfbremsend. Diese beiden positiven Eigenschaften sind für ein behagliches Wohnklima wichtige Kriterien. Die verklebten Einschichtplatten des BBS haben auf das Diffusionsverhalten der gesamten Konstruktion keinen Einfluss. Grundsätzlich werden BBS Konstruktionen ohne Dampfbremsen bzw. -sperren ausgeführt. Die Eignung des Gesamtbauteils ist im Einzelfall nachzuweisen. Alle in dieser Broschüre angeführten Konstruktionen wurden bauphysikalisch überprüft.

Rigips Trockenbausysteme

Rigips klimatisiert den Raum. In Gipsplatten befindet sich ein hoher Anteil an Poren, welche bei zeitweilig erhöhter Luftfeuchtigkeit im Raum die Feuchte aufnehmen und speichern. Bei trockener Raumluft geben sie die Feuchtigkeit wieder an ihre Umgebung ab. Damit wird das Raumklima automatisch reguliert. Rigips Platten enthalten keine gesundheitsschädigenden Substanzen wie Schwermetalle, Biozide, Formaldehyd oder Feinstaub. Daher werden die Produkte vom Institut für Baubiologie Rosenheim (IBR) bzw. vom Österreichischen Institut für Baubiologie und Ökologie (IBO) als Baustoff empfohlen.

Konvektion

Aufgrund der vollflächigen Verklebung der BBS Elemente sind keine Hohlräume, die eine Konvektion ermöglichen, vorhanden. Bei Installation von Einbauten ist darauf zu achten, dass die Konstruktion luftdicht ausgeführt wird, um Konvektion durch Leckagen zu verhindern.

Bauphysikalische Kennwerte von BBS

	Kennwert	Anmerkungen
Rohdichte	450 kg / m³	bei der Holzfeuchte im Auslieferungszustand von 12 % ± 2 %
Wärmeleitfähigkeit λ	0,12 W / mK	entsprechend ETA-06 / 0009
Spezifische Wärmekapazität	1.600 J / kgK	c_p entsprechend EN ISO 10456
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	40 bis 70, abhängig von Holzfeuchte und Anzahl der Klebefugen	entsprechend EN ISO 10456
Luftdichtheit	luftdicht ab 3-schichtigem Aufbau	geprüft durch die Holzforschung Austria, Gutachten auf Anfrage
Brennbarkeit	Euroklasse D-s2, d0	entsprechend EN 13501-1

BRANDSCHUTZ

BRANDSCHUTZ

Bauteile müssen im Brandfall während einer geforderten Zeitdauer ihre Funktion aufrechterhalten. Die Leistungsfähigkeit eines Bauteils ist vom Zusammenspiel der einzelnen Schichten, wie zum Beispiel der Tragkonstruktion, den Dämmstoffen sowie der Beplankung abhängig.

Anforderungen an den Brandschutz werden, wie nachfolgend beschrieben, über die Feuerwiderstandsklasse definiert.

Feuerwiderstand von Bauteilen

Im Brandfall ist die Feuerwiderstandsdauer einer Konstruktion von besonderer Bedeutung (siehe Abbildung 16). Diese wird, bei Beanspruchung von innen, wesentlich von den innenliegenden Bekleidungssystemen bestimmt. Gipsplatten enthalten kristallgebundene Wasseranteile, die im Brandfall als „Löschwasser“ dienen.

Abbildung 16 – Brandtest mit direkter Beflammung

Für eine detaillierte Brandschutzplanung müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Brandabgewandte Beplankung: Sicherstellung des Raumabschlusses
- Dämmung: Beitrag zum Feuerwiderstand, insbesondere Temperaturdurchgang
- Tragkonstruktion: Erhalt der Tragfähigkeit sowie Minimierung der temperaturbedingten Verformungen
- Bauteilanschlüsse: Verhinderung der Brandweiterleitung und von Hohlraumbränden, Raumabschluss, Rauchgasdichtheit

Dementsprechend wird der Feuerwiderstand einer Konstruktion für den gesamten Aufbau und nicht für einzelne Schichten bestimmt und angegeben.

Die Bewertung des Feuerwiderstandes von Bauteilen wird nach der EN 13501-2 durchgeführt. Im Holzbau werden üblicherweise die folgenden Klassen verwendet (siehe Abbildung 17):

- R = Tragfähigkeit
- E = Raumabschluss
- I = Wärmedämmung

Tragfähigkeit R

Raumabschluss E

Wärmedämmung I

Abbildung 17 – Bezeichnungen für den Feuerwiderstand nach ÖNORM 13501-2 (Teibinger und Matzinger, 2013)

Beispiel für typische Klassifikationen hinsichtlich des Feuerwiderstandes von Bauteilen im Holzbau

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

Quelle: Teibinger und Matzinger, 2013

Darüber hinaus können im Einzelfall besondere Anforderungen bestehen, wie zum Beispiel

- M = Widerstand bei mechanischer Einwirkung (Brandwand-Ersatzwand)
- K_2 30 bzw. K_2 60 für den wirksamen Schutz gegen den Mitbrand der durch Beplankungen geschützten Holzkonstruktion über 30 bzw. 60 Minuten

In Deutschland gibt es nach DIN 4109 die Bezeichnungen „feuerhemmend“ bzw „hochfeuerhemmend“, was 60 bzw. 90 Minuten Feuerwiderstand entspricht.

Die Nachweisführung des Feuerwiderstandes von Holzbauteilen erfolgt entweder über Klassifizierungsberichte nach EN 13501-2 auf der Basis von Großbrandversuchen oder über eine Bemessung nach EN 1995-1-2 in Kombination mit dem jeweiligen nationalen Anwendungsdokument. Alle im Massivholzhandbuch enthaltenen Bauteilaufbauten sind von akkreditierten Instituten brandschutztechnisch bewertet. Die Bewertung und die hierfür einzuhaltenden Randbedingungen (Bauteilabmessungen und Belastungen) sind auf den einzelnen Datenblättern angegeben.

Brandverhalten von Baustoffen

Neben dem Feuerwiderstand der Bauteile können zusätzliche Anforderungen an das Brandverhalten der Baumaterialien bestehen. Bei der Bewertung des Brandverhaltens von Baustoffen werden zahlreiche Eigenschaften wie Entzündbarkeit, Brennbarkeit, Flammenausbreitung und Rauchentwicklung berücksichtigt. Um verschiedene Materialien vergleichbar zu machen, gibt es ein standardisiertes Prüfverfahren, welches durch die EN 13501-1 geregelt ist. Diese Norm beurteilt alle Materialien nach den folgenden drei Kriterien:

Brandverhalten

- nicht brennbar (A1, A2)
- schwer entflammbar (B, C)
- normal entflammbar (D, E)
- leicht entflammbar (F)

Rauchentwicklung

- Klassen s1, s2, s3 (s1 = geringster Wert)

Brennendes Abtropfen

- Klassen d0, d1, d2 (d0 = geringster Wert, nicht tropfend)

Brettsperrholzbauteile werden nach der EN 13501-1 der Euroklasse D-s2-d0 zugeordnet. Das entspricht einer normalen Entflammbarkeit, die Rauchentwicklung ist mäßig, und es gibt kein brennendes Abtropfen. (siehe Abbildung 18)

Gipskarton- bzw Gipsfaserplatten werden der Euroklasse A2-s1-d0 zugeordnet und sind somit nicht brennbar. Dämmstoffe aus Mineralwolle sind nicht brennbar und den Klassen A1 oder A2 zugeordnet.

Abbildung 18 – Prüfverfahren nach EN 13501-1 zum Testen des Brandverhaltens

binderholz Brettsperrholz BBS im Brandfall

Holz besitzt die Eigenschaft, beim Brand eine Schutzschicht aus Kohle aufzubauen. Diese wirkt isolierend, verzögert den Abbrand und wirkt der Brandweiterleitung entgegen.

Die Abbranddgeschwindigkeit von binderholz Brettsperrholz BBS wurde über umfangreiche Versuche an akkreditierten Prüfinstituten bestimmt. Damit ist die Tragfähigkeit von BBS Bauteilen im Brandfall sehr genau berechenbar.

Somit ist es verständlich, dass Feuerwehrleute Einsätze in Brettsperrholzbauten gegenüber der Brandbekämpfung in Gebäuden anderer Bauweisen vorziehen. Denn sie wissen, wie lange sie sich darin aufhalten können, ohne sich selbst zu gefährden.

Klassifizierung des Feuerwiderstandes von BBS Bauteilen

Zur Feststellung des Feuerwiderstandes wurden an BBS Elementen umfangreiche Brandversuche an verschiedenen unabhängigen und akkreditierten Prüfinstituten durchgeführt. Bei den Brandversuchen wurden nicht nur flächige BBS Elemente für sich, sondern auch verschiedenste Verbindungsfugen untersucht.

Diese sind, wie auch das Bauteil selbst, rauch- und gasdicht und lassen dementsprechend keinen Durchbrand zu (siehe Abbildung 19).

Die Klassifizierung der Aufbauten im Massivholzhandbuch 2.0 erfolgte durch das IBS Linz und der MFPA Leipzig auf Basis der oben erläuterten Brandversuche. Die Klassifizierung ist auf den einzelnen Datenblättern ersichtlich.

Abbildung 19 – Rauchdichte Stoßfuge durch Abdichtungsband und Stoßbrett

Abbrandverhalten von ungeschütztem Brettsperrholz nach EN 1995-1-2

Die Abbrandgeschwindigkeit bzw. die Abbrandrate ß0 für Nadelholz beträgt laut EN 1995-1-2 0,65 mm / min und bleibt durch das Ausbilden einer Kohleschicht an der Oberfläche konstant. Die Klebstoffschichten in Brettsperrholz führen durch das temperaturbedingte Erweichen zu lokalen kleinflächigen Ablösungen der Kohleschicht. Bis die nächste brandbeanspruchte Lage wieder eine Kohleschicht aufgebaut hat (25 mm), führt dieser Effekt zu einer Verdoppelung der Abbrandrate auf 1,3 mm / min. Somit brennen die ersten 25 mm jeder neuen Brettsperrholz Lage nach einer Klebefuge mit dieser erhöhten Geschwindigkeit ab (Teibinger und Matzinger, 2013).

Geprüfte Abbrandraten von binderholz BBS

Die Abbrandrate β_0 gibt an, wie viele Millimeter Holz in flächiger Anwendung in einer Minute Branddauer verbrennen.

Zur Ermittlung dieser Kenngröße von binderholz Brettsperrholz BBS wurden repräsentative Brettsperrholz Querschnitte, mit und ohne Brandschutzbeplankung, in Normprüfungen an zertifizierten Prüfanstalten beflammt. Es wurden auf diese Weise belastete und unbelastete Wand- und Deckenbauteile geprüft.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Einzelprüfungen kann auf der sicheren Seite liegend für die ingenieurmäßige Bemessung der Tragfähigkeit von binderholz Brettsperrholz BBS im Brandfall von folgenden Abbrandraten ausgegangen werden. Eventuell vorhandene Beplankungslagen beeinflussen die gemessenen Abbrandraten nicht negativ, daher werden die Abbrandraten für BBS mit und ohne anfänglichem

Schutz durch Beplankungen gleichgesetzt. Für die Schutzzeit t_{ch}, der Zeit bis zum Beginn des Abbrandes hinter der Gipsplattenbeplankung, sind die unter Abbrandrate β_0 angegebenen Werte ansetzbar, sofern Rigips Feuerschutzplatten RF, Rigidur H Gipsfaserplatten oder Riduro Holzbauplatte verwendet werden.

Abbrandrate β_0

Bauteilbeschreibung	Abbrandrate β_0 [mm/min]
Wand, 3, 5 oder mehr als 5 Schichten, anfänglich geschützt oder ungeschützt, 30 bis 90 min Branddauer	0,75
Decke, 3, 5 oder mehr als 5 Schichten, anfänglich geschützt oder ungeschützt, 30 bis 90 min Branddauer	0,90

Die in diesem Abschnitt erläuterten Bemessungsregeln sind in einem offiziellen Gutachten durch eine akkreditierte Prüfanstalt bestätigt.

Abbrandverhalten von durch Gipsplatten geschützten Brettsperrholz BBS Bauteilen

Wird der Abbrand einer Konstruktion ohne die vorteilhaften Prüfergebnisse der Firma binderholz rein auf Basis des Eurodes EN 1995-1-2 gerechnet, so ist einerseits die Versagenszeit der Beplankung t_f und andererseits der Startzeitpunkt des Abbrandes t_{ch} der Brettsperrholzelemente hinter der schützenden Beplankung nötig:

Ab dem Zeitpunkt t_{ch} beginnt die Verkohlung des Brettsperrholzes mit verminderter Abbrandgeschwindigkeit. Nach dieser Brandphase folgt der Zeitpunkt t_f, ab welchem die Beplankung durch Abfallen versagt. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Abbrand im Brettsperrholz laut Eurocode-Modell mit der erhöhten Geschwindigkeit von 1,30 mm/min.

Saint-Gobain Rigips Austria hat seine zum Brandschutz eingesetzten Produkte

- Rigips Feuerschutzplatte RF,
- Rigidur H Gipsfaserplatte,
- und Riduro Holzbauplatte

hinsichtlich t_{ch} und t_f auf Basis von zahlreichen Brandprüfungen bewerten lassen. Die Tabelle zeigt zusammenfassend die Ergebnisse.

Berechnungstabelle für Abbrandrate von geschützten Bauteilen

	Wandbauteile	
	Holzmassiv direkt bekleidet	**Vorsatzschale bei Holzmassivbau**
t_{100}	2,8 * d – 22,7	2,8 * d – 22,7
t_{ch}	2,8 * d – 14	2,8 * d – 14
t_f	2,2 * d + 4	1,73 * d + 30,7

	Deckenbauteile	
	Holzmassiv direkt bekleidet	**abgehängte Decke bei Holzmassivbau**
t_{100}	2,8 * d – 22,7	2,8 * d – 22,7
t_{ch}	2,8 * d – 14	2,8 * d – 14
t_f	2,2 * d + 4	2,43 * d + 0,22

d: Plattendicke der äußeren Lage in mm und 80 % der Dicke der inneren Lagen, wenn mehrschichtig
t_{100}: Zeitpunkt einer Übertemperatur von 100 K hinter der Bekleidung
t_{ch}: Beginn des Abbrandes hinter der Bekleidung in Minuten
t_f: Versagenszeit hinter der Bekleidung in Minuten

Vorteile aus den binderholz Prüfungen zum Abbrandverhalten von binderholz Brettsperrholz BBS

Bei anfänglich geschützten Bauteilen darf die Schutzwirkung der Gipsplatten bis zum Zeitpunkt t_{ch} angesetzt werden. Anschließend ist mit der unter der Berechnungstabelle erläuterten durchschnittlichen Abbrandrate des binderholz Brettsperrholz BBS der Restquerschnitt zu berechnen. Aus dieser Berechnungsweise resultieren Restquerschnitte, welche näher an die geprüften Werte herankommen als das konservativere Modell des Eurocodes EN 1995-1-2.

Bemessungssoftware

In dem von binderholz angebotenen kostenlosen Bemessungsprogramm sind die geprüften Abbrandraten von Brettsperrholz BBS enthalten. Auch die Schutzzeiten bei anfänglich geschützten Bauteilen können hier eingegeben werden. Somit kann schnell und effektiv der Nachweis für Brettsperrholz BBS Bauteile im Brandfall geführt und nachvollziehbar ausgedruckt und abgelegt werden. Für einen prüffähigen statischen Nachweis auf Basis des Eurocodes 5 stellen wir Ihnen ein kostenloses Bemessungsprogramm (siehe Abbildung 20) zur Verfügung, welches unter bbs@binderholz.com angefordert werden kann. In diesem Programm sind alle relevanten Produktkennwerte hinterlegt.

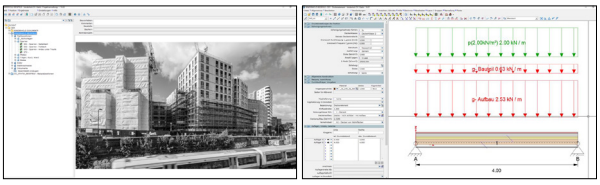


Abbildung 20 – binderholz DC-Statikprogramm

Brandabschottung im Holzbau

Haustechnische Installationen werden in der Regel auch durch brandabschnittsbildende Bauteile geführt.

In einem unter anderem von binderholz und Saint-Gobain Rigips Austria geförderten Forschungsprojekt wurden zusammen mit Holzforschung Austria baupraktische Lösungen zur Verwendung von Abschottungssystemen in Massivholzkonstruktionen erarbeitet und brandtechnisch geprüft (siehe Abbildung 21).

Die Broschüre zeigt Lösungen für Durchdringungen von wasser- bzw. luftführenden Leitungen und Elektroleitungen in Massivholzelementen sowie Anschlussdetails von Schächten an Massivholzwänden und -decken (siehe Abbildung 22).

Abbildung 21 – Prüfung von Abschottungen mit Rigips Lösungen

In der Planungsbroschüre sind Hersteller und Produktbezeichnungen für die verschiedenen Abschottungssysteme benannt. Der Feuerwiderstand des Systems und die einzuhaltenden Randbedingungen für den Einbau sind tabellarisch dargestellt.

Des Weiteren wurden in einem von binderholz und anderen Firmen unterstützten Forschungsvorhaben an der TU München (Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschoßige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4) Detailkataloge entwickelt, welche in Deutschland bis zur Gebäudeklasse 4 anwendbar sind. Auch hier wurden Brandprüfungen durchgeführt, welche die vorgeschlagenen Lösungen untermauern (siehe Abbildung 23).

Abbildung 22 – Planungsbroschüre Brandabschottung im Holzbau
Quelle: Holzforschung Austria

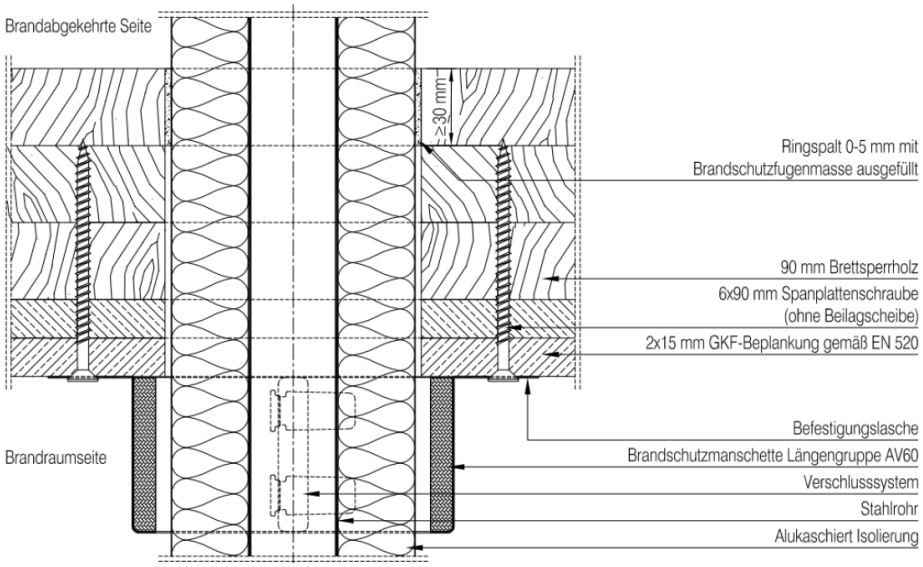


Abbildung 23 – Rigips Klassifizierung: Einbau von isolierten Rohren mit Ringspalt 0 – 10 mm

Brandschutztechnische Beurteilung von Bauteilanschlüssen

Zur Verhinderung von Bränden in Gebäuden reicht es nicht aus, die Feuerwiderstandsdauer der jeweiligen Bauteile zu kennen. Auch das Zusammenwirken der miteinander verbundenen Bauteile ist zu berücksichtigen, also das Brandverhalten der Anschlüsse und Installationen. Eine Weiterleitung des Brandes und der Rauchgase durch Hohlräume und Fugen ist zu verhindern.

An Anschlüsse und Durchdringungen werden somit dieselben Anforderungen an den Feuerwiderstand gestellt wie an die jeweiligen Einzelbauteile.

Abbildung 24 – binderholz Verarbeitungsrichtlinie: Außenwand-Decken-Anschlussdetail

Zum Nachweis des Feuerwiderstandes der Bauteilfuge zwischen beispielsweise einer Brettsperrholzdecke in Sichtqualität und einer direkt mit 12,5 mm Gipskartonfeuerschutzplatte beplankten Wand wurden mehrere Brandversuche durchgeführt.

Es zeigte sich, dass bei einer kraftschlüssigen Verbindung der Elemente (Verbindungsmittelabstand bis zu 500 mm) ein Durchbrand in den Anschlussfugen über 60 Minuten verhindert werden kann. Bei der Massivholzkonstruktion wurde ein Sylomerlager zwischen den Holzelementen eingelegt und die Anschlussfuge mit handelsüblichem Acryl bzw. mit einem intumeszierenden Produkt abgedichtet. Es zeigte sich, dass mit beiden Ausführungen die Anforderungen an den Feuerwiderstand erfüllt werden.

Quelle: binderholz Verarbeitungsrichtlinien

Auch an der TU München wurden verschiedene Anschlussfugen zwischen Wänden und Decken aus Brettsperrholz untersucht. Die Prüfdauer betrug 60 Minuten, das zu erreichende Schutzziel für die untersuchten Fugen sind die Rauchdichtheit und die Verhinderung von Durchbrand über 60 Minuten.

Die Platten-Brandschutzbekleidung (Gipsfaserplatten) wurden stumpf an das Brettsperrholz der Decke gestoßen. Auf der Hälfte der Fugenlänge wurde die Eckfuge zwischen Holz und Gipsfaserplatte mit Brandschutzacryl verspachtelt, auf der anderen Hälfte wurde die Gipsfaserplatte bündig „trocken“ ohne Abdichtung gegen das Holz gestoßen.

In der Fuge wurde ein Elastomerlager eingebaut, welches beidseitig durch Mineralwollestreifen geschützt wurde. Diese Schutzmaßnahme ist nicht erforderlich, sofern die durch das Elastomerlager entstehende Fuge mit Steinwolle ausgestopft oder mit Brandschutzmasse ausgefüllt wird. Wird kein Elastomerlager eingebaut, so ist keine Abdichtungsmaßnahme erforderlich. Die Abbildung 24 zeigt eine geplante Stoßverbindung und Abbildung 25 eine realisierte Stoßfuge vor einer Brandprüfung.

Quelle: TU München

Prüfungsergebnisse und Bewertung bezogen auf die Stoßfuge:

Der stumpfe Stoß der Wandbekleidung gegen die unbekleidete Decke führte nicht zu einem Hohlraumbrand und fortdauernden Glimmen im Anschlussbereich. Am Elastomerlager waren keine Brandspuren erkennbar. Die beschriebene Ausführung der Stoßfuge, mit und ohne Brandschutzacryl, erreichte das Schutzziel, also Rauchdichtheit und Verhinderung von Durchbrand über 60 Minuten.

Die Firma Rothoblaas hat für ihre XYLOFONN-Elastomerlager eigene Prüfungen durchgeführt, es wurden die Elastomerlager als Trennschicht zwischen unbeplankten Massivholzdeckenelementen eingebaut. Diese Konstruktion wurde erfolgreich auf Rauchdichtheit und Isolationswirkung über eine Branddauer von 60 Minuten geprüft.

Abbildung 25 – Vorbereitung zur Brandprüfung des Elastomerlagers
Quelle: TU München

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Deckenprüfstand im Schall-Prüflabor und Anordnung der Messgeräte Seite 6
Abbildung 2 – Reduktion von Körperschall Seite 7
Abbildung 3 – Links Rothoblaas XYLOFON und rechts Getzner Sylodyn Seite 7
Abbildung 4 – Schematische Darstellung der Beiträge zur Schallübertragung im Holzbau Seite 8
Abbildung 5 – Unterschied der Flankenschallübertragung zwischen BBS 125 und Großformatplatte BBS XL Seite 9
Abbildung 6 – Einseitig oder beidseitig entkoppelnd wirkende Vorsatzschalen Seite 10
Abbildung 7 – Entkoppelte Befestigungsmittel mit Elastomerlagern von verschiedenen Herstellern Seite 10
Abbildung 8 – Unterschiedlicher Weg der Flankenschallübertragung im Deckenbereich Seite 11
Abbildung 9 – Abgehängte Decke mit Schwingungsentkopplung Seite 11
Abbildung 10 – Darstellung zweier Wohnungen mit schallentkoppelter Wohnungstrennwand Seite 12
Abbildung 11 – Flankenschallübertragung bei BBS 125 Elementen Seite 14
Abbildung 12 – Optimierte Wohnungstrennwand zur Verhinderung der Flankenschallübertragung Seite 19
Abbildung 13 – Außenwand 22 b Seite 26
Abbildung 14 – Wohlbefinden Innenraum Seite 27
Abbildung 15 – Sorptionsverhalten unterschiedlicher Baustoffe Seite 28
Abbildung 16 – Brandtest mit direkter Beflammung Seite 32
Abbildung 17 – Bezeichnungen für den Feuerwiderstand nach ÖNORM 13501-2 (Teibinger und Matzinger, 2013) Seite 32
Abbildung 18 – Prüfverfahren nach EN 13501-1 zum Testen des Brandverhaltens Seite 33
Abbildung 19 – Rauchdichte Stoßfuge durch Abdichtungsband und Stoßbrett Seite 34
Abbildung 20 – binderholz DC-Statikprogramm Seite 35
Abbildung 21 – Prüfung von Abschottungen mit Rigips Lösungen Seite 36
Abbildung 22 – Planungsbroschüre Brandabschottung im Holzbau Seite 36
Abbildung 23 – Rigips Klassifizierung: Einbau von isolierten Rohren mit Ringspalt 0 – 10 mm Seite 36
Abbildung 24 – binderholz Verarbeitungsrichtlinie: Außenwand-Decken-Anschlussdetail Seite 37
Abbildung 25 – Vorbereitung zur Brandprüfung des Elastomerlagers Seite 37

Quellenverzeichnis

Planungsbroschüre Holzforschung Austria	Planungsbroschüre „Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau“, Holzforschung Austria
Forschungsprojekt Vibroakustik	Berechnungen und Messungen im Rahmen des Forschungsprojektes „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“ der industriellen Gemeinschaftsforschung 2017
Planungsbroschüre Rothoblaas	Planungsbroschüre Rothoblaas „Lösungen zur Schalldämmung – Flanksound Project“
Daten aus Tagungsband DAGA 2010	Tagungsband DAGA 2010 „Stoßstellen im Holzbau – Planung, Prognose und Ausführung“
TU München	TU München „Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschoßige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4“
binderholz Verarbeitungsrichtlinien	
Teibinger und Matzinger, 2013	Feuerwiderstandskennzeichnung und deren Anforderung
Holzforschung Austria	Planungsbroschüre Holzforschung Austria Brandabschottung im Holzbau
Rigips Alba®balance-Broschüre	Online verfügbar unter: www.rigips.com/albabalance
8. Tagungsband HolzBauSpezial	Forum Holz	Bau	Physik, Bad Wörishofen, 2017

Zusammenstellung der bauphysikalischen Kennwerte einiger relevanten Materialien in den Datenblättern des Massivholzhandbuches

Schichtart	**Baustoff**	**Wärmeleitfähigkeit** λ [W/(m · K)]
Dachhaut	Kies	0,700
Fassade	Holzaußenwandverkleidung	0,150
Fassade	8 mm HPL-Platten auf 1,2 mm Dichtband	0,300
Dämmung	Holzfaserdämmplatte (Unterdeckplatte Dach)	0,045-0,05
Dämmung	Holzfaserdämmplatte	0,39-0,047
Dämmung	Steinwolle Aufsparren-Dämmsystem, z.B. Isover Integra Basic	0,034
Dämmung	Steinwolle WDVS Platte Isover Sillatherm WVP 1-035	0,034
Dämmung	Steinwolle Flachdachdämmung, z.B. Isover S Flachdach Dämmplatte	0,039
Dämmung	Steinwolle vollflächig, z.B. Isover Integra AP Basic	0,034
Dämmung	Mineralwolle, z.B. Isover Akustic SSP2	0,039
Dämmung	Glaswolle WDVS Platte Isover Isocompact	0,034
Abdichtung	gewebearmierte Kunststoff-Schweißbahn (> 1,7 kg/m²)	—
Tragstruktur	Brettsperrholz BBS 90 mm, 3-schichtig*	0,120
Tragstruktur	Brettsperrholz BBS 100 mm, 5-schichtig*	0,120
Tragstruktur	Brettsperrholz BBS 120 mm, 5-schichtig*	0,120
Tragstruktur	Brettsperrholz BBS 140 mm, 5-schichtig*	0,120
Tragstruktur	Brettsperrholz BBS 150 mm, 5-schichtig*	0,120
Unterkonstruktion	Nadelholz (Kanthölzer, Lattungen)	0,130
Beplankung	Rigips Feuerschutzplatte RF	0,25
Beplankung	Rigidur H Gipsfaserplatte Typ GF-C1-I nach EN 15283-2	0,35
Beplankung	Riduro Holzbauplatte	0,25
Estrich	Zementestrich	1,33
Estrich	Rigidur oder Rigiplan Estrichelement	0,35
Estrich	Rigidur Estrichelement	0,35
Trittschalldämmung	Trittschalldämmung Isover Akustic EP1	0,032
Trittschalldämmung	Trittschalldämmung Isover Akustic EP2	0,035
Trittschalldämmung	Trittschalldämmung Isover Akustic EP3	0,04
Schüttung	Rigips Ausgleichsschüttung	0,16
Schüttung	Kalksplittschüttung	0,7

*μ Wert berechnet für Nadelholz (μmin = 40) mit zusätzlichem Ansatz von 13 mm Nadelholzschicht je im Querschnitt vorhandener Leimfuge

Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ min – max [—]	**Rohdichte** ρ [kg / m³]	**spezifische Wärmekapazität** c [J / (kg · K)]	**Brennbarkeitsklasse** EN 13501-1
1	1500	1000	A1
50	600	1600	D
17200	1350	—	B
3-7	210-270	2100	E
3-7	110-140	2100	E
1	110	840	A1
1	125	840	A1
1	150	800	A1
1	110	840	A1
1	25	840	A1
1	60	1030	A2
40.000	680	—	E
52	450	1600	D
61	450	1600	D
57	450	1600	D
55	450	1600	D
54	450	1600	D
50	500	1600	D
10	900	1050	A2
19	1200	1200	A1
10	1000	1050	A2
50-100	2000	1080	A1
19	1200	1200	A1
19	1200	1100	A1
1-2	80	840	A2
1-2	150	840	A1
1-2	150	840	A1
2	600	1000	A1
2	1500	1000	A1

1. Auflage 12/2018

binderholz

Rigips
SAINT-GOBAIN

Binderholz Bausysteme GmbH
A-5400 Hallein/Salzburg
Solvay-Halvic-Straße 46
Tel.+43 6245 70500
www.binderholz.com

Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH
A-1230 Wien
Gleichentheilgasse 6
Tel. +43 1 616 29 80-517
www.rigips.com