

DÄMMWERK
Bauphysik-Software

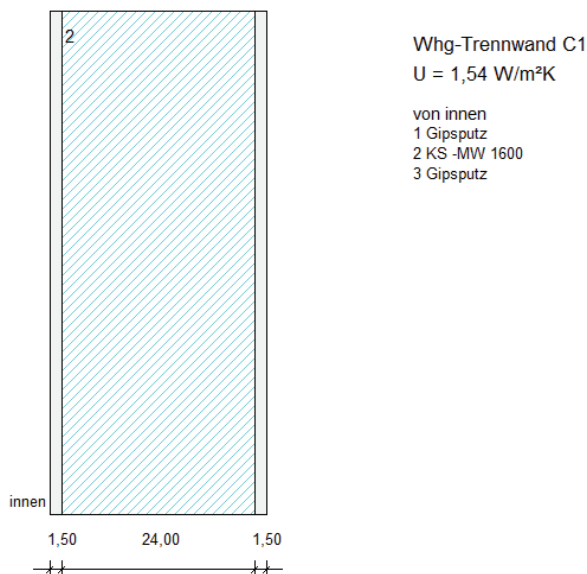
Berechnungsbeispiele Schallschutz

- ▶ Massivbau
- ▶ Skelettbau

Inhalt

1. Massivbau, Wohnungstrennwand	3
2. Massivbau, Wohnungstrenndecke	7
3. Massivbau, Außenwand.....	10
4. Skelettbau, Bürotrennwand.....	13
5. Holzskelettbau, Holzbalkendecke	15
6. Wohnungstrennwand mit EN 12354	18

1. Massivbau, Wohnungstrennwand



Aufgabenstellung

Konstruieren Sie die dargestellte Wohnungstrennwand. Berechnen Sie das bewertete Schalldämm-Maß R'_{w} und stellen Sie es den Anforderungen gegenüber.

Ist die Konstruktion als Wohnungstrennwand geeignet? Untersuchen Sie die Konstruktion hinsichtlich Ihrer Eignung als Wand zum Treppenhaus, sowie als Wohnungstrennwand mit erhöhten Anforderungen nach Entwurf DIN 4109 (Beiblatt 2).

Anleitung Schritt für Schritt

Wählen Sie im Berechnungsblatt „Bauteil“ den Schalter „neu“ und klicken Sie im Dialogfenster auf „Trennwand“. Geben Sie die Bauteilbezeichnung „Whg-Trennwand C1“ ein und bestätigen Sie. Wählen Sie im Baustoffassistenten aus den „Baustoffdaten“ die Baustoffgruppe „Putz/Estrich → 3 Gips/Kalkputz“. Markieren Sie in der weißen Baustoffliste „Gipsputz“, kontrollieren Sie die angegebenen Baustoffparameter und übernehmen Sie den Baustoff als erste Schicht in Ihren Bauteilquerschnitt. Benutzen Sie dazu den Schalter „Schicht 1 =>“ oder Doppelklick in der weißen Liste. Den Mauerstein finden Sie in der Baustoffgruppe „Mauerwerk“. Verfahren Sie damit genauso, die benötigte Schichtdicke stellen Sie später ein. Als dritte Schicht wählen Sie wieder den Gipsputz. Schließen Sie nun den Baustoffassistenten und ändern Sie die Schichtdicken in der Querschnittstabelle.

Gehen Sie in das Berechnungsblatt „Schallschutz“ in dem Sie in der linken Spalte auf den entsprechenden Inhalt klicken. Öffnen Sie das Auswahlmengü „23. Einbau in...“ über den magentafarbenen Schriftzug „Wandbauteil“ und wählen Sie „Einbau in Gebäuden in Massivbauart“. Im Auswahlmengü „24. zum Schutz gegen ...“ wählen Sie „Schallübertragung aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen“.

Über „Wandbauteil berechnet mit ...“ wird im Auswahlmengü 25. das Berechnungsverfahren festgelegt. Die konstruierte Wohnungstrennwand ist eine einschalige Wand, die als Ganzes schwingt. Ihr Schalldämm-Maß hängt insbesondere vom (möglichst großen) Gewicht ab. Sie kann aus mehreren steifen Einzelschichten bestehen, die fest miteinander verbunden sind. Also wählen Sie aus dem Auswahlmengü „25. berechnet mit → Tab. 1 (massiv)“. Die Wand wird jetzt nach DIN 4109, Bbl. 1, Tab.1 berechnet. Alternativ kann man mit der Menüauswahl „>SUCHEN“ (gleiches Auswahlmengü) eine grafische Übersicht der möglichen Berechnungsalternativen aufrufen und durch optischen Vergleich das benötigte Verfahren bestimmen.

Unter der Tabelle „Zusammenstellung der flächenbezogenen Masse“ befindet sich ein magentafarbenes Eingabefeld „xxx“. Klicken Sie dieses Feld an und Sie erhalten das Auswahlmengü „26. Mörteltechnik“. Die Einstellung „mit Normalmörtel vermauert“ ist zu wählen. Das Flächengewicht des Mauerwerks ist auch von der verwendeten Mörteltechnik abhängig. Leichtmörtel sind gut für den Wärmeschutz, weniger gut für den Schallschutz.

Der gewichtsabhängige Rechenwert für das bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ wird nun angezeigt. Falls dies nicht der Fall ist schalten Sie über „Inhalt“ die Schalldämm-Maß-Berechnung nach DIN 4109 („Rw ermitteln“) hinzu. Über den Schriftzug „vorh“ können noch manuelle Korrekturen angebracht werden. Verschiedene Sonderregelungen für massive Wand- und Deckenbauteile erfordern / erlauben Korrekturen in bestimmten Fällen. Bessere Werte erreichen zum Beispiel Wände aus Porenbeton oder Gipsbauplatten und echt zweischalige Wandausführungen.

Flankierende Bauteile sollen zunächst mit einem mittleren Flächengewicht von 300 kg/m^2 angenommen werden. Der Einfluss ist dann neutral, keine Korrektur. Treffen Sie diese Einstellung, indem Sie unter der Überschrift „Einfluss flankierender Bauteile“ im Auswahlmenü „29. Flankenübertragung → Korrektur KL,1 → Keine Korrektur bei $m'L$, Mittel ca. 300 kg/m^2 (Tab. 13)“ wählen.

Das berechnete Schalldämm-Maß (53 dB) genügt den Anforderungen an Wohnungstrennwände. Wählen Sie für den Nachweis im Abschnitt „Anforderungen an die Luftschalldämmung“ das Auswahlmenü „46 Anforderungen → DIN 4109:1989 → Geschosshäuser → Wohnungstrennwände“ aus. Die erhöhten Anforderungen nach DIN 4109, Beiblatt 2 (Auswahlmenü „46. Anforderungen“ → DIN4109 Bbl.2 (erhöht) → Geschosshäuser → Wohnungstrennwände) werden demgegenüber nicht erreicht. Hierbei handelt es sich allerdings nur um Empfehlungen. Die Anforderungen an Trennwände zum Treppenhaus werden ebenfalls über das Auswahlmenü „46. Anforderungen → DIN4109:1989 → Geschosshäuser → Treppenraumwände“ eingestellt. Die hier gestellte Anforderung (52dB) wird erfüllt.

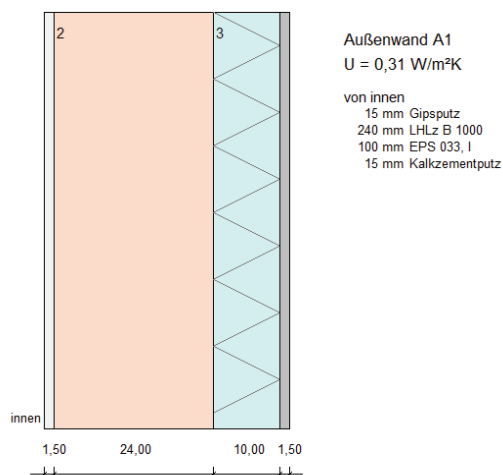
Vertiefung

Untersuchen Sie den Einfluss flankierender Bauteile genauer. Nehmen Sie dazu zunächst ein mittleres Gewicht der flankierenden Bauteile von 200 kg/m^2 und alternativ 400 kg/m^2 an. Berechnen Sie anschließend das mittlere Gewicht der flankierenden Bauteile mit den bekannten Bauteilkonstruktionen wie unten gezeigt. Die 11,5 cm KS-Innenwand wird manuell eingegeben (Rohdichte 1.600). Der Aufbau der Außenwand A1, der Stb-Geschosssdecke B4 und Fußbodenaufbau werden im Folgenden erläutert.

Außenwand A1

Querschnitt

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	[kg/m ²]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
R_{Si}					0,13	
01 Gipsputz	1,500	1200	18,0	0,350	0,04	
02 LHLz B 1000	24,000	1000	240,0	0,450	0,53	
03 EPS 033 I	10,000	20	2,0	0,040	2,50	
04 Kalkzementputz	1,500	1800	27,0	0,870	0,02	
R_{Se}					0,04	
d = 37,000					G = 287,0	$R_T = 3,26$

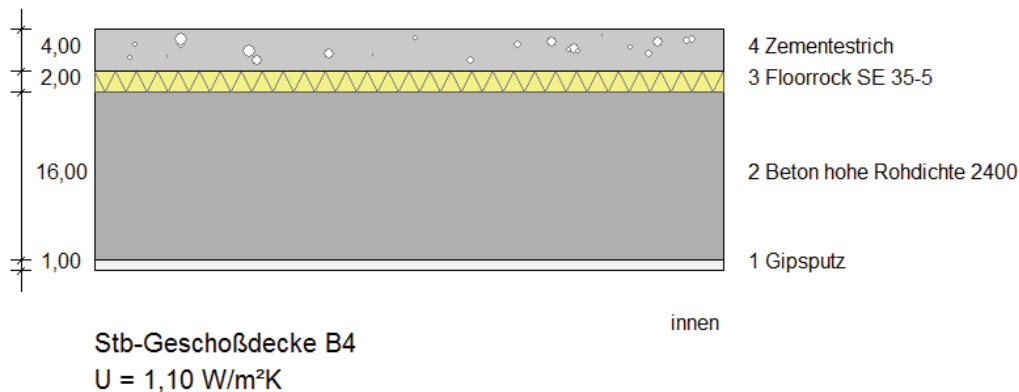


Stb-Geschossdecke B4

Bauteiltyp „Wohnungstrenndecke in zentral beheizten Gebäuden nach oben“

Querschnitt

von innen	s [cm]	ρ [kg/m ³]	ρ [kg/m ²]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R _{si}					0,10
01 Gipsputz	1,000	1200	12,0	0,350	0,03
02 Normalbeton 2400	16,000	2400	384,0	2,100	0,08
03 Floorrock SE 35-5	2,000	90	1,8	0,035	0,57
04 Zementestrich	4,000	2000	80,0	1,400	0,03
R _{se}					0,10
d = 23,000 G = 477,8 R _T = 0,90					



Für den Fußboden müssen Sie zunächst ein Bauteil kreieren, das der „Decke nach oben“ sehr ähnlich ist. Laden Sie das konstruierte Bauteil „Stb-Geschossdecke B4“. Speichern Sie die Konstruktion unter neuem Namen, indem Sie auf den Bildschalter „speichern als...“ klicken und als Dateinamen „Stb-Geschossdecke nach unten C1“ angeben. Jetzt können Sie das Bauteil variieren, ohne die Daten des Originals zu verlieren. Ändern Sie auch den Bauteilnamen (blauen Schriftzug anklicken und manuell eingeben) und den Bauteiltyp (magentafarbenen Schriftzug anklicken, Auswahlmnü 1: Bauteiltyp → Schallschutz → Wohnungstrenndecke nach unten). Nun können Sie einfach die Reihenfolge der Schichten umdrehen, indem Sie mit der linken Maustaste auf die Zeilennummerierung der Querschnittstabelle klicken. Im Menü wählen Sie die Option „Schichtenfolge umkehren“. Sie erhalten so die benötigte „Geschossdecke nach unten“ (Fußboden).

Laden Sie danach über die „Bauteilübersicht“ wieder die Whg-Trennwand C1“ und gehen Sie zurück ins Berechnungsblatt „Schallschutz“.

Einfluss flankierender Bauteile

flankierende Bauteile	$m'_{L,i}$ [kg/m ²]
1 11,5 cm KS-Trennwand, beidseitig 15 mm Gipsputz	207
2 Außenwand	255
3 Fußboden mit schwimmendem Estrich (Geschösd. nach unten C1)	biegeweich
4 Geschoßdecke, Stb (B4)	378

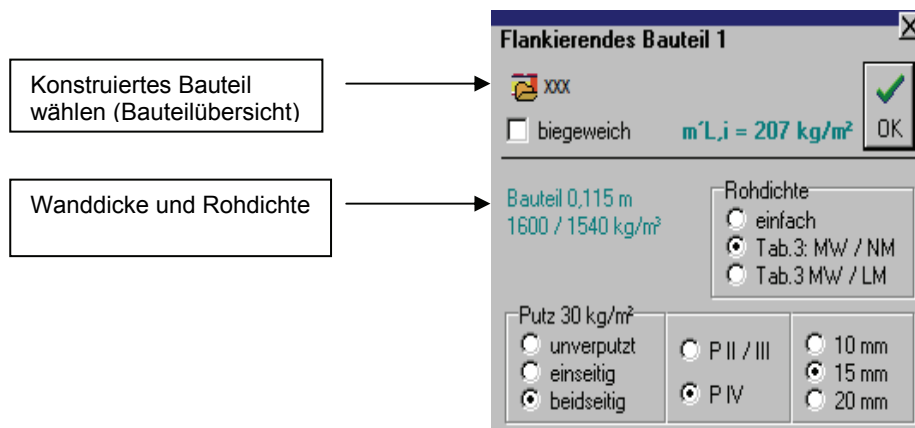
$$m'_{L,Mittel} = 1/n \sum m'_{L,j} = 280 \text{ kg/m}^2$$

0 dB Keine Korrektur bei $m'_{L,Mittel}$ ca. 300 kg/m² (Tab.13)

vorh $R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$.

Mit leichten, flankierenden Bauteilen (mittleres Flächengewicht 200 kg/m²) verringert sich das bewertete Schalldämm-Maß um 1 dB, schwere flankierende Bauteile (400 kg/m² und mehr) haben keine Auswirkung. Für einschalige, trennende Bauteile sind nur die Korrekturwerte $KL_{1,1}$ maßgebend, für mehrschalige (z.B. wenn die betrachtete Wohnungstrennwand mit einer Vorsatzschale ausgestattet wäre) zusätzlich die Korrekturwerte $KL_{2,2}$.

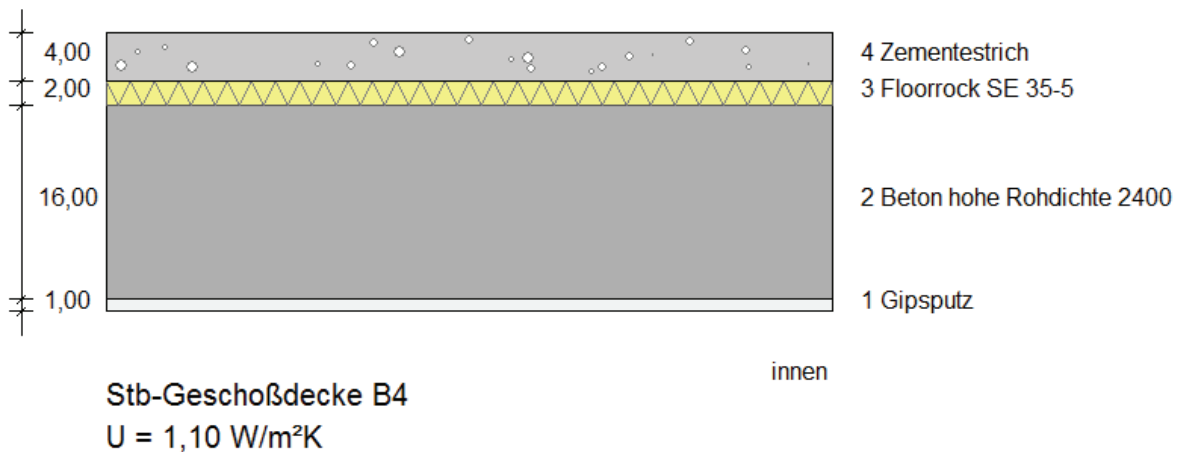
Das mittlere Flächengewicht der flankierenden Bauteile muss im Zweifelsfall genauer ermittelt werden. Öffnen Sie dazu (über „0 dB“) das Auswahlménü „29. Flankenübertragung“ und wählen Sie „Masse $m'_{L,Mittel}$ BERECHNEN“. Eine Tabelle wird angezeigt. Über den blauen Schriftzug gelangt man in das Parameterfenster „Flankierendes Bauteil X“. Dort können die Materialkennwerte der Bauteilkonstruktionen eingestellt werden. Um die Trennwand aus Kalksandstein einzugeben klicken Sie auf die blauen Schriftzüge: Dicke der Massivschale = 0,115 m und Rohdichte = 1.600. Zusätzliche Einstellungen sind für die Rohdichte „Tab. 3 MW / NM“, für den Putz „beidseitig“, „PIV“ und „15 mm“. Normalerweise geht man bei flankierenden Bauteilen von der einfachen (Stein-)Rohdichte aus. Alternativ kann ein Flächengewicht mit Rücksichtnahme auf den verwendeten Mauermörtel ermittelt werden, wie bei der Ermittlung des Flächengewichts des trennenden Bauteils. Über den blauen Schriftzug kann die textliche Beschreibung geändert werden.



Die benötigten Kennwerte der flankierenden Außenwand können aus der Bauteilkonstruktion abgeleitet werden. Sie müssen dazu lediglich die zuvor konstruierte „Außenwand A1“ zum flankierenden Bauteil bestimmen. Benutzen Sie dazu den Schalter „Bauteilübersicht“ im Bearbeitungsfenster. Das benötigte Wandgewicht wird dann automatisch ermittelt. Ähnlich verhält es sich bei der Geschossecke und dem Fußboden. Auch hier wählen Sie über den Bildschalter „Bauteilübersicht“ die oben konstruierte Decke „Stb-Geschosdecke B4“ sowie „Stb-Geschosdecke nach unten C1“.

Bauteile mit Vorsatzschalen (untergehängte Decken, schwimmende Estriche, Bauteile in Ständerbauweise) werden als „biegeweich“ erkannt und eingestuft. Alternativ kann man das Markierungsfeld „biegeweich“ benutzen. Biegegewiche Vorsatzschalen vermindern die Schallübertragung weitgehend.

2. Massivbau, Wohnungstrenndecke



Aufgabenstellung

Berechnen Sie das bewertete Luftschalldämm-Maß R'_{w} und den Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w,R}$ für die im 1. Kapitel konstruierte Geschossdecke B4 (Tabelle T2). Der Norm-Trittschallpegel der Rohdecke muss mit der Deckenauflage (schwimmender Estrich) korrigiert werden. Ermitteln Sie zuvor die dynamische Steifigkeit der verwendeten Trittschalldämmung.

Stellen Sie die berechneten Werte den Anforderungen nach DIN 4109:1989 und E DIN 4109-10:2000, Kennwerte für die Schallschutzstufe II, gegenüber.

Anleitung Schritt für Schritt

Laden Sie das Bauteil B4 „Stb-Geschossdecke“. Öffnen Sie das Berechnungsblatt „Schallschutz“. Machen Sie im Inhaltsmenü folgende Einstellungen: Entfernen Sie das Häkchen unter „DIN 4109“ und „Einfluss flankierender Bauteile“ (wird neutral eingestuft) und fügen Sie ein Häkchen bei „Trittschallpegel ermitteln“ ein. Flankierende Bauteile spielen beim Nachweis für den Trittschallschutz keine Rolle. Stellen Sie das Nachweisverfahren wie folgt ein:

Deckenbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn-/Arbeitsbereichen
Deckenbauteil berechnet mit DIN 4109, Bbl.1, Tab.12-2, Massivdecke, schwimmender Estrich/Holzfußboden

Der Ausgangswert für den Norm-Trittschallpegel massiver Decken ist vom Deckengewicht und von einer möglicherweise vorhandenen Unterdecke abhängig. Der Wert ergibt sich durch Interpolation nach Tab. 16/17/18.

Die Verbesserungsmaße durch schwimmende Estriche sind von der Ausführung und von der dynamischen Steifigkeit der Trittschalldämmplatte abhängig. Das Auswahlmennü „38. Korrekturen“ (magentafarben „vorh“ mit linker Maustaste anklicken), Untermenü „schwimmender Estrich“ enthält Werte für s_{dyn} , wenn die entsprechenden Baustoffe verwendet wurden (dynamische Steifigkeiten sind in der Baustoffdatenbank notiert). Dämmplatten mit dynamischen Steifigkeiten $< 20 \text{ MN/m}^3$ sind relativ teuer und nur begrenzt belastbar, Dämmplatten mit

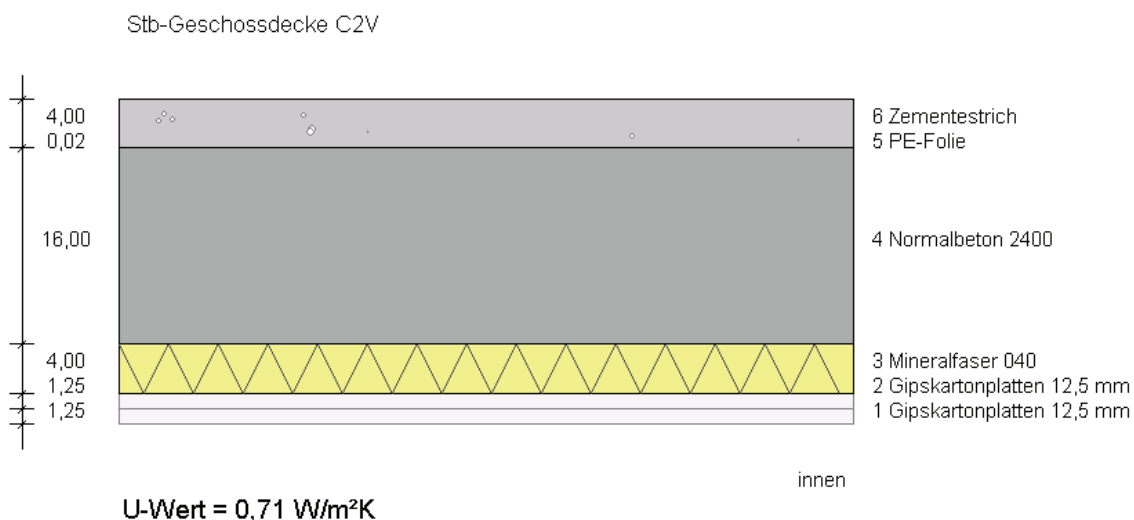
$s_{dyn} > 50 \text{ MN/m}^3$ sind wegen Resonanzeffekten / Spuranpassung schalltechnisch kaum geeignet. Die hier verwendete Trittschalldämmung hat eine dynamische Steifigkeit von 10 MN/m^3 .

Der Norm-Trittschallpegel bezeichnet den im Raum unter der Decke ankommenden Schallpegel. Kleinere Werte stehen für besseren Trittschallschutz. Um den Norm-Trittschallpegel mit der Deckenauflage (schwimmender Estrich) zu korrigieren, wird im Auswahlménü „38 → schwimmender Estrich → Zementestrich“ mit der eben ermittelten dynamischen Steifigkeit von 10 MN/m^3 gewählt.

Der ermittelte Wert $L'_{n,w,R}$ (44 dB) genügt den Anforderungen an Wohnungstrenndecken. Treffen Sie im Abschnitt „Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung“ im Auswahlménü „46. Anforderungen“ folgende Einstellungen: DIN 4109: 1989 → Geschosshäuser → Wohnungstrenndecken. Beim Nachweis nach DIN 4109 muss ein zusätzliches Vorhaltemaß von 2 dB berücksichtigt werden, die Mindestanforderungen (53 dB) sind um 2 dB zu verringern / zu verschärfen. Das Luftschalldämm-Maß der Konstruktion wird parallel überprüft. Die Anforderungen an Wohnungstrenndecken werden leicht eingehalten. Um die Ergebnisse an den Anforderungen nach dem Entwurf der DIN 4109-10: 2000, SST II zu messen, wählt man wieder das Auswahlménü „46. Anforderungen → E DIN 4109-10:2000, SST II → Mehrfamilienhäuser → Decken zwischen Aufenthaltsräumen“. Gemessen an diesen Anforderungen wird der Luftschallschutz gerade so erfüllt, der Trittschallschutz gerade eben verfehlt. Die Anforderungen nach Schallschutzstufen (SST) sind aus der VDI-Richtlinie 4100 abgeleitet. Die Schallschutzstufen II und III gewähren ein definiertes Qualitätsniveau für den Schallschutz, das über die Mindestanforderungen (SST I) hinausgeht. Sie werden mittelfristig wohl kaum zur verbindlichen Vorschrift erhoben werden, können aber durchaus im Bauvertrag als besondere Bauqualität vereinbart sein.

Vertiefung

Eine ähnliche Deckenkonstruktion soll auf die Mindestanforderungen an Wohnungstrenndecken überprüft werden. Kann die Unterdecke auch einlagig beplankt werden? Kann der Trittschallschutz mit einem weichfedernden Bodenbelag (Teppich) verbessert werden? Welche weiteren Möglichkeiten bestehen, den Trittschallschutz zu verbessern?



Anleitung Vertiefung

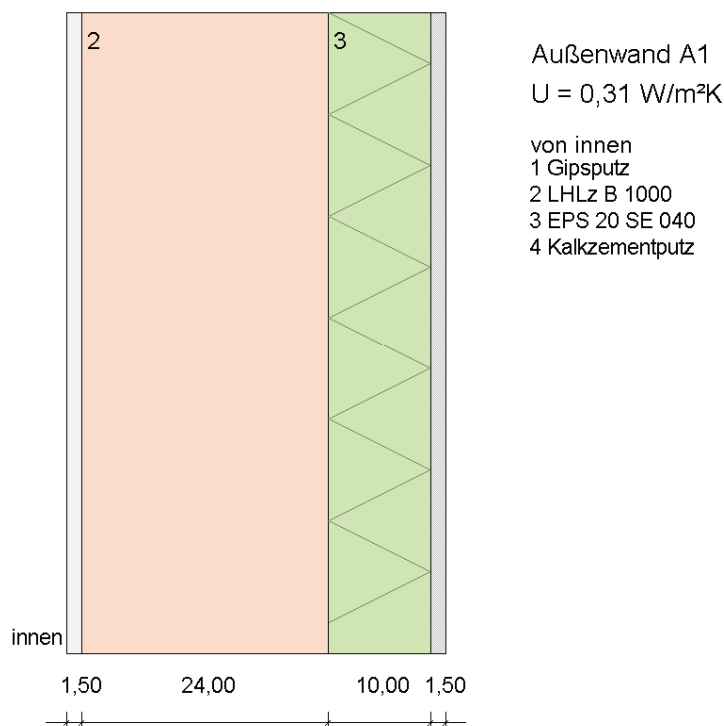
Erstellen Sie im Berechnungsblatt „Bauteile“ die „Stb-Geschossdecke C2V“ entsprechend der Grafik, Bauteiltyp → Schallschutz → Wohnungstrenndecke in zentral beheizten Gebäuden nach oben“. (Alternativ kann das vorhandene Bauteil kopiert und geändert werden, speichern Sie es dazu als „Stb-Geschossdecke C2V“ ab und nehmen die entsprechenden Änderungen im Baustoffassistenten vor.)

Gehen Sie zurück in das Berechnungsblatt „Schallschutz“. Bei „Deckenbauteil berechnet wie“ muss nun die Vergleichskonstruktion „12-3, Verbundestrich + Unterdecke“ (32. berechnet wie → Massivdecken → 12-3 Unterdecke) eingestellt werden. Wählen Sie bei „Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels“ aus dem Auswahlménü „38. Korrekturen → schwimmender Estrich → nicht berücksichtigen“. Weil kein schwimmender Estrich mehr vorhanden ist, darf kein Korrekturfaktor angegeben werden. Die Anforderungen stellen Sie wieder auf Wohnungstrenndecken in Geschosshäusern nach DIN 4109:1989 ein. Das erreichte Luftschalldämmmaß ist gegenüber der Konstruktion mit schwimmendem Estrich leicht verbessert, der geforderte Trittschallschutz wird allerdings (deutlich) verfehlt. Hinweis: schwimmende Estriche sind insbesondere dazu geeignet, den Trittschallschutz zu verbessern.

Weil die Vergleichskonstruktion 12-3 aus DIN 4109 einfach beplankt ist, könnte man auf die zweite GK-Schale aus schalltechnischer Sicht verzichten.

Bessere Werte für den Trittschallschutz erhalten Sie, wenn Sie den Verbundestrich mit einer weichfedernden Bodenlage belegen. Bodenbeläge könnten später entfernt / ausgetauscht werden und sollten daher eigentlich nicht in Ansatz gebracht werden. Allerdings wird man selten den rohen Betonboden ohne Belag in Wohnräumen nutzen. Wählen Sie über das „Menü 38 → Bodenbelag“ nacheinander verschiedene Bodenbeläge aus. Mit Linoleum- oder PVC-Belägen wird der geforderte Trittschallschutz nicht erreicht, mit Teppichbelägen oder schwimmend verlegtem Parkett (Auswahl schwimmender Estrich → Holzfußboden) allerdings schon. Die Möglichkeiten, den Schallschutz einer Massivdecke mit Verbundestrich zu verbessern sind begrenzt. Geringfügige Verbesserungen erhält man mit erhöhten Deckengewichten.

3. Massivbau, Außenwand



Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes $R'_{w,R,res}$

vorh $R'_{w,R} = 47 - 3 = 44 \text{ dB}$ (DIN 4109, Bbl. 1, Tab. 1)
 -3 dB Abzug für Thermohaut mit harter Dämmschicht

Resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,R,res}$

		[m ²]	$R_{w,R}$	DIN-Bezug
Außenwand	S_{ges}	10,8	44	
Einfachfenster, Glas 32 dB, Falzdichtung		3,8	32	Tab. 40-3/3
Rollladenkästen 30 dB		0,9	30	Tab. 41-2
xxx				

$$\text{vorh } R'_{w,R,res} = -10 \cdot \lg \left(\frac{1}{S_{ges}} \cdot \sum S_i \cdot 10^{(-R_{w,R,i}/10)} \right) = 35 \text{ dB.}$$

Aufgabenstellung

Berechnen Sie das resultierende Luftschalldämm-Maß für die Außenwand (s. Tabelle T1, Kapitel 1), Anwendungsfall „Schutz gegen Außenlärm“. Das Wärmedämmverbundsystem mit harter Dämmschicht verursacht Resonanzfrequenzen, die den $R'_{w,R}$ -Wert der Konstruktion verschlechtern. Berücksichtigen Sie diesen Umstand. Die Fassadenfläche des betrachteten Raums ist 4,16 x 2,60 m groß und enthält zwei Fenster mit den lichten Öffnungsmaßen 1,26 x 1,51 m. Außerdem sollen die Rollladenkästen, die 1,49 m breit und 30 cm hoch sind, berücksichtigt werden. Die Einfachfenster mit Falzdichtung erreichen $R_{w,R} = 32 \text{ dB}$, die Rollladenkästen 30 dB.

Stellen Sie den berechneten Wert den Anforderungen für Wohnräume im Lärmpegelbereich III gegenüber.

Anleitung Schritt für Schritt

Laden Sie über die „Bauteilübersicht“ die „Außenwand A1“, die Sie zuvor in der 1. Übung erstellt haben. Stellen Sie im Berechnungsblatt „Schallschutz“ das folgende Berechnungsverfahren ein:

Wandbauteil in Gebäuden in Massivbauart
zum Schutz gegen Außenlärm
Wandbauteil berechnet wie DIN 4109, Bbl.1, Tab.1, einschalige, biegesteife Außenwand
(„einschalig AW Tab. 1“)

Im „Inhalt“-Menü sind unter der Überschrift „DIN 4109“ Häkchen bei „flächenbezogene Masse“, „ R_w ermitteln“ und „ $R_{w,res}$ Außenbauteile“ zu setzen. Unter dem Punkt „Nachweis“ sind „Anforderungen ermitteln DIN 4109“ und „Nachweis führen“ mit Häkchen zu versehen. Die Zusammenstellung der „flächenbezogenen Masse“ erfolgt automatisch. Wählen Sie über das Auswahlmennü „26. Mörteltechnik → (mit Leichtmörtel vermauert)“.

Das bewertete Schalldämm-Maß (mit 47dB ermittelt) sollte korrigiert werden, denn der Außenputz auf harter Dämmschicht führt zu ungünstigen Resonanzfrequenzen. Sie erhalten einen entsprechenden Hinweis, wenn Sie im Auswahlmennü „43. Korrekturen“ (auf „vorh. $R'_{w,R}$ “ klicken) die „Empfehlung für Korrektur“ wählen. Die Korrektur kann im Allgemeinen mit 3 dB angenommen werden, ein Erfahrungswert, den man nur bedingt nachlesen kann. Die Korrektur muss daher manuell formuliert werden, Auswahl „43 → manuelle Korrektur“. Geben Sie als Erläuterung „für Zuschlag / Abzug z.B. Außenputz auf harter Dämmschicht“ und die Korrektur „-3“ ein.

Die Schallübertragung von außen in den Raum erfolgt nur teilweise über die Wandkonstruktion. Beteiligt sind auch die Fenster und die Rollladenkästen. Man muss den Schallschutznachweis raumweise (ungünstiger Raum) betrachten und ein resultierendes Schalldämm-Maß aus den beteiligten Bauteilen berechnen. Eine Tabelle für die Zusammenstellung wird angezeigt. Tragen Sie zunächst bei „ S_{ges} “ in der Zeile „Außenwand“ den Wert „4,16*2,60“ (kann als Formel geschrieben werden) ein. Gefragt ist hier die Bruttofläche inklusive Öffnungen + Abzüge. Wählen Sie dann aus dem Auswahlmennü „44. Fenster/Türen“ das Einfachfenster (DIN 4109 Bbl.1 Tab.40 (1989) → Einfachfenster isolierverglast → Einfachfenster, 32dB, Falzdichtung) und den Rollladenkasten (Rollladenkästen → Rollladenkästen 30 dB) wie gezeigt aus. Die Flächen können wieder als Berechnungsvorschrift eingegeben werden (Fenster = 2*1,26*1,51, Rollladenkästen = 2*1,49*0,3).

Um die Anforderungen den Grenzwerten für Wohnräumen im Lärmpegelbereich III gegenüberzustellen, klicken Sie den magentafarbenen Schriftzug „xxx“ an und wählen aus dem Auswahlmennü „52. Anforderungen → Lärmpegelbereich III → Wohnräume“ aus.

Die Anforderungen werden erfüllt!

Vertiefung

Der R_w -Wert der Fenster wurde zunächst aus der DIN 4109, Bbl. 1, Tabelle 40 ausgewählt. Verwenden Sie stattdessen ein real eingebautes Fenster, z.B. das erste Beispiel aus der Bauteildatenbank – Fenster, „Fenster-1.43“.

Überprüfen Sie die Annahme „Lärmpegelbereich III“ für Lärm aus Straßenverkehr durch eine Autobahn mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von 35.000 Fahrzeugen in 240 m Entfernung zum Gebäude. Führen Sie eine Gegenrechnung mit den Verfahren nach DIN 18005:2002 durch, die Annahmen sind identisch zu denen der DIN 4109. Alternativ kann die Gegenrechnung nach DIN 18005:1987 (veraltet) durchgeführt werden.

Der R_w -Wert des Fensters wird, wie der Wärmedurchgangskoeffizient, von der Verglasung und vom Fensterrahmen bestimmt. Weil es keinen rechnerischen Zusammenhang gibt und die Verglasung und der Rahmen aus verschiedenen Händen kommen, kann man die Schalldämm-Maße handelsüblicher Fenster ohne Schallschutzqualifizierung nur abschätzen. (Der U-Wert eines Fensters kann demgegenüber aus Rahmen- und Glasanteilen berechnet werden.)

Mit den DIN-Tabellen zum Schallschutz und den R_w -Werten der verwendeten Verglasungen (sofern angegeben), kann eine Abschätzung vorgenommen werden. Rufen Sie über das Einfachfenster das Menü „44. Fenster / Türen“ auf, über „Bauteil / Fenster wählen“ die Bauteilübersicht auf und wählen Sie aus der *Bauteildatenbank* das „Fenster 1.43“ aus. Bestätigen Sie die Auswahl mit „OK“. In dem folgenden Dialog ist der R_w -Wert der Verglasung angegeben (falls bekannt). Mit der Dialogoption „ R_w,R “ können Sie einen R-Wert für das Fenster festlegen und dann mit „OK“ in das Schallschutz-Berechnungsblatt übernehmen.

Die Größe von Schallemissionen, die durch Straßenverkehr verursacht werden, kann in vielen Fällen nach Nomogramm DIN 4109 abgeschätzt werden, wenn keine genaueren Angaben (Lärmkarten) vorliegen. Im Wesentlichen sind dazu die Art des Verkehrsweges, das Verkehrsaufkommen und die Entfernung zur Straße anzugeben. Aktivieren Sie (Häkchen setzen) im Inhaltsfenster unter „Außenlärmpegel ermitteln“ die Berechnungsoptionen „Außenlärmpegel nach DIN 4109“ und für die alternative Berechnung unter „historisch“ „Außenlärmpegel nach DIN 18005:1987“. Stellen Sie dann im Abschnitt „Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels ...“ die folgenden Randbedingungen (50. Strasse: Lärm durch Autobahn oder Autobahnzubringer, 35000 Kfz pro Tag und 240 m Entfernung zur Straßenmitte) ein. Nach Nomogramm DIN 4109 ergeben sich damit ein Mittelungspegel von 65 dB(A) und der Lärmpegelbereich III. Der Klammerausdruck (A) dokumentiert, dass die auftretenden Schallpegel A-bewertet wurden, ein Bewertungsschema, dass den Charakter des Lärms berücksichtigt.

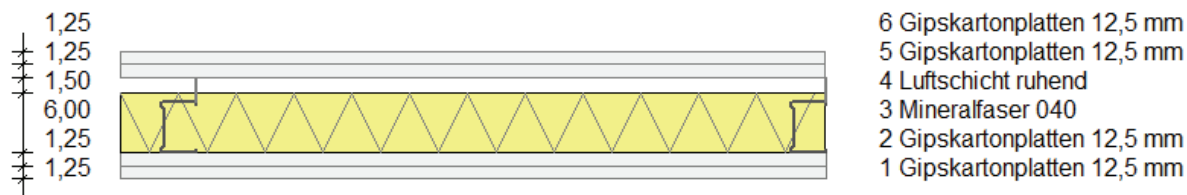
Lärm durch Autobahn oder Autobahnzubringer.

Verkehrsbelastung	Entfernung zur Straßenmitte
35000 Kfz/Tag	240 m
Mittelungspegel LAM = 65 dB(A), Lärmpegelbereich III.	

Noch genauer kann man den Mittelungspegel LM nach DIN 18005 ermitteln. Die Berechnungsplattform wurde bereits zugeschaltet. Wählen Sie im Abschnitt „Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels (DIN 18005:1987)“ aus dem Auswahlmnü „192. Schallquelle“ über „xxx → lange, gerade Straße → Bundesautobahn“. Es folgt ein Dialogsystem. Treffen Sie die folgenden Einstellungen: „Schallemissionen“: Verkehrsstärke DTV = 35.000 und Asphaltbeton. LKW-Anteile für tags und nachts sind Standardwerte, die beibehalten werden können. Klicken Sie auf „Beenden“ um zurück zum Eingangsdialog zu gelangen. Geben Sie anschließend die wichtigen Werte für die Lagebeziehung zwischen Emissionsort (Autobahn) und Immissionsort (Wohnung) ein, Entfernung (horizontaler Abstand) 240 m, Höhenunterschied 4 m. Abschirmungen und sonstige Einflüsse werden nicht berücksichtigt. Sie erhalten die nachfolgend aufgeführten Mittelungspegel. $L_{r,i}$ steht dabei für den ersten, berechneten Teilpegel (mit dem Verfahren können mehrere Schallquellen zusammengefasst werden).

	$L_{r,i}$ [dB]	L_m [dB]	
6 - 22 Uhr	65	64,5	III
22 - 6 Uhr	60	59,9	II

4. Skelettbau, Bürotrennwand



Bürotrennwand C4

Aufgabenstellung

Ermitteln Sie bei der dargestellten Gipskarton-Ständerwand das bewertete Schalldämm-Maß ohne und mit Flankenübertragung und stellen Sie das Ergebnis den Anforderungen an Flur- und Trennwände in Hotels gegenüber.

Die Standardkonstruktion mit Metallständern CW 75 ist beidseitig mit 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten beplankt und mit einer 60 mm starken Hohlraumdämmung (Trennwandplatten) versehen.

Die Berechnung aus der Bauteildatenbank enthält bereits Werte für flankierende Bauteile. Ändern Sie die Flankenübertragung für eine Trennwand zum Treppenraum in einem Hotel wie unten gezeigt.

Einfluss flankierender Bauteile

$$R'_{L,w,R,i} = R_{L,w,R,i} + 10 \cdot \lg(ST/S_0) - 10 \cdot \lg(l_i/l_0)$$

Bauteilfläche $S_T = 8,32 \text{ m}^2$, $S_0 = 10 \text{ m}^2$ (Bbl.1, 5.4).

	DIN-Bezug	$R_{L,w,R}$	$\Delta R_{L,w,R}$	l_i/l_0	$R'_{L,w,R}$
1 Stb-Decke	Tab.25-5/2	60 dB	0 dB	3,2/4,5 m	61 dB
2 Fußboden	Tab.29-3	70 dB	0 dB	3,2/4,5 m	71 dB
3 xxx	xxx	0 dB	0 dB	- / - m	0 dB
4 xxx	xxx	0 dB	0 dB	- / - m	0 dB
5 xxx	xxx	0 dB	0 dB	- / - m	0 dB

- 1 Massivdecke, $m' = 400 \text{ kg/m}^2$.
 2 schwimmender Estrich durch Trennwand konstruktiv getrennt
 xxx

$$\text{vorh } R'_{w,R} = -10 \cdot \lg \left(10 \cdot (-R_{w,R}/10) + \sum 10 \cdot (-R'_{L,w,R,i}/10) \right) = 49 \text{ dB.}$$

Anleitung Schritt für Schritt

Laden Sie über die „Bauteilübersicht“ die Gipskarton-Ständerwand aus dem Verzeichnis „Bauteildatenbank → Trennwände → Bürotrennwand“ (linke Seite des aufgehenden Fensters) durch Doppelklick in Ihr Projekt (im Dialogfenster „kopieren + laden“ anklicken) und vergeben Sie den Namen „Bürotrennwand C4“. Ändern Sie den vorhandenen Querschnitt entsprechend der oben dargestellten Grafik.

Wählen Sie den Bildschalter „Inhalt“ und versehen Sie unter „DIN 4109“ die Berechnungsoption „rw ermitteln“ mit einem Häkchen. In dieser ersten Berechnung schalten Sie den „Einfluss flankierender Bauteile“ aus. Die Ermittlung der flächenbezogenen Masse kann abgeschaltet werden. Sie spielt bei leichten, biegeweichen Bauteilen keine Rolle.

Wählen Sie im nächsten Schritt im Auswahlmenü 23 „Einbau in Gebäuden in Holz- oder Skelettbauart“ und im Auswahlmenü 24 „zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen“. Das Schalldämm-Maß mehrschaliger, biegeweicher Bauteile kann nicht direkt berechnet werden. Es wird anhand von Vergleichsquerschnitten ermittelt. Im Auswahlmenü „33. berechnet mit“ wählen Sie einen Vergleichsquerschnitt aus der DIN 4109,

indem Sie „SUCHEN“ anklicken und in der angezeigten Übersicht → DIN4109 → Bauteil „23-8.dwb“ auswählen. Optional können Sie auch im „Auswahlmenü 33 → GK-Montagewände DIN 4109 Bbl.1/A1:2003 → 2-lagig beplankt → CW 75 60mm MF wählen“.

Das bewertete Schalldämm-Maß ist mit 49 dB angegeben. Es erfüllt die Anforderungen an Raum- und Flurwände in Beherbergungsstätten (Hotels).

Die Schallübertragung über flankierende Bauteile spielt im Skelettbau eine große Rolle. Aktivieren Sie im Menü „Inhalt“ den „Einfluss flankierender Bauteile“ (Häkchen setzen). Aus früheren Berechnungen sind bereits Werte in der Tabelle „Einfluss flankierender Bauteile“ enthalten. Ändern Sie zunächst den Wert „Bauteilfläche S_T “ (Fläche des trennenden Bauteils) in $3,20 \times 2,60 = 8,32 \text{ m}^2$. S_0 ist in der angegebenen Formel die Bezugsfläche, für die man den Berechnungszusammenhang entwickelt hat. Flankierende Bauteile sind Bauteile, die sowohl im schutzbedürftigen Raum (Hotelzimmer), wie auch im lauten Raum (Treppenraum) vorhanden sind, im Beispiel sollen das der Fußboden und die Decke sein. Leichte Trennwände enden an der Treppenraumwand und müssen nicht berücksichtigt werden. Entfernen Sie daher alle Einträge bis auf Decke und Fußboden über das Auswahlmenü „35. Bauteil“ → löschen. Die Kurzbezeichnungen für Decke und Fußboden können über den blauen Schriftzug manuell eingetragen werden. Wählen Sie anschließend über die Spalte DIN-Bezug aus dem Auswahlmenü „35. Bauteil“ für die Flankenübertragung der Stahlbetondecke „Massivdecke → 400 kg/m²“ und den Fußboden „schwimmender Estrich → durch Trennwand konstruktiv getrennt“ aus. Der Einfluss flankierender Bauteile wird mit Längsschalldämm-Maßen $R_{L,w,R}$ beschrieben. Das sind besondere, konstruktionstypische Werte, die unter Berücksichtigung der Stoßstellenausführung gesondert ausgewählt werden müssen. Bei abgehängten Decken spielen außerdem die Abhänghöhe und die Hohlraum-Abschottungen eine Rolle, die ggf. über den Wert $\Delta R_{L,w,R}$ berücksichtigt werden könnten. Schließlich ist der Wert $l_i = 3,2 \text{ m}$ anzugeben, der die Länge der gemeinsamen Kante zwischen trennendem und flankierendem Bauteil angibt. Die Flankenübertragung beeinflusst das Schalldämm-Maß im vorliegenden Fall nicht nachteilig.

Vertiefung

Stellen Sie die zuletzt berechneten R_w -Werte den erhöhten Anforderungen an Flurwände in Beherbergungsbetrieben gegenüber. Wie könnte der Schallschutz der Treppenraumwand auf 52 dB verbessert werden? Testen Sie einen Wandaufbau mit Metallständern CW 100 und 80mm Dämmstoff.

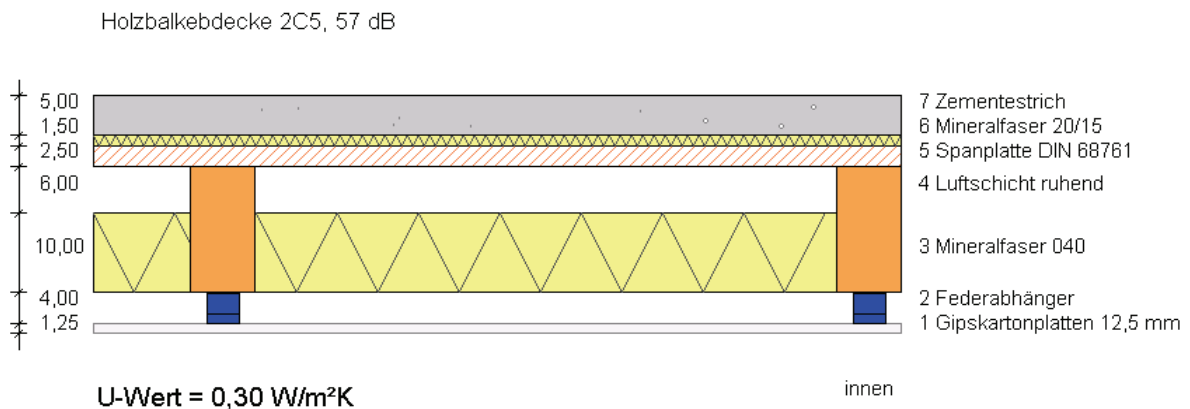
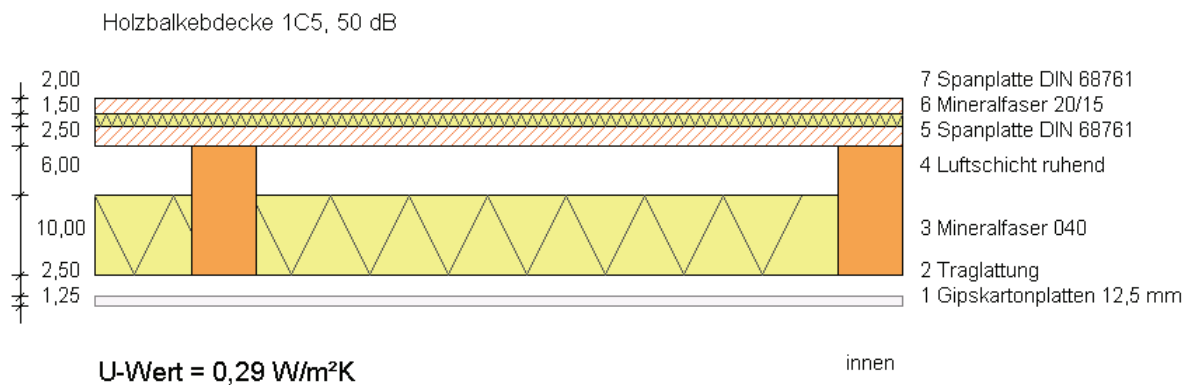
Unter anderem hat die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) festgestellt, dass Metallständerwände nicht die R_w -Werte erreichen, die in DIN 4109 angegeben sind. Der Umstand ist insbesondere auf verminderte Flächengewichte der Beplankung zurückzuführen. Welchen R_w -Wert wird die CW 100-Ständerwand nach DEGA-Vorschlag erreichen?

Stellen Sie im Abschnitt „Anforderungen an die Luftschalldämmung“ über das Auswahlmenü „46. Anforderungen → nach DIN 4109, Bbl.2 (erhöht) → Beherbergungsstätten → Raumwände/Flurwände“ ein. Der nun geforderte Wert von 52 dB wird nicht erreicht. Wie in der Aufgabenstellung vorgeschlagen, wird alternativ eine Trennwand mit Metallständern CW100 untersucht. Um das Bauteil zu ändern, gehen Sie zurück in das Berechnungsblatt „Bauteil“ und fertigen eine Bauteilkopie an, Dateiname z.B. „Bürotrennwand100 C4V“. Jetzt können Sie das Bauteil ändern, ohne dass die erste Berechnung verloren geht. In der Querschnittstabelle können Sie die Schichtdicken für den Gefachbereich direkt ändern, Dämmung 8 cm und die ruhende Luftschicht 2 cm. Den geforderten Ständer CW 100 finden Sie im „Baustoffassistenten → Konstruktives → Gk-Montage“. Rufen Sie den Baustoffassistenten dazu aus der Tabelle „zusammengesetztes Bauteil - Zeile CW 100“ auf.

Klicken Sie wieder auf die Lasche „Schallschutz“ und ändern Sie den Vergleichsquerschnitt in „Wandbauteil berechnet mit → Auswahlmenü 33 GK-Montagewände → 2-lagig beplankt → CW 100 80mm MF“. Das bewertete Schalldämm-Maß wird nun nach DIN 4109, Bbl.2, Tab.2 mit 52dB angegeben. Die Flankenübertragung reduziert das Schalldämm-Maß nicht. Die erhöhten Anforderungen werden jedoch verfehlt. Die Wandkonstruktion kann weiter verbessert werden, die Decke im Treppenraum könnte abgehängt werden ... Die einfachste Lösung wäre, eine der 12,5 mm dicken Beplankungsebenen durch eine 15 mm dicke Gipskarton-Beplankung zu ersetzen, Vergleichsquerschnitt 23-14 (DIN-Tabelle 23, Zeile 14). Die Konstruktion erreicht dann die geforderten 52 dB. Gehen Sie dazu ins Berechnungsblatt „Bauteil“, öffnen Sie den Baustoffassistenten über die Zeilennummerierung in der Querschnittstabelle und tauschen die 12,5 mm Gk-Platten gegen die 15 mm starken Platten im Gefach- und Rah-

menbereich aus. Im Berechnungsblatt „Schallschutz“ werden anschließend der Vergleichsquerschnitt über das Auswahlménü „33. → >SUCHEN → 23-14.dwb“ gewählt. Der Rechenwert für das Schalldämm-Maß leichter Gipskartonwände wurde nach DIN 4109 1989 häufig zu günstig eingeschätzt, daher wurde die Norm 2003 aktualisiert. Alternativ können anstelle der DIN-Werte die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) verwendet werden, „Wandbauteil berechnet mit → Auswahlménü 33. → DEGA-Vorschläge → 2-lagig beplankt → 48 CW 100, 80mm MF“. Mit dieser Annahmen erreicht man nur 48 dB, ein Wert der deutlich unter der DIN-Annahme liegt.

5. Holzskelettbau, Holzbalkendecke



Aufgabenstellung

Berechnen Sie bei oben abgebildeten Holzbalkendecken die Werte für den Luft- und Trittschallschutz und vergleichen Sie die Ergebnisse mit den Anforderungen an Wohnungstrenndecken in Geschosshäusern in Massivbauweise.

Anleitung Schritt für Schritt

Wählen Sie im Berechnungsblatt „Bauteil“ den Bildschalter „Bauteilübersicht“ und kopieren Sie die Holzbalkendecke aus dem Verzeichnis DIN 4109 → Bauteil „IdH4-03“ (linke Seite des aufgehenden Fensters) durch Doppelklick in Ihr Projekt (im aufgehenden Dialogfenster „kopieren + laden“ anklicken). Im folgenden Dialogfenster geben Sie dem Bauteil einen neuen Namen, z.B. „Holzbalkendecke 1C5“. Rufen Sie den Baustoffassistenten auf und ergänzen Sie die Trittschalldämmung (Baustoffgruppe MF-Trittschall) und die Spanplatte (Holzwerkstoffe) sowohl im Rahmen, wie auch im Gefachquerschnitt.

Öffnen Sie anschließend die Seite „Schallschutz“. Berechnet werden sollen das Luftschalldämm-Maß und der Trittschallpegel. Die flächenbezogene Masse muss nicht ermittelt werden, der Einfluss flankierender Bauteile auf den Luftschallschutz wird als neutral betrachtet. Nehmen Sie die nötigen Einstellungen im Menü „Inhalt“ (Häkchen bei: Schalldämm-Maß und Trittschallpegel unter der Überschrift „DIN 4109“) vor. Stellen Sie das Berechnungsverfahren wie folgt ein:

Deckenbauteil in Gebäuden in Massivbauart

zum Schutz gegen Schallübertragung aus fremden Wohn-/Arbeitsbereichen

Deckenbauteil berechnet mit DIN 4109, Bbl.1, Tab.19-1, Holzbalkendecke, Unterdecke, Trockenestrich

Der ausgewählte Vergleichsquerschnitt nach Tab. 19-1 der DIN 4109 kommt der Konstruktion am nächsten. Alternativ gibt es Vorschläge des IdH (Informationsdienst Holz, Herausgeber des „holzbau handbuchs“, nur Empfehlung). Der dort verzeichnete Vergleichsquerschnitt nach Tab. 6-10 hat bessere Werte, verlangt allerdings auch, dass die Gipskartondecke an Federabhängern befestigt wird (das sind schalldämpfende, freischwingende Abhängekonstruktionen). Mit dem DIN-Vergleichsquerschnitt erhält man $R_{w,R} = 50$ dB. Parallel wird der erreichte Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w,R}$ mit 56 dB ermittelt. Beide Werte genügen den Mindestanforderungen an Wohnungstrenndecken nicht (Einstellen im Abschnitt „Anforderungen“). Holzbalkendecken haben Schwierigkeiten, die Anforderungen an Wohnungstrenndecken zu erfüllen (entsprechende Auswahl im Menü 46. Anforderungen).

Wechseln Sie zurück in das Berechnungsblatt „Bauteil“ und fertigen Sie eine Bauteilkopie an (speichern als „Holzbalkendecke 2C5“). Ändern Sie im Baustoffassistenten die Trittschalldämmung und den schwimmenden Estrich laut Abbildung. Ersetzen Sie die Traglattung durch Federabhängler (Baustoffgruppe Konstruktives → Gk-Montage). Nehmen Sie die Änderungen jeweils im Rahmen- und Gefachquerschnitt vor. Durch das Vergleichen des U-Wertes können Sie überprüfen, ob die Änderungen korrekt sind.

Im Berechnungsblatt „Schallschutz“ können Sie nun den Vergleichsquerschnitt nach DIN Tab. 19-3 einstellen („Deckenbauteil berechnet mit ...“). Das Luftschalldämm-Maß bleibt unverändert, der Trittschallschutz ändert sich allerdings in den zulässigen Bereich. Der Vergleichsquerschnitt nach Tab. 19-3 ist abweichend von dem konstruierten Beispiel mit doppelt beplankter Unterdecke, mit 3,5 cm Estrich und Bodenbelag angegeben. Zur Einschätzung des gegebenen Handlungsspielraums wählen Sie alternativ den Vergleichsquerschnitt „IdH6-04“ (Auswahl 32 → >SUCHEN → IdH6-04). Für diesen Querschnitt wird mit 54 dB ein ausreichendes Luftschalldämm-Maß für Wohnungstrenndecken angegeben (nur Empfehlung). Und auch der Trittschallschutz könnte mit einem Teppichbelag (einstellen im Auswahlmenü 40. Korrekturen über $R_{w,R}$ → erhöhte Werte IdH' 97 Tab. 6) in den zulässigen Bereich verbessert werden. Das Wechselspiel dokumentiert die konträre Diskussion um die Eignung von Holzbalkendecken als Wohnungstrenndecken. Der rechnerische Nachweis steht auf der Kippe, die Praxis zeigt aber, dass Alt- und auch Neubauten mit Holzbalkendecken durchaus üblich sind.

Vertiefung

Alternativ zur DIN 4109 hat Professor Gösele Berechnungsvorschläge für Holzbalkendecken erarbeitet. Verwenden Sie das Verfahren, das 1997 im „holzbau handbuch R3 T3“ abgedruckt wurde und überprüfen Sie die oben berechneten Ergebnisse. Als Vergleichsquerschnitt für die Holzbalkenrohdecke kann die Konstruktion nach Tab.4-5 und für die Deckenauflage die Konstruktion nach Tab.5-5 der o.g. Veröffentlichung gewählt werden.

Das „holzbau handbuch“ in den Fassungen 1997 und 1999 hält zwei ähnliche, analytisch aufgebaute Berechnungsverfahren bereit, die auf den Vorschlägen von Prof. Gösele beruhen. Schalten Sie über den Bildschalter „Inhalt → besondere Berechnungsoptionen → Holzbalkendecken (Gösele-Verfahren)“ zu. Mit dem Umschalter „holzbau handbuch 1997 bzw. 1999“

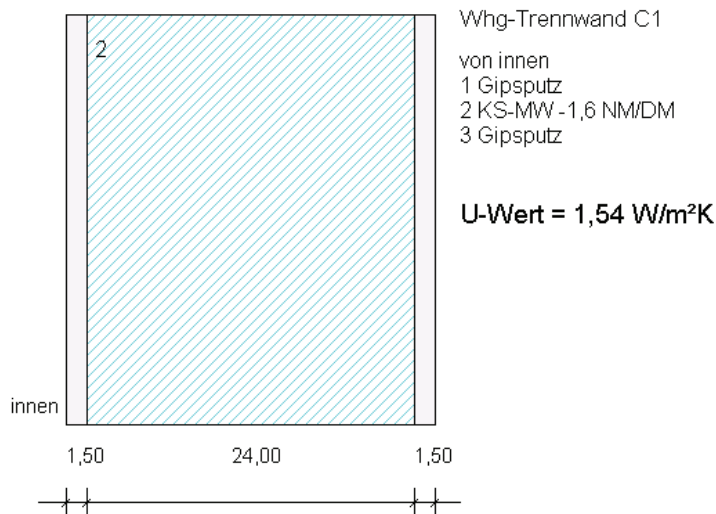
(blauer Schriftzug) kann man zwischen den beiden angebotenen Verfahren umschalten. Wählen Sie das Verfahren von 1997. Die Idee ist, den Trittschallschutz durch Kombination einer so genannten Holzbalken-Rohdecke (das ist die tragende Deckenkonstruktion mit Holzbalken, Verschalung und Unterdecke) mit verschiedenen, schwimmenden Deckenauflagen und Bodenbelägen zu bestimmen, ähnlich wie bei den Massivdecken.

Wählen Sie über den Schriftzug „nicht definiert“ zunächst die „Auswahl 127. Holzbalken - Rohdecken → >SUCHEN → IdH4-05“, eine Holzbalken-Rohdecke mit Unterdecke an Federabhängern. Kombinieren Sie diese Auswahl mit einer schwimmenden Deckenauflage aus Zementestrich (5 cm dick, Konstruktion nach Tab.5-5, IdH5-05, Auswahl 128) und zusätzlich einem Bodenbelag aus Linoleum (Auswahlmenü 129. Bodenbeläge DIN 4109).

Der berechnete Wert für den Trittschallpegel würde den Mindestanforderungen an Wohnungstrenndecken damit gerade eben genügen (51 dB, 2 dB Vorhaltemaß müssen berücksichtigt werden). Das Gösele-Verfahren trifft in weiteren Ausführungen die Feststellung, dass der Trittschallschutz bei Holzbalkendecken das ausschlaggebende Kriterium darstellt und dass man das Luftschalldämm-Maß aus den Trittschallwerten ableiten kann. Aus einer größeren Anzahl von gemessenen Beispielen wurde dazu ein Nomogramm entwickelt. Je nach Art der flankierenden Bauteile kann daraus mit $L'_{n,w}$ ein Luftschalldämm-Maß direkt abgelesen werden. Mit flankierenden Holztafelwänden, wie sie im Holzskelettbau vorhanden sind, ermittelt man einen Wert $R'_w = 57$ dB, der den Anforderungen genügt (Auswahlmenü 130. flankierende Bauteile). Eine solche Holzbalkendecke wäre also im Holztafelbau als Wohnungstrenndecke geeignet, in einem massiven Gebäude infolge der größeren Flankenübertragung nicht (DIN 4109 kommt zu ganz ähnlichen Einschätzungen).

Die Ergebnisse aus der Gösele-Berechnung können als Vergleichswerte zur Berechnung nach DIN 4109 dienen oder auch für den Nachweis herangezogen werden (Umschalter „der berechnete Wert ...“). Das Gösele-Verfahren ist allerdings kein DIN-Verfahren und damit nicht unbedingt „Stand der Technik“.

6. Wohnungstrennwand mit EN 12354



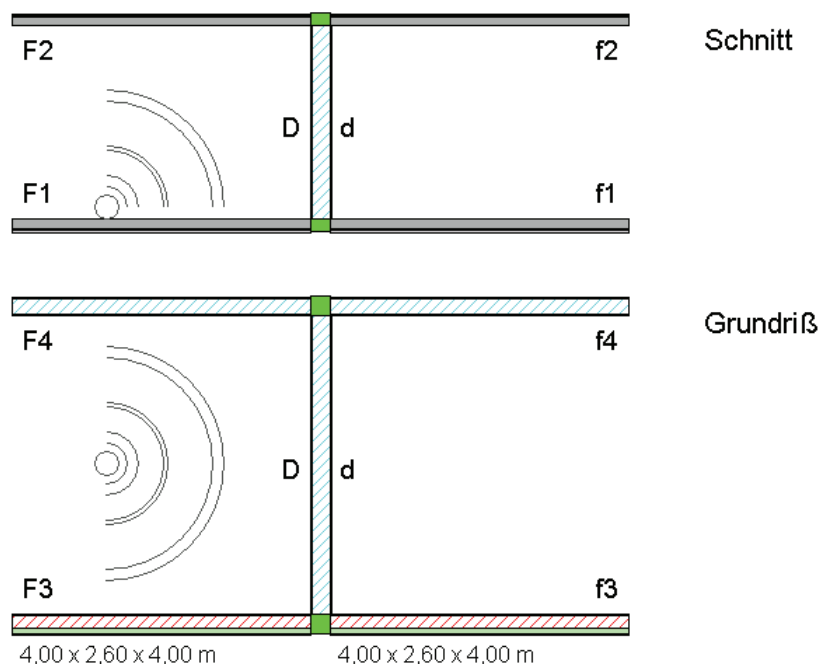
Aufgabenstellung

Die massive Wohnungstrennwand aus 24 cm KS-MW 1600 (Beispiel C.1) soll alternativ nach DIN EN 12354 berechnet werden. Vergleichen Sie das ermittelte Luftschalldämm-Maß mit dem Ergebnis nach DIN 4109.

Anleitung

Laden Sie das Bauteil „Whg-Trennwand C1“ und schalten Sie auf der Seite Schallschutz über „Inhalt“ die Berechnungsoption „Luftschalldämmung EN 12354-1“ ein. Die Raumgeometrie soll mit der vorgeschlagenen 4 x 4 m Grundrissfläche, 2,60 m Raumhöhe und ohne Versatz angenommen werden. Eine Entsprechung zur Raumgeometrie gibt es in den DIN 4109-Verfahren bei flankierenden Bauteilen im Skelettbau und bei Bauteilen aus mehreren Elementen (z.B. Außenbauteilen mit Fenstern).

DIN EN 12354 (Europannorm, keine internationale ISO-Norm) berechnet die Schallübertragung zwischen dem Senderaum (Raum mit der Schallquelle) und dem Empfangsraum (schutzbedürftiger Raum) aus der direkten Übertragung und aus der Flankenübertragung über 4 Flanken mit je drei Übertragungswegen, also insgesamt 12 Schallnebenwegen. Die Raumskizze (im Grafikenfenster zuschalten / erläuternd eingebildet) verdeutlicht die Raumgeometrie, die Übertragungswege und die verwendeten Bauteilkonstruktionen.



Der wichtigste Übertragungsweg ist die direkte Übertragung „D-d“ (große Buchstaben für die Sendeseite, kleine für die Empfangsseite). Die direkte Übertragung über die KS-Trennwand kann im vorliegenden Fall aus einer empirischen Massebeziehung ermittelt werden. Wählen Sie dazu „Eingangswerte für das trennende Bauteil → Menü 141 → Bauteil analysieren → aus Gewicht“. Der masseabhängig ermittelte Wert liegt mit 56,4 dB über dem Wert nach DIN 4109 (dort $R'_{w,R} = 53 \text{ dB} = \text{Rechenwert mit bauüblichen Schallnebenwegen}$). In der Masse m' dürfen fest verbundene Putz- oder Estrichschichten berücksichtigt werden. Die Massebeziehung ist nur ein Notnagel. Alternativ könnte man einen bekannten R_w -Wert einsetzen, z.B. einen nach DIN 4109 berechneten Wert, Messwerte oder auf anderen Wegen ermittelte Werte. Messwerte, die in Oktav- oder Terzbändern vorliegen (Auswahl *Angaben in Oktavbändern ...*) können nach den Vorschriften der EN ISO 717-1 in eine Einzahlangabe umgerechnet werden. Genaue Angaben zu den Schalldämm-Maßen verwendeter Konstruktionen sind allerdings weiterhin Mangelware (wie beim DIN 4109-Verfahren). Insbesondere trifft dies auf leichte, mehrschalige Konstruktionen zu, bei denen keine Massebeziehung angewendet werden kann. DIN 4109 ermittelt die Flankenübertragung im Massivbau anhand von Anhaltswerten nach dem mittleren, flächenbezogenen Gewicht der flankierenden Bauteile (siehe Beispiel D.1). Im Skelettbau verwendet man besondere Längsschalldämm-Maße (Aufgabenstellung D.3) und einen logarithmischen Zusammenhang für die Zusammenfassung verschiedener Flanken. DIN EN 12354 verwendet die folgende Beziehung:

$$R_{Ff,w} = (R_{F,w} + R_{f,w})/2 + \Delta R_{Ff,w} + K_{Ff} + 10 \cdot \lg(S_S / (l_0 \cdot l_f)) \text{ dB}$$

Die Flankendämm-Maße $R_{Ff,w}$ (hier Übertragungsweg Flanke - Flanke F_f) werden danach als Summe aus dem Mittelwert der Schalldämmmaße der sende- und empfangsseitigen, flankierenden Bauteile $(R_{F,w} + R_{f,w})/2$, dem Verbesserungsmaß durch Vorsatzschalen $\Delta R_{Ff,w}$ dem Stoßstellendämm-Maß K_{Ff} und einem logarithmischen Term $10 \cdot \lg(S_S / (l_0 \cdot l_f))$ mit der gemeinsamen Kopplungslänge l_f zwischen trennendem und flankierendem Bauteil berechnet. Für jede der vier Flanken gibt es drei solcher Flankendämm-Maße, für jeden Übertragungsweg einen.

Im nächsten Schritt müssen die Bauteile der (normalerweise) 4 Flanken bestimmt werden. Wir verwenden dazu die Außenwand aus A.1, die KS-Trennwand selbst als innen flankierende Wand und die Geschossdeckenkonstruktion aus C.1. Für den Fußboden muss die Deckenkonstruktion als Geschossdecke nach unten (Estrich oben) dargestellt werden (siehe hierzu Aufgabe D.1).

Rufen Sie zunächst über „Fußboden F1 → 139. Eingangswerte → Bauteil wählen“ auf und wählen Sie die „Stb-Geschossdecke C1“ aus. Ermitteln Sie den erforderlichen R_w -Wert aus der Massebeziehung. Der schwimmende Estrich ist nicht direkt mit der Massivdecke verbunden, führt also zu keiner Gewichtserhöhung. Allerdings wirkt er als Vorsatzschale. Beantworten Sie die beiden Programmrückfragen entsprechend. Für die erste Flanke sollte nun die folgende Berechnung vorliegen:

Flankenübertragung

Eingangswerte für Fußboden F1

Decke nach unten "Geschoßdecke" Normalbeton 2400

t	ρ	m'	l_1	l_2	F
0,16 m	2400 kg/m ³	384 kg/m ²	4,00 m	4,00 m	16,0 m ²

$R_w = 54,9 \text{ dB}$ (EN 12354-1:2000, Gl. B.5 empirischer Wert für monolithische Bauteile)

Vorsatzschale: Zementestrich (1)

$m_1' / m_2' = 384 / 80 \text{ kg/m}^2$, $s' = 15 \text{ MN/m}^2$, $f_0 = 76 \text{ Hz}$

Verbesserungsmaß $\Delta R_w = 7,5 \text{ dB}$ (EN 12354-1:2000, Gl. D.1 und Tab. D.3)

Für den Zementestrich (Vorsatzschale) wird die Resonanzfrequenz f_0 mit den flächenbezogenen Massen der Rohdecke und des Estrichs berechnet. Mit der Resonanzfrequenz und Anhang D.2 kann man daraus das Verbesserungsmaß ΔR_w bestimmen. Der Hinweis „Empfangsraum wie Senderraum“ bestätigt, dass die Deckenkonstruktion auf beiden Seiten der trennenden Wand denselben Aufbau hat. Das EN ISO-Verfahren ermöglicht unterschiedliche Decken (wenn auch nicht empfohlen). In diesem Fall müssten zwei unterschiedliche R_w -Werte berechnet werden.

Wählen Sie als zweites, flankierendes Bauteil die „Stb-Geschossdecke B4“ aus und gehen Sie wie oben beschrieben vor. Der raumabgewandte, schwimmende Estrich erhöht weder das De-

ckengewicht, noch wirkt er als Vorsatzschale. Für die flankierenden Wände wählen Sie die „Außenwand A.1“ und die trennende KS-Wand „Whg-Trennwand C1“ selbst, die auch als Flanke vorkommen soll. Ermitteln Sie die R_w -Werte aus den Massebeziehungen, wie oben beschrieben.

Eingangswerte für Decke F2

Deckenachoben1 "Geschoßdecke" Normalbeton 2400

t	ρ	m'	l_1	l_2	F
0,16 m	2400 kg/m ³	384 kg/m ²	4,00 m	4,00 m	16,0 m ²

$R_w = 54,9$ dB (EN 12354-1:2000, Gl. B.5 empirischer Wert für monolithische Bauteile)

Eingangswerte für Wand F3

Außenwand "Außenwand" LHLz B 1000 (mit Putz / Estrich)

t	ρ	m'	l_1	l_2	F
0,24 m	1000 kg/m ³	258 kg/m ²	2,60 m	4,00 m	10,4 m ²

$R_w = 48,4$ dB (EN 12354-1:2000, Gl. B.5 empirischer Wert für monolithische Bauteile)

Eingangswerte für Wand F4

Trennwand "Trennwand" KS-MW -1,6 NM/DM (mit Putz / Estrich)

t	ρ	m'	l_1	l_2	F
0,24 m	1600 kg/m ³	420 kg/m ²	2,60 m	4,00 m	10,4 m ²

$R_w = 56,6$ dB (EN 12354-1:2000, Gl. B.5 empirischer Wert für monolithische Bauteile)

Die Längsschallübertragung entlang einer Flanke oder im Zusammenspiel von flankierendem und trennendem Bauteil geht über (Bauteil-)Stoßstellen, die in der Raumskizze als grüne Knoten dargestellt sind. Die Schallfortpflanzung hängt dabei von der Steifigkeit und Ausführung der Stoßstellen ab. Weiche Verbindungen leiten den Schall nur schlecht (große Stoßstellendämm-Maße), starre Kreuz- oder T-Stöße besser (kleine Stoßstellendämm-Maße). Für die 12 Flankenübertragungswege werden 12 Stoßstellendämm-Maße benötigt. Voreingestellt sind allgemein „starre Kreuzstöße“, wie sie im Massivbau üblich sind. Die Einstellung kann für Decke und Fußboden und die flankierende Innenwand beibehalten werden. Für die Stoßstellen mit der Außenwand sollen starre T-Stöße eingestellt werden. Wählen Sie dazu in der Tabelle mit den Stoßstellendämm-Maßen die farblich markierten Werte in der Zeile „Wand F3“ aus „Auswahl 140 → Einzelstoß → starrer T-Stoß“. Für den Übertragungsweg F3-f3 entlang der Außenwand wird der Schallweg „F->f (Längsleitung)“ eingestellt, für F3-d (Außenwand im Senderaum zur trennenden KS-Wand) der Weg „F-d“ und für D-f3 (trennende Wand zur Außenwand im Empfangsraum) der Weg „D-f“.

Bauteil	$\lg(m \cdot l' / m')$		E.	K_{Ff}		E.	K_{Fd}		E.	K_{Df}	
	E.2	[-]		[dB]	[dB]		[dB]	[dB]			
Fußboden F1	0,045	F1-f1	3a	9,4	F1-d	3b	8,7	D-f1	3b	8,7	8,7
Decke F2	0,045	F2-f2	3a	9,4	F2-d	3b	8,7	D-f2	3b	8,7	8,7
Wand F3	0,218	F3-f3	4a	8,9	F3-d	4b	6,0	D-f3	4b	6,0	6,0
Wand F4	0,000	F4-f4	3a	8,7	F4-d	3b	8,7	D-f4	3b	8,7	8,7

Stoßstellendämm-Maße K_{ij} nach EN 12354, Anhang E, Gleichungen E.3 bis E.9

3 Starrer Kreuzstoß 4 Starrer T-Stoß

Die Stoßstellendämm-Maße für die T-Stöße und damit die zugehörigen Flankendämm-Maße sind etwas kleiner, d.h. die Schallübertragung weniger behindert.

Damit sind alle nötigen Werte festgelegt. Die 12 Flankendämm-Maße und das Bau-Schalldämm-Maß können berechnet werden:

Flankendämm-Maße (EN 12354-1, Gl.28)

Bauteil	l_f [m]	$R_{Ff,w}$		$R_{Fd,w}$		$R_{Df,w}$	
		(1)	[dB]	(2)	[dB]	(3)	[dB]
Fußboden F1	4,00	79,8	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2
Decke F2	4,00	68,4	68,6	68,6	68,6	68,6	68,6
Wand F3	2,60	63,4	64,5	64,5	64,5	64,5	64,5
Wand F4	2,60	71,1	71,3	71,3	71,3	71,3	71,3

Fläche des trennenden Bauteils $S_S = 10,4 \text{ m}^2$

$$(1) R_{Ff,w} = (R_{F,w} + R_{f,w})/2 + \Delta R_{Ff,w} + K_{Ff} + 10 \cdot \lg(S_S / (l_0 \cdot f)) \text{ dB}$$

$$(2) R_{Fd,w} = (R_{F,w} + R_{s,w})/2 + \Delta R_{Fd,w} + K_{Fd} + 10 \cdot \lg(S_S / (l_0 \cdot f)) \text{ dB}$$

$$(3) R_{Df,w} = (R_{s,w} + R_{f,w})/2 + \Delta R_{Df,w} + K_{Df} + 10 \cdot \lg(S_S / (l_0 \cdot f)) \text{ dB}$$

Bau-Schalldämm-Maß R'_w

$$R'_w = -10 \cdot \lg(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum 10^{-R_{Fd,w}/10} + \sum 10^{-R_{Df,w}/10}) \text{ (EN 12354-1, Gl.26)}$$

$$R'_w = \mathbf{53,8 \text{ dB}}$$

Das Ergebnis weicht mit 53,8 dB nur unwesentlich von dem mit DIN 4109 berechneten Wert (53 dB) ab.

KERN ingenieurkonzepte
Software für Architekten und Ingenieure

Hagelberger Straße 17
10965 Berlin
Fon 030-78956780
Fax 030- 78956781

Internet www.bauphysik-software.de
eMail info@bauphysik-software.de