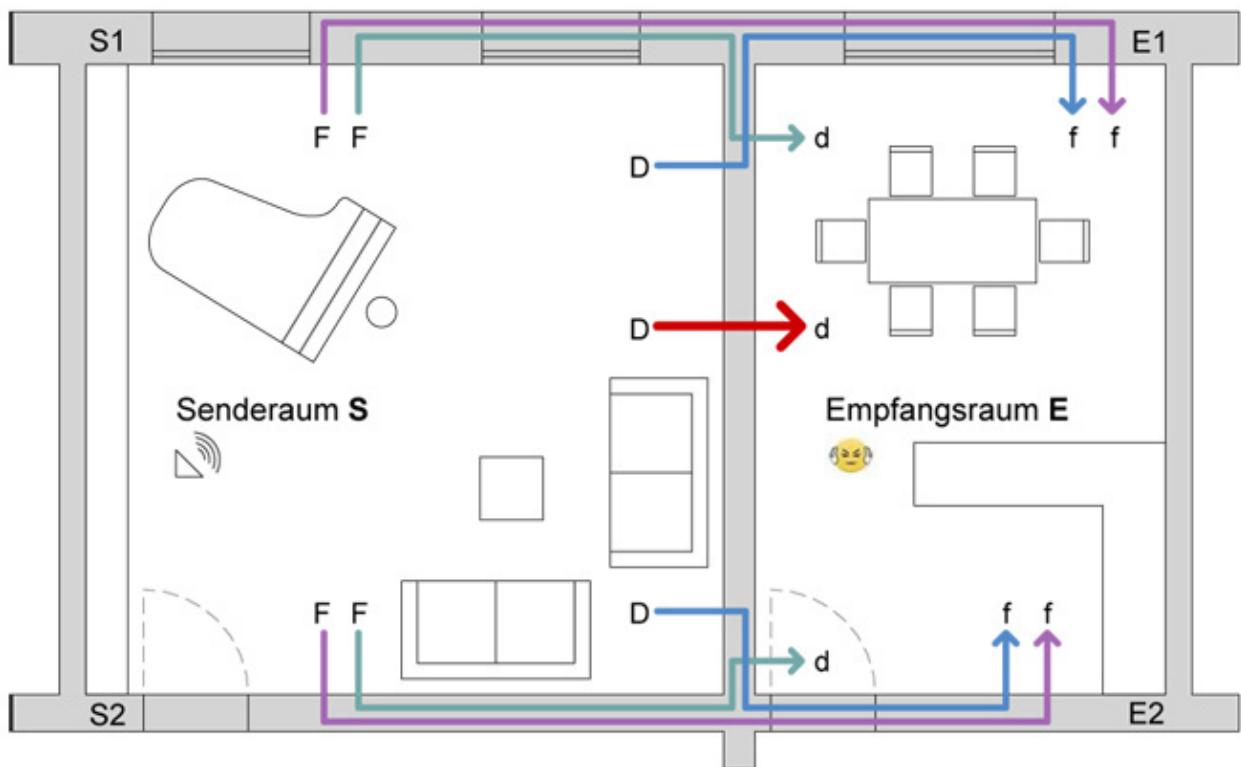


## Schall auf Nebenwegen zum Entwurf E DIN 4109:2013, Schallschutz im Hochbau

Schon lange versuchen die Schallschutzplaner die rasante Entwicklung bei den Normen zum energiesparenden Bauen aufzunehmen und den Schwung für eine Novellierung der DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, zu nutzen. Die altbewährte Schallschutznorm stammt aus dem Jahr 1989, ist also bereits 25 Jahre alt und hat einige, bekannte Schwächen. Die Bautechnik hat sich in dieser Zeit weiter entwickelt, die Erwartungen an den baulichen Schallschutz sind gestiegen.

### Normfassungen 1989 - 2013 im Vergleich

Die Berechnungsmethoden der geltende Schallschutz-Norm DIN 4109 von 1989 beruhen im Wesentlichen auf den Schalldämm-Maßen der trennenden Bauteile, die bei massiven Bauteilen aus den Flächengewichten und bei Leichtbauweisen mit Vergleichsquerschnitten ermittelt werden. Es gibt einige Kombinationsmöglichkeiten mit Vorsatzschalen (schwimmende Estriche, vorgesetzte Wandschalen) und pauschale Zuschläge für die Flankenübertragung, die im Massivbau gewichtsabhängig und im Holz- und Skelettbau mit tabellierten Längsschalldämm-Maßen beschrieben werden. Die Methoden der neuen DIN 4109 (zur Zeit noch Entwurf) sind ausführlicher und genauer.



Schallübertragung über eine Wohnungstrennwand, Schall(neben)wege nach E DIN 4109:2013. „D“ steht für die direkte Schallübertragung über das trennende Bauteil, jeweils große Buchstaben für den Senderraum (Schallquelle) und kleine Buchstaben für den schutzbedürftigen Empfangsraum. F steht für die Flankenübertragung im Senderraum und „f“ für die Flankenübertragung im Empfangsraum.

Die Berechnungsverfahren der E DIN 4109:2013 sind aufwändiger, im Ergebnis aber auch genauer. Leider gibt es sehr viele Sonderregelungen und Fußnoten. Das werden die Software-Programmierer kaum alles umsetzen und transportieren können.

Zu kritisieren sind auch die vielen (teuren) Normenteile. Teil 1 regelt die Anforderungen an den Schallschutz, Teil 2 die rechnerischen Verfahren und die Teile 32 bis 36 enthalten Eingangsdaten für die unterschiedlichen Bauweisen Massivbau, Leicht- und Trockenbau, Vorsatzkonstruktionen, Bauelemente (Fenster, Türen) und gebäudetechnische Anlagen.

Die Rohdichten massiver Bauteile werden im Normentwurf von 2013 leicht modifiziert über Rohdichteklassen (= Rohdichte / 1000) ermittelt. Gewichtsabhängige Schalldämm-Maße werden nicht mehr aus Tabellen entnommen, sondern über logarithmische Zusammenhänge berechnet. Für Bauteile aus Leicht- und Porenbeton gelten eigene Formelbezüge, da diese Baustoffe über besondere Schwingungseigenschaften verfügen. Wände aus Gips-Wandbauplatten werden allseitig entkoppelt ausgeführt (Randstreifen). E DIN 4109-32 stellt einige  $R_w$ -Werte (Direktschall-Übertragung) für Gipswände aus 100 mm dicken Wandbauplatten der Rohdichten 900 oder 1200 kg/m<sup>3</sup> bereit. Für abweichende Konstruktionen müssen Messwerte verwendet werden.

### Berechnungsmethode der E DIN 4109:2013

Neben dem direkten Schalldurchgang durch trennende Bauteile sind die meist 12 Schallnebenwege (3 pro Flanke \* 4 Flanken (Seitenwände, Decke und Fußboden)) zu beachten.

Die Flankenübertragung wurde bei Massivbauweisen entsprechend EN 12354 über die Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende und im Empfangsraum ggf. mit Vorsatzschalen und Stoßstellendämm-Maßen gelöst. Das bewertete Bau-Schalldämm-Maß einer Wohnungstrennwand ergibt sich durch die „energetische Addition“ der direkten und flankierenden Schalldämm-Maße (E DIN 4109-2:2013, Gl.2)

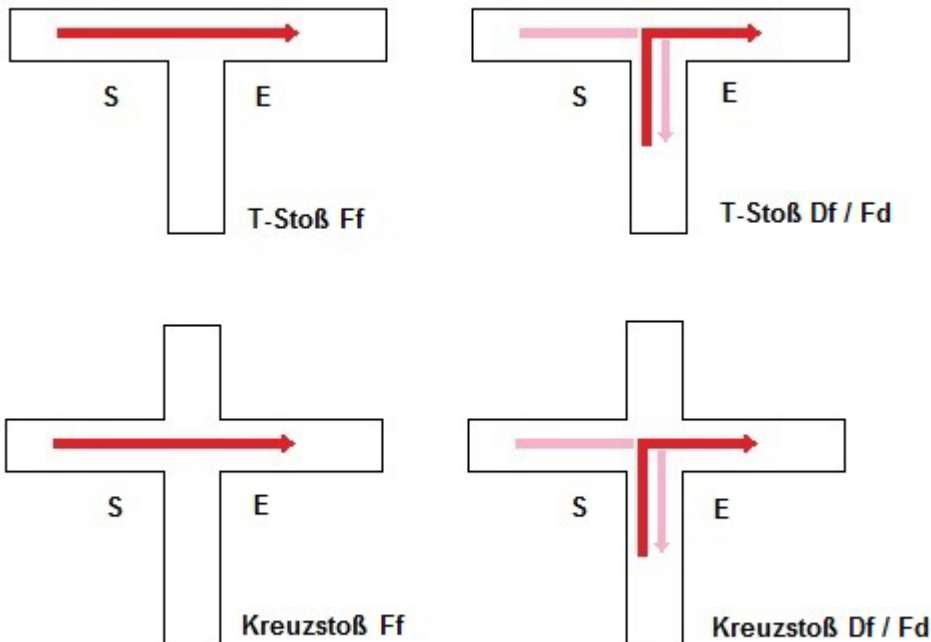
$$R'_w = -10 \cdot \text{LOG} \left( 10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Fd,w}/10} \right) \quad (\text{T2 Gl.2})$$

$R'_w$	Bewertetes Schalldämm-Maß der Wohnungstrennwand. Das Hochkomma beschreibt den Zustand „bewertet“ und entspricht dem resultierenden Schalldämm-Maß unter Beachtung der Schallnebenwege.
$R_{Dd}$	Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils ggf. mit Vorsatzschalen, im Massivbau gewichtsabhängig, im Leichtbau aus Prüfzeugnissen oder Vergleichsquerschnitten ermittelt. Sonderregelungen für Wände aus Gips, Leicht- und Porenbeton.
$R_{Ff}$	Schalldämm-Maß im Übertragungsweg „flankierendes Bauteil im Senderaum zum flankierenden Bauteil im Empfangsraum“ (siehe Grafik), Summe über die (normalerweise) 4 flankierenden Bauteile Decke, Wände, Fußboden
$R_{Df}$	Schalldämm-Maß im Übertragungsweg „trennendes Bauteil im Senderaum zum flankierenden Bauteil im Empfangsraum“, 4 flankierende Bauteile
$R_{Fd}$	Schalldämm-Maß im Übertragungsweg „flankierendes Bauteil im Senderaum zum trennenden Bauteil im Empfangsraum“, 4 flankierende Bauteile

Die Flankenschalldämm-Maße über die flankierenden Bauteile  $R_{Ff}$ ,  $R_{Df}$  und  $R_{Fd}$  werden mit Gl.7 berechnet

$$R_{ij,w} = R_{i,w} / 2 + R_{j,w} / 2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \cdot \text{LOG}(S_s / l_f) \quad (\text{T2 Gl.7})$$

$R_{ij,w}$	Flankenschalldämm-Maße $R_{Ff}$ , $R_{Df}$ und $R_{Fd}$
$R_{i,w} / R_{j,w}$	Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile im Sende- (i) und im Empfangsraum (j), ermittelt nach E DIN 4109:2013. Bei massiven, flankierenden Bauteilen gewichtsabhängig, bei Leichtbauweisen aus Vergleichsquerschnitten.
$\Delta R_{ij,w}$	Bewertete Verbesserung der Schalldämm-Maße durch raumseitige Vorsatzschalen nach T2 Gl.5/6. Das Verbesserungsmaß von Vorsatzkonstruktionen wird mit E DIN 4109-34:2013, Tabelle 1 aus der Resonanzfrequenz $f_0$ bestimmt. $f_0$ (= Resonanzfrequenz für das Schwingungssystem aus massivem Bauteil und Vorsatzschale) wird für frei stehende Vorsatzschalen mit Hohlraumdämmung aus Gl.2 bestimmt (Schalengewichte und Hohlraumtiefe), für alle übrigen Vorsatzschalen aus Gl.1 (Schalengewichte und dynamische Steifigkeit der federnden Dämmschicht). Bei Resonanzfrequenzen > 160 Hz werden die Verbesserungsmaße negativ, denn das bedeutet Einbrüche der frequenzabhängigen Messwertkurve im hörbaren Bereich.
$K_{ij}$	Stoßstellendämm-Maße zum Übertragungsweg nach E DIN 4109-32:2013 Abs.5.2, derzeit nur Werte für Stöße von Massivbauteilen, siehe unten.
$S_s$	Fläche des trennenden Bauteils
$l_f$	die gemeinsame Kopplungslänge der Verbindungsstelle zwischen dem trennenden und dem flankierenden Bauteil
	Das Flankenschalldämm-Maß ist also im Wesentlichen der Mittelwert der Schalldämm-Maße der Bauteile auf dem Übertragungsweg kombiniert mit Verbesserungsmaßen aus raumseitigen Vorsatzschalen und Stoßstellen.



Schallübertragung über die Stoßstellen zwischen flankierendem und trennendem Bauteil. Bei Fassadenanschlüssen liegen T-Stöße vor, andere Stöße im Gebäude sind meist Kreuzstöße. Die Stoßstellendämm-Maße werden aus Formelzusammenhängen in Abhängigkeit von der mittleren Masse der Bauteile auf dem Übertragungsweg berechnet. Meist liegen positive Werte (Verbesserungsmaße) vor, der Mindestwert liegt bei -4 dB (Leichtbauweisen, Minderung der Schalldämmung). Genauere Angaben über Stoßstellendämm-Maße bei Leichtbauweisen liegen noch nicht vor.

### Haustrennwände

Erfreulicherweise wird dem Thema "Haustrennwände" mehr Beachtung geschenkt. Der Zuschlagswert für die zweischalige Ausführung von Haustrennwänden war früher pauschal mit 12 dB anzunehmen, der Einfluss durchgehender Fundamente, Bodenplatten oder weißer Wannen in Reihenhaussiedlungen blieb ungeklärt. Speziell in den Untergeschossen werden die Zuschlagswerte neuerdings differenziert:

im OG, HTW getrennt bis zur Bodenplatte	+12 dB
im OG, Keller-AW durchgehend (weiße Wanne)	+9 dB
im UG, Keller-AW durchgehend (weiße Wanne)	+3 dB
im UG, HTW + Bodenplatte getrennt	+9 dB
im UG, HTW getrennt, Fundament durchgehend	+6 dB
im UG, HTW getrennt, Bodenplatte durchgehend	+6 dB
>= 50 mm Schalenabstand ausgefüllt mit MF (WTH)	++2 dB

Die Flankenübertragung spielt bei zweischaligen Haustrennwänden eine untergeordnete Rolle, darf nach E DIN 4109:2013 aber nicht vernachlässigt werden. Der Korrekturwert  $K_{ij}$  für die Flankenübertragung wird in Abhängigkeit von den Massen der Hüllflächen des Empfangsraums nach T2, Tab.2 bestimmt. Die flankierenden Bauteile im Empfangsraum müssen daher bekannt sein.

## Holzbalkendecken

Bessere Nachweismöglichkeiten findet man für Leichtbauweisen, insbesondere für den Holzbau. Das Schalldämm-Maß leichter, mehrschaliger Konstruktionen kann wegen komplexer, frequenzabhängiger Schwingungsvorgänge nicht berechnet, sondern nur gemessen werden. Wenn keine Messwerte vorliegen, können stattdessen Vergleichsquerschnitte aus der Norm verwendet werden (Ausführung wie Vergleichsquerschnitt ...). Die Normfassung von 1989 enthält nur wenige, schalltechnisch bewertete Holzbalkendecken zu Vergleichszwecken, der neue Entwurf mehr als zwei Dutzend Konstruktionen mit unterschiedlichen Tragkonstruktionen, Estrichaufbauten und Unterdecken.

Schalldämm-Maße aus Vergleichsquerschnitten müssen häufig mit Spektrum-Anpassungswerten für unterschiedliche Geräuschspektren korrigiert werden. "C" steht dabei für häuslichen Lärm (rosa Rauschen), "C<sub>tr</sub>" für tief frequenten, innerstädtischen Straßenverkehrslärm (trafic).

Das resultierende Schalldämm-Maß wird wieder mit

$$R'_{w} = -10 \cdot \text{LOG} \left( 10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{1,n} 10^{-R_{Ff,w}/10} \right) \quad (\text{T2 Gl.2})$$

berechnet. Im Leichtbau wird nur die Flanke F<sub>f</sub> (Übertragungsweg von der Flanke im Senderraum zur Flanke im Empfangsraum) betrachtet, Stoßstellendämm-Maße werden nicht berücksichtigt. Die Flankenübertragung wird mit den Flankendämm-Maßen nach T2, Gl.17 beschrieben

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \cdot \text{LOG}(l_{ab} / l_f) + 10 \cdot \text{LOG}(S_S / 10)$$

### Flankierende Bauteile

Fläche des trennenden Bauteils (D) S<sub>S</sub> = 20,0 m<sup>2</sup>

flankierende Bauteile	l <sub>f</sub> m	D <sub>n, f, w</sub> dB	R <sub>Ff, w</sub> dB
01 Metallständerwand	4,00	67,0	70,5
02 Metallständerwand	5,00	67,0	69,6
03 Holzständerwand	4,00	67,0	70,5
04 Holzständerwand	5,00	67,0	69,6

Beispiel für die Flankendämm-Maße zu einer Holzbalkendecke

Dabei sind D<sub>n,f,w</sub> die bewertete Norm-Schallpegeldifferenz des flankierenden Bauteils (konstruktionsabhängiger, tabellierter Wert), l<sub>ab</sub> die Bezugskantenlänge (l<sub>ab</sub> = 2,8 m für Fassaden und Innenwände bei horizontaler Übertragung, l<sub>ab</sub> = 4,5 m für Decken, Unterdecken und Fußbodenaufbauten bei horizontaler Übertragung), l<sub>f</sub> die gemeinsame Kantenlänge zwischen flankierendem und trennendem Bauteil und S<sub>S</sub> die Fläche des trennenden Bauteils.



## Schallschutz gegen Außenlärm

Prinzipiell sollten auch bei der Schalldämmung von Außenbauteilen die Flankendämm-Maße berücksichtigt werden. Dazu E DIN 4109-2:2013, Abs. 4.4.3 „Der Einfluss der Flankenübertragung ist in vielen Fällen unbedeutend und braucht deshalb nicht immer berechnet zu werden. Wenn jedoch biegesteife Fassadenbauteile, z. B. aus Beton oder Mauerwerk, mit anderen biegesteifen Teilen des Empfangsraumes, z. B. Decken oder Trennwänden, verbunden sind, kann die Flankenübertragung zur gesamten Schallübertragung beitragen.“

Vernachlässigt man die Flankenübertragung, dann erhält man eine recht einfache Berechnung ähnlich dem Verfahren aus der Normfassung von 1989. Das resultierende Schalldämm-Maß einer aus mehreren Teilflächen zusammengesetzten Fassadenfläche eines Raumes wird nach Teil 2, Gl.28 mit

$$R_{w,res} = -10 * \text{LOG}(\sum 10^{-R_{e,w}/10}) \quad (\text{T2, Gl.28})$$

beschrieben. Darin sind

$R_{e,w}$	$R_{i,w} + 10 * \text{LOG}(S_S / S_i)$ (T2, Gl.29, 30)
$R_{i,w}$	Schalldämm-Maß der Teilfläche aus einer Bauteilberechnung oder Tabellenwerte aus E DIN 4109-35:2013. Die im Teil 35 bereitgestellten Werte sind gegenüber der Normfassung von 1989 sehr viel umfangreicher und detaillierter. Man kann die $R_w$ -Werte der Fenster wie aus DIN 4109, Bbl.1 / A1:2003 korrigieren, Verbund- und Kastenfenster berücksichtigen, Rollladenkästen und Türen detailliert berechnen und sogar Öffnungen (Außenluftdurchlässe) und Fugen.
$S_S$	die Fassadenfläche, Summe aus allen Teilflächen, Wand, Türen, Fenster, Rollladenkästen
$S_i$	die Teilflächen

### Berechnungsbeispiel für die Werte $R_{e,w}$

Resultierendes Direkt-Schalldämm-Maß  $R_{w,res}$  (Grundbauteil)

	$S_i$ m <sup>2</sup>	$R_{i,w}$ dB	$R_{e,w}$ dB	DIN-Bezug
Außenwand	10,0	51,2	52,0	T2, Abs.4.4
1 Fenster, MIG 6, SZR 12, Falzdichtung	1,7	30,0	38,5	T35, 01-02
2 Rollladenkasten aus Bauplatten, umlau	0,3	40,0	56,8	T35, 06-04
3 xxx				

12,0

Berlin im November 2014  
Hanna Grabmaier  
Andreas Kern