

ISOVER Schallschutz-Rechner 2.0

Was ändert sich durch die neue DIN 4109?

Nach langer Entwicklungszeit ist seit Juli 2016 die neue DIN 4109 veröffentlicht. Im Vorfeld wurden die Neuerungen heftig diskutiert und kritisiert. Den Bauplanenden und Bauausführenden stellt sich nun nach Einführung der Norm die Frage, welche Änderungen im Nachweisverfahren in der Praxis relevant sind. Mit diesem Dokument wollen wir Ihnen zeigen, was sich durch die neue DIN 4109 ändert und welche Auswirkungen dies auf die Nachweisführung hat.

Inhaltsverzeichnis

ISOVER Schallschutz-Rechner 2.0	1
1. Einleitung	2
2. Definition des Luftschallschutzes	2
3. Erläuterungen der Nachweisverfahren anhand eines Beispiels	4
3.1 Definition des Beispiels eines massiven Bauteils	4
3.2 Nachweis nach DIN 4109:1989	5
3.3 Nachweis nach DIN 4109:2016	6
3.3.1 Bestimmung der Luftschalldämmung des Trennbauteils	6
3.3.2 Bestimmung der Flankenübertragung	7
3.3.3 Ermittlung des resultierenden Luftschalldämm-Maßes	9
3.4 Verbesserungsmaßnahmen und deren Berechnung	10
3.4.1 Verbesserung durch Vorsatzschale an der Außenwand	10
3.4.2 Verbesserung durch abgehängte Decke	12
3.4.3 Verbesserung durch Vorsatzschale am Trennbauteil	14
3.4.4 Vergleich der Berechnungsergebnisse	15
3.5 Einflussgrößen beim neuen Verfahren nach DIN 4109:2016	15
4. Besonderheiten beim Leichtbau	18
4.1 Definition des Beispiels aus dem Leichtbau	18
4.2 Nachweismöglichkeiten nach DIN 4109:1989	19
4.3 Nachweis nach DIN 4109:2016	20
4.4 Einfluss der Übertragungsfläche	21
5. Weitere Änderungen	23
5.1 Begrenzung der Übertragungsfläche	23
5.2 Versetzte Grundrisse	24
6. Quintessenz	25

1. Einleitung

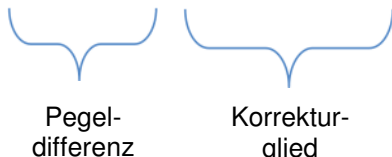
Mit der Überarbeitung der DIN 4109 aus dem Jahr 1989 sind zum Teil erhebliche Veränderungen verbunden. Hinsichtlich der Anforderungen werden nur mehr Anforderungen an den Mindestschallschutz festgelegt, der erhöhte Schallschutz wird im Rahmen der DIN 4109-1:2016 nicht mehr definiert. Das Anforderungsniveau hat sich jedoch nicht grundlegend geändert. Bezüglich der Nachweisverfahren wird im Zuge der Überarbeitung die europäische Norm DIN EN ISO 12354 umgesetzt. Die deutsche Norm verweist hier auf das sogenannte vereinfachte Verfahren auf Basis von Einzahlgaben (DIN 4109-2:2016). Ergänzt wird dieser Normenteil durch einen Bauteilkatalog (Normteile 4109-31:2016 bis 4109-36:2016), in dem Zahlenwerte, Berechnungsvorschriften für verschiedene Baukonstruktionen enthalten sind. In DIN 4109-4:2016 werden die Eignungsprüfungen am Bau definiert.

Im neuentwickelten Schallschutz-Rechner werden die neuen Verfahren vollständig und transparent abgebildet. Dem Anwender ist es so möglich, ohne langwierig im Normenkatalog zu blättern auch komplexere Situation innerhalb des Luftschallschutzes nach neuer Norm zu beurteilen. Die Differenzen zwischen altem und neuen sollen im vorliegenden Text näher erläutert werden.

2. Definition des Luftschallschutzes

Bevor auf die Nachweisverfahren des Schallschutzes mit Schwerpunkt auf den Luftschallschutz eingegangen wird, sollen im Folgenden die physikalischen Effekte erläutert werden, die beim Schalldurchgang durch ein Trennbauteil im eingebauten Zustand auftreten.

Die Luftschalldämmung eines Bauteils hängt nicht nur von den akustischen Bauteileigenschaften R'_w des trennenden Bauteils ab, sondern auch von den geometrischen Abmessungen der jeweiligen Situation. Je größer die gemeinsame Trennfläche ist, desto mehr Schallenergie kann von einem in den anderen Raum übertragen werden. Je größer das Volumen und die Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum sind, desto mehr Schallenergie muss aufgewendet werden, damit der gleiche Schalldruckpegel im Empfangsraum erzeugt wird. Das bedeutet, dass die Luftschalldämmung in einem Bauwerk immer von der jeweiligen Situation abhängig ist. Dies wird auch in der klassischen Definitionsgleichung für das Luftschalldämm-Maß deutlich:

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10 * \log\left(\frac{S}{A}\right)$$


Pegeldifferenz Korrekturglied

Das bewertete Luftschalldämm-Maß einer Konstruktion ist definiert über die Differenz der Pegel beidseitig der Konstruktion und einem Korrekturglied, welches die Größe der Übertragungsfläche und die Absorption im Empfangsraum berücksichtigt. Bei der Bestimmung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung werden alle oben genannten Größen bestimmt, so dass im Prüfbericht die Bauteileigenschaft R_w des trennenden Bauteils ermittelt wird.

Im realen Fall wird nicht nur über das trennende Bauteil Schallenergie übertragen, flankierende Bauteile können ebenso dazu beitragen.

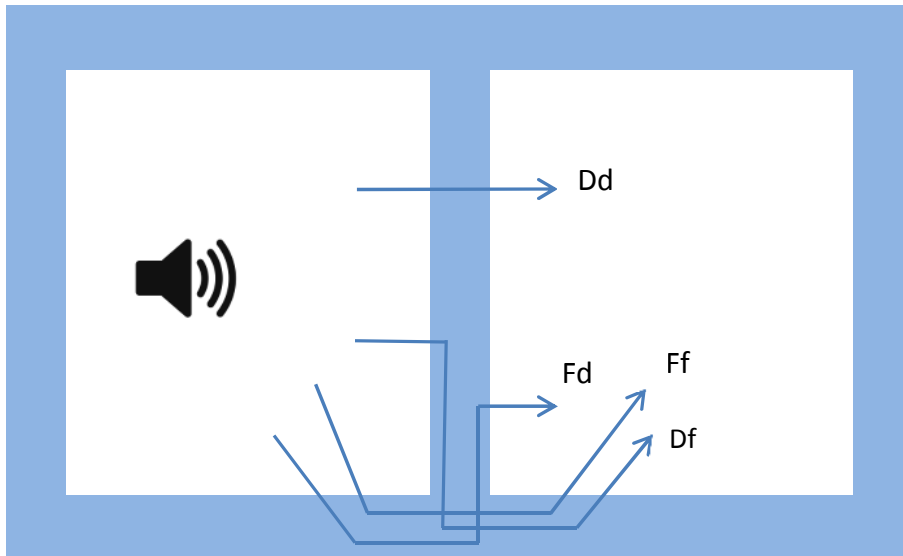


Abbildung 1: mögliche Übertragungswege bei der Schallübertragung im realen Fall

Der bisherige Ansatz nach alter DIN 4109:1989, Beiblatt 1 berücksichtigte den Einfluss der Flankenschallübertragung für Massivbaukonstruktionen pauschal für eine mittlere flächenbezogene Masse von etwa 300 kg/m^2 . Abweichungen von diesem Standard oder auch die Berücksichtigung von Vorsatzschalen erfolgte mit Korrekturfaktoren.

Vor der europäischen Harmonisierung der Prüfnormen wurde im Prüfstand das bewertete Luftschalldämm-Maß mit entsprechenden Flanken bestimmt. Erst später erfolgte der Umbau der Prüfstände zur Unterdrückung der Flankenübertragung.

Der neue Ansatz nach DIN 4109-2:2016 entspricht dem vereinfachten Nachweisverfahren nach DIN EN ISO 12354. Hierbei werden alle möglichen Übertragungswege auf der Basis ihrer bewerteten Einzulangaben berücksichtigt. Das bewertete Luftschalldämm-Maß R'_w ergibt sich dann aus der energetischen Addition der Schalldämmmaße aller Übertragungswege.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Schallübertragung in der realen Situation von folgenden Effekten bestimmt wird:

- Schalldämmung des trennenden Bauteils R'_w
- Gemeinsamen Trennfläche zwischen den Räumen
- Größe und Absorptionsverhalten im Empfangsraum
- Vom Verbund des Trennbauteils zu den flankierenden Bauteilen
- Von den Flanken des Trennbauteils

3. Erläuterungen der Nachweisverfahren anhand eines Beispiels

Anhand eines einfachen Beispiels sollen die Differenzen zwischen altem und neuem Nachweisverfahren erläutert werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Darstellung der Nachweisverfahren. Auf eine exakte Diskussion der Anforderungswerte wird hier verzichtet.

3.1 Definition des Beispiels eines massiven Bauteils

In einem älteren Appartementgebäude aus den 1970-iger Jahren ist folgende Situation gegeben:

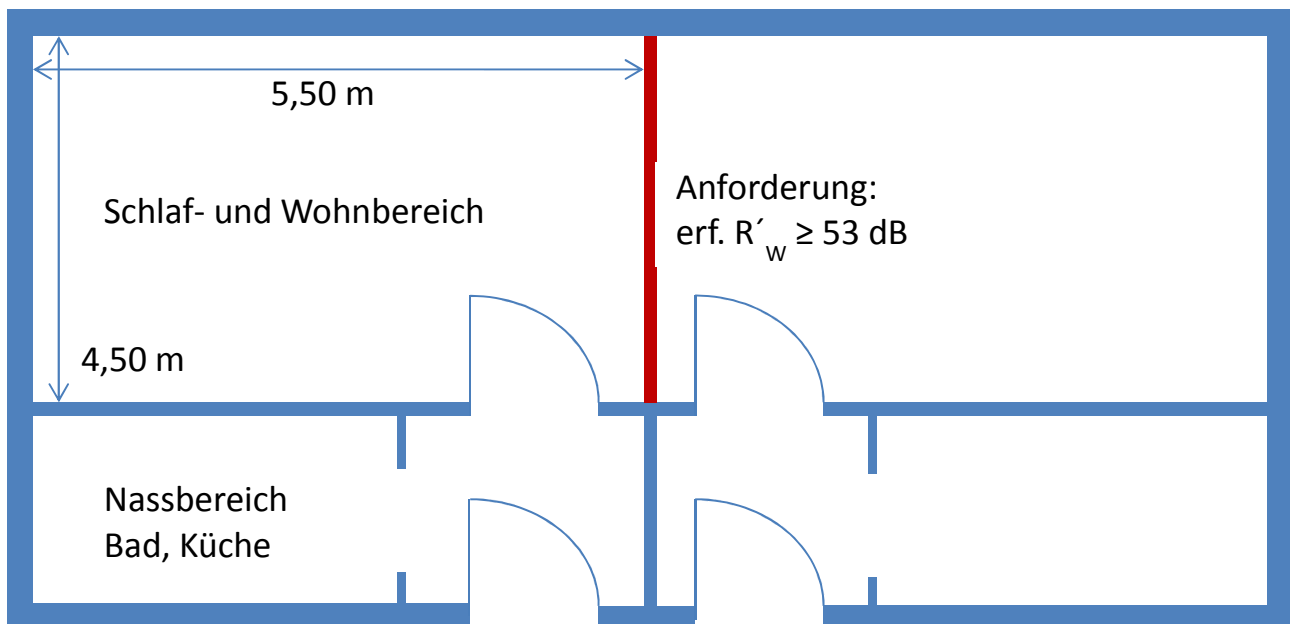


Abbildung 2: bauliche Situation für das Beispiel 1

Die Konstruktion selber ist, wie folgt aufgelistet, ausgeführt:

- Trennendes Bauteil
Mauerwerk 0,175 m, Rohdichte 2000 kg/m³, Normalmörtel, beidseitig verputzt, flächenbezogene Masse $m' = 352,5 \approx 350 \text{ kg/m}^2$
- Flanke 1: Innenwand
Mauerwerk 0,115 m, Rohdichte 1800 kg/m³, Normalmörtel, beidseitig verputzt, flächenbezogene Masse $m' = 223,55 \approx 225 \text{ kg/m}^2$
- Flanke 2: Decke
Beton 0,20 m, Rohdichte 2400 kg/m³, unterseitig verputzt, flächenbezogene Masse $m' = 490 \text{ kg/m}^2$
- Flanke 3: Außenwand
Mauerwerk 0,24 m, Rohdichte 1200 kg/m³, Normalmörtel, beidseitig verputzt, flächenbezogene Masse $m' = 303,2 \approx 305 \text{ kg/m}^2$

- Flanke 4: Fußboden
wie Decke mit Estrich 80 kg/m² auf Trittschalldämmung ($s' < 20 \text{ MN/m}^3$),
flächenbezogene Masse $m' = 80 \text{ kg/m}^2$

Die Anforderungen an Wohnungstrennwände zwischen fremden Wohn- und Arbeitsbereichen hat sich nicht geändert. Unabhängig vom Erscheinungsdatum gilt:

- Anforderungen nach DIN 4109:1989: $R'_w \geq 53 \text{ dB}$
- Anforderungen nach DIN 4109:2016: $R'_w \geq 53 \text{ dB}$

3.2 Nachweis nach DIN 4109:1989

Die Vorgehensweise beim Nachweis nach alter Norm basiert auf der Ermittlung des bewerteten Dämm-Maßes des Bauteils mit entsprechenden Korrekturen:

$$\text{vorh. } R'_w = R'_{w,R,300} + K_{L,1} + K_{L,2} \geq \text{erf. } R'_w$$

Erster Schritt des Nachweises ist die Bestimmung von $R'_{w,R,300}$ nach DIN 4109:1989, Beiblatt 1, Tabelle 1. Ergebnis ist das bewertete Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils für flankierende Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse von etwa 300 kg/m²:

$$R'_{w,R,300} = 51 \text{ dB}$$

Die Bestimmung des Korrekturfaktors $K_{L,1}$ für flankierende Bauteile erfolgt nach Beiblatt 1, Tabelle 13 zur Berücksichtigung der Abweichungen von der mittleren flächenbezogenen Masse von 300 kg/m² (Fußboden bleibt wegen des schwimmenden Estrichs – schalltechnisch entkoppelt – unberücksichtigt)::

$$m'_{L,mittel} = \frac{(225 + 490 + 305)}{3} = 340 \text{ dB}$$

$$K_{L,1} = 0 \text{ dB}$$

Die Bestimmung des Korrekturfaktors $K_{L,2}$ für die Anzahl biegeweicher Vorsatzschalen erfolgt nach Beiblatt 1, Tabelle 15:

$$K_{L,2} = +1 \text{ dB}$$

Die abschließende Beurteilung nach altem Verfahren DIN 4109:1989 (einfache Addition der ermittelten Zahlenwerte) führt zu dem Ergebnis, dass hier die Anforderung von dem Trennbauteil nicht erfüllt wird:

$$\text{vorh. } R'_w = 51 + 0 + 1 = 52 \geq 53 \text{ dB}$$



3.3 Nachweis nach DIN 4109:2016

Die Berechnung des vorhandenen Luftschalldämm-Maßes erfolgt nach DIN 4109:2016 (vereinfachtes Verfahren nach DIN EN ISO 12354) durch die energetische Addition aller möglichen Transmissionswege. Mögliche Übertragungswege sind (siehe auch Abbildung 3):

- Direkte Schallübertragung über das trennende Bauteil, Weg: Direkt – Direkt (Dd), beschrieben durch das bewertete Luftschalldämm-Maß, ermittelt ohne Flankenübertragung
- Übertragung über Flanke 1, Wege Flanke – Flanke (Ff), Flanke – Direkt (Fd) sowie Direkt – Flanke (Df)
- Übertragung über Flanke 2, Wege Ff, Fd, Df
- Übertragung über Flanke 3, Wege Ff, Fd, Df
- Übertragung über Flanke 4, Wege Ff, Fd, Df

Insgesamt sind also die luftschalldämmenden Eigenschaften von 13 Übertragungswegen: Ein direkter sowie jeweils drei über die vorhandenen Flanken, zu ermitteln. Das resultierende Luftschalldämm-Maß R'_w des zu prüfenden Bauteils errechnet sich dann durch die energetische Addition der einzelnen Beiträge.

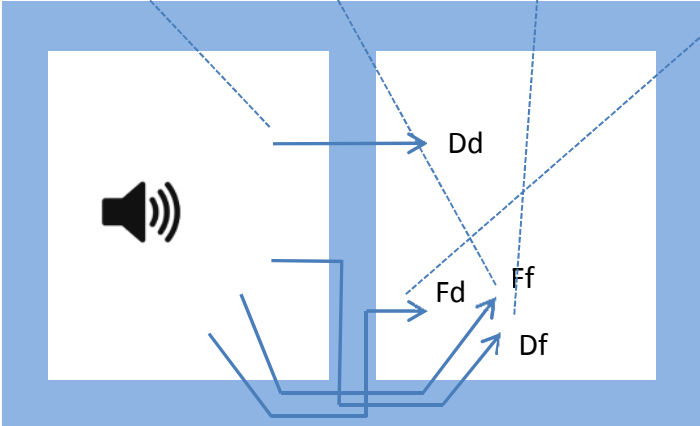
$$R'_w = -10 \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^4 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^4 10^{-R_{Fd,w}/10} \right]$$


Abbildung 3: Zusammenstellung der möglichen Schallübertragungswege nach DIN 4109-2:2016

3.3.1 Bestimmung der Luftschalldämmung des Trennbauteils

Die Bestimmung der direkten Schallübertragung des trennenden Bauteils basiert im Massivbau auf den klassischen bekannten Massegesetzen: Je schwerer das Bauteil ist, desto bessere Schalldämmung wird erzielt. Im vorliegenden Beispiel entspricht die in DIN 4109-3-2:2016, Abschnitt 4.1.4.2.2. angegebene Formel exakt der Basis der Tabelle 1, Beiblatt 1 der DIN 4109:1989. Damit wird für das vorliegende trennende Bauteil folgendes bewertetes Luftschalldämm-Maß R_w berechnet:

$$R_w = 30,9 * \log \frac{m'}{m_0} - 22,2 = 30,9 * \log \frac{350}{1} - 22,2 = 56,4 \text{ dB}$$

Bei der Bestimmung des bewerteten Luftschalldämm-Maßes des trennenden Bauteils ergeben sich nun (scheinbar) große Differenzen zwischen alter und neuer Berechnungsvorschrift:

- DIN 4109:1989: $R'_w = 51 \text{ dB}$
- DIN 4109:2016: $R_w = 56,4 \text{ dB}$

Die sichtbaren Unterschiede zwischen diesen beiden Werten beruhen im Wesentlichen auf drei Effekten:

- In der Tabelle 1, Beiblatt 1, DIN 4109:1989 werden von den damals erzielten Messwerten jeweils 2 dB Vorhaltemaß zur Berücksichtigung möglicher Ausführungsfehler und ähnlichem pauschal abgezogen. Dieses Vorhaltemaß ist in die alten Zahlenwerte der Tabelle 1 schon mit eingerechnet.
- In den Werten nach Tabelle 1, Beiblatt 1, DIN 4109:1989 sind die Schallübertragungen der flankierenden Bauteile mit etwa 300 kg/m² Masse mit enthalten, diese werden im neuen Verfahren einzeln betrachtet und addiert.
- Nach altem Nachweisverfahren wurde für sämtliche Werte eine Abrundung auf ganze Zahlenwerte vorgeschrieben. Dies galt auch für die Ermittlung des Luftschalldämm-Maßes im Prüfstand (alte DIN EN ISO 717-1). Übertragen auf das dargestellte Beispiel wäre ein bewertetes Luftschalldämm-Maß R_w des trennenden Bauteils von 56 dB statt 56,4 dB anzugeben. Dies entspricht in diesem Beispiel einem Rundungsfehler von 0,4 dB.

3.3.2 Bestimmung der Flankenübertragung

Die Flankenübertragung kann bei bekanntem Längsschalldämm-Maß $R_{L,w,R}$ über diese Größe berücksichtigt werden. Da in aller Regel gerade beim Massivbau die Schalllängsleitung und auch die Zwängung, die mechanische Verbindung zwischen trennendem und flankierendem Bauteil nicht genau bekannt sind, kann die Berechnung der Flankendämmmaße näherungsweise nach DIN 4109-2, Abschnitt 4.2.2.2. mit folgendem Ansatz erfolgen:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij} + K_{ij} + 10 * \log \frac{S_s}{l_0 l_f} \text{ dB}$$

Das Flankendämm-Maß setzt sich also zusammen aus

- den Direktschalldämm-Maßen $R_{i,w}$ und $R_{j,w}$, also den Luftschalldämm-Maßen der an der Stoßstelle beteiligten Bauteilen (einschließlich ggf. vorhandener Verbesserungen), die jeweils zur Hälfte berücksichtigt werden,
- dem Stoßstellendämm-Maß K_{ij} , welches ein Maß ist, wie gut die Bauteile miteinander verbunden sind und welche Form die Stoßstelle aufweist,
- einem Korrekturterm, der das Verhältnis der gemeinsamen Trennfläche zur gemeinsamen Kante berücksichtigt (ermittelte Messwerte beziehen sich eigentlich immer auf die klassischen Prüfstandabmessungen).

Das Stoßstellendämm-Maß beschreibt die nicht perfekte mechanische Verbindung zwischen flankierendem und Trennbauteil. Würde eine ideale Verbindung vorliegen, so wäre das Stoßstellendämm-Maß gleich null, bei idealer akustischer Entkopplung wäre es unendlich groß. Das Übertragungsverhalten wird weiterhin von der Art des Stoßes beeinflusst, daher erfolgt in der Norm die Unterscheidung zwischen einem X-förmigen und einem T-förmigen Stoß der Bauteile. Weitere Näherungsmethoden und Zahlenwerte sind in den Normenteilen 31 - 36 in Verbindung mit Teil 4109-2 zusammengestellt und sollen hier nicht weiter thematisiert werden. Schlussendlich ergibt sich für die 12 Übertragungswege für das gewählte Beispiel folgende Matrix:

Weg		m'_i	m'_j	$R_{i/2}$	$R_{j/2}$	Stoßstelle	K_{ij}	$10\log(s/l)$	$\square R_{ij}$	$R_{ij,w}$
Flanke 1	flanke 1	225	225	25,2	25,2	X-Stoß	11,7	6,5	-	68,7
Flanke 1	direkt	225	350	25,2	28,2	X-Stoß	6,3	6,5	-	66,2
Direkt	flanke 1	350	225	28,2	25,2	X-Stoß	6,3	6,5	-	66,2
Flanke 2	flanke 2	490	490	30,5	30,5	X-Stoß	6,3	4,5	-	71,7
Flanke 2	direkt	490	350	30,5	28,2	X-Stoß	6,0	4,5	-	69,2
Direkt	flanke 2	350	490	28,2	30,5	X-Stoß	6,0	4,5	-	69,2
Flanke 3	flanke 3	305	305	27,3	27,3	T-Stoß	6,6	6,5	-	67,7
Flanke 3	direkt	305	350	27,3	28,2	T-Stoß	4,7	6,5	-	66,7
Direkt	flanke 3	350	305	28,2	27,3	T-Stoß	4,7	6,5	-	66,7
Flanke 4	flanke 4	490	490	30,5	30,5	X-Stoß	6,3	4,5	7,8	79,5
Flanke 4	direkt	490	350	30,5	28,2	X-Stoß	6,0	4,5	5,2	74,4
Direkt	flanke 4	350	490	28,2	30,5	X-Stoß	6,0	4,5	5,2	74,4

Tabelle 1: Matrix zur Berechnung der Flankendämm-Maße nach neuer DIN 4109:2016 für das oben vorgestellte Beispiel aus dem Massivbau

Dieser Tabelle kann für jeden der 12 möglichen Übertragungswege das Schalldämm-Maß entnommen werden. Gerade der zuletzt gezeigte Schritt erfordert einen wesentlich größeren Mehraufwand bei der Berechnung insbesondere beim Massivbau. Aber auf der anderen Seite ermöglicht die genaue Kenntnis der verschiedenen Übertragungswege eine schnelle Übersicht darüber, an welchen Punkten der Konstruktion eine Verbesserung erfolgsversprechend ist (siehe Abbildung 4).

Durch jeweilige energetische Additionen ist ersichtlich, wieviel Schallenergie durch die unterschiedlichen Flanken in den Empfangsraum gelangt. Es lässt sich berechnen, wieviel Schallenergie über eine Flanke im Empfangsraum abgestrahlt wird und so weiter. Auf dieser Basis kann beispielsweise das flankierende Bauteil bestimmt werden, bei dem durch eine zusätzliche Vorsatzschale der größte Effekt für das resultierende Gesamtluftschalldämm-Maß erzielt wird:

$$\begin{aligned}
 R_{Dd} &= 56,4 \text{ dB} \\
 R_{F1} &= 64,2 \text{ dB} \\
 R_{Df} &= 62,2 \text{ dB} \\
 R_{dF} &= 62,2 \text{ dB} \\
 R_{F1} &= 62,2 \text{ dB}; R_{F1,f} = 64,3 \text{ dB} \\
 R_{F2} &= 65,1 \text{ dB}; R_{F2,f} = 67,3 \text{ dB} \\
 R_{F3} &= 62,3 \text{ dB}; R_{F3,f} = 64,2 \text{ dB} \\
 R_{F4} &= 70,7 \text{ dB}; R_{F4,f} = 73,2 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

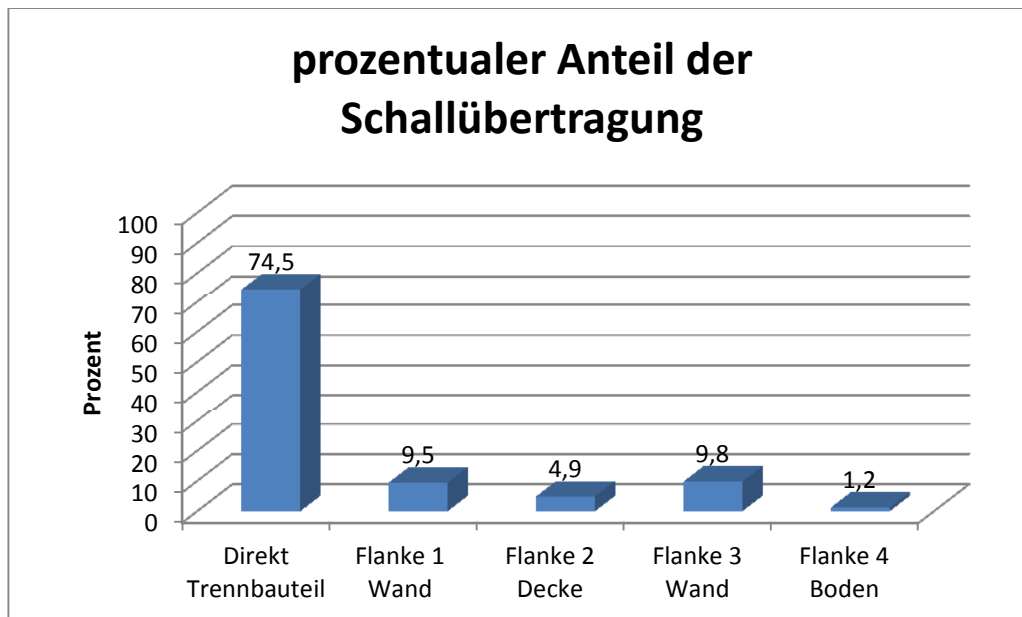


Abbildung 4: Verteilung der Schallübertragung Beispiel 1, Massivbau ohne Verbesserung

Der Darstellung ist deutlich zu entnehmen, dass im Falle des klassischen Massivbaus die wesentliche Übertragung der Schallenergie durch das trennende Bauteil erfolgt. Über die leichten, flankierenden Bauteile (Innenschale der Außenwand und Innenwand) werden jeweils noch etwa 10% der Gesamtenergie übertragen. Die schwere, massive Decke und der Boden – akustisch durch den schwimmenden Estrich praktisch entkoppelt – tragen nicht nennenswert zur Schallübertragung in den Nachbarraum bei.

3.3.3 Ermittlung des resultierenden Luftschalldämm-Maßes

Die energetische Aufsummierung der verschiedenen Übertragungswege liefert als Endergebnis:

$$R'_{w} = -10 \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^4 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^4 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^4 10^{-R_{Fd,w}/10} \right]$$

$$R'_{w} = 54,1 \text{ dB}$$

Zur abschließenden Beurteilung nach DIN 4109:2016 muss zum errechneten Wert der sogenannte Sicherheitsbeiwert U_{Prog} in Abzug gebracht werden. Damit sollen wie beim Vorhaltemaß Ausführungsmängel, Montagefehler etc. berücksichtigt werden. Im Falle des Luftschalls liegt der Sicherheitsbeiwert bei 2 dB.

$$54,1 - 2 \text{ dB} = 52,1 \text{ dB}$$



Der Vergleich zwischen alter und neuer Berechnungsmethodik zeigt, dass nur geringe Unterschiede auftreten.

- DIN 4109:1989: $R_w = 52$ dB
- DIN 4109:2016: $R_w = 52,1$ dB

Aber Achtung: Hier ist zu Bedenken, dass unterschiedliche Ansätze den Berechnungen zu Grunde liegen. Allein die Rundungsvorschrift nach alter Norm kann Abweichungen von $\pm 0,9$ dB ermöglichen.

So wäre im vorliegenden Fall bei einer flächenbezogenen Masse von etwa 330 kg/m^2 das Ergebnis nach alter Norm unverändert, nach neuer Berechnungsvorschrift hätte sich ein Wert von $R_w = 51,5$ dB ergeben. Das würde bedeuten, dass nicht mal die Forderung nach 52 dB erfüllt wäre.

3.4 Verbesserungsmaßnahmen und deren Berechnung

3.4.1 Verbesserung durch Vorsatzschale an der Außenwand

Insbesondere durch Abbildung 4 ist ersichtlich, dass neben der direkten Schallübertragung die Flanke 3 (Innenschale der Außenwand) den größten Anteil an der Schallübertragung hat. Im Folgenden wird untersucht, ob eine Vorsatzschale CW 50, doppelt beplankt mit „Rigips Die Blaue“ ausreichend wäre, die normativen Mindestanforderungen zu erfüllen.

Die exakte Berechnung der verschiedenen Übertragungswege zeigt, dass die Übertragung über die Außenwand mit einer zusätzlichen Vorsatzschale um über 10 dB verringert werden kann.

R_{Dd}	= 56,4 dB, unverändert
$R_{F1,f}$	= 64,3 dB, unverändert
$R_{F2,f}$	= 67,3 dB, unverändert
$R_{F3,f}$	= 77,9 dB (statt vorher 64,3 dB)
$R_{F4,f}$	= 73,2 dB, unverändert

Die energetische Aufsummierung der verschiedenen Übertragungswege inklusive der Verbesserungsmaßnahme liefert als Endergebnis:

$$R_w = 54,5 - 2 \text{ dB} = 52,5 \text{ dB} \geq 53 \text{ dB}$$



Nach neuen Berechnungen wäre die akustische Verbesserung durch eine Vorsatzschale an der Außenwand im Empfangsraum nicht ausreichend.

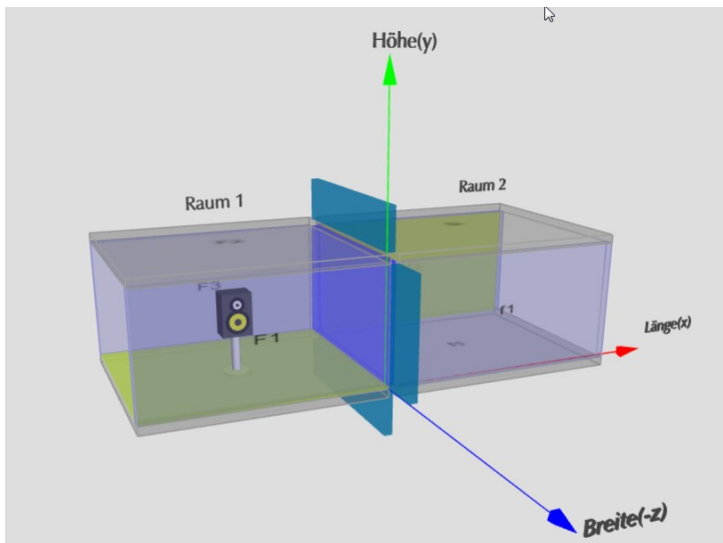


Abbildung 5: schematische Darstellung der Verbesserung durch eine Vorsatzschale des flankierenden Bauteils Außenwand

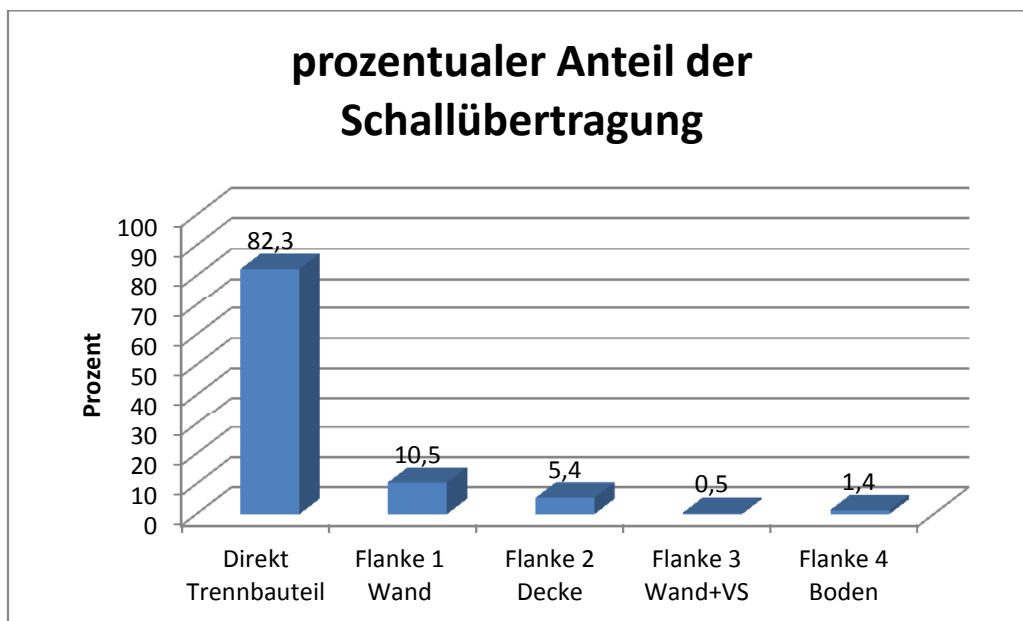


Abbildung 6: Verteilung der Schallübertragung Beispiel 1, Massivbau mit Verbesserung durch eine Vorsatzschale an der Außenwand (Flanke 3)

Nach alter Norm würde sich der Nachweis wie folgt gestalten:

- Das bewertete Luftschalldämm-Maß $R'_{w,R,300}$ bleibt unverändert.
- $K_{L,1} = -1$ dB, da die mittlere flächenbezogene Masse der Flanken kleiner ist.
- $K_{L,2} = +3$ dB, da nun 2 flankierende Bauteile mit Vorsatzschalen versehen sind.

Nach Summenbildung ist klar erkennbar: Nach alter Berechnungsvorschrift wäre diese Sanierungsvariante zulässig.

$$R'_w = 51 - 1 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 53 \text{ dB} = \text{erf. } R'_w$$

3.4.2 Verbesserung durch abgehängte Decke

Gleichwohl eine abgehängte Decke in aller Regel nicht zu den bevorzugten Maßnahmen bei der Reduzierung der horizontalen Schallausbreitung gehört, soll in diesem Beispiel das allgemeine Vorgehen aufgezeigt werden. Durch die Anbringung einer abgehängten Decke, wird der Nebenweg über die Flanke Decke zusätzlich reduziert. Hierfür ist die bewertete Verbesserung der Luftschalldämmung ΔR_w nach DIN 4109-34 zu berechnen. Im Beispiel soll eine abgehängte Decke, doppelt beplankt mit einer Rigips Bauplatte RB, mit einer Abhängehöhe von 15 cm zum Einsatz kommen.

Die Berechnung der Resonanzfrequenz nach Gleichung (2) der DIN 4109:34 ergibt mit den gewählten Bauteilschichten ($m_1 = 17 \text{ kg/m}^2$; $m_2 = 490 \text{ kg/m}^2$) eine Resonanzfrequenz $f_0 = 29 \text{ Hz}$. Mit dieser Resonanzfrequenz liegt die gewählte Konstruktion jedoch außerhalb des in Tabelle 1 der DIN 4109-34 angegebenen Gültigkeitsbereichs zur Abschätzung der bewerteten Verbesserung der Luftschalldämmung ΔR_w . Hier weist die aktuelle Fassung der Norm eine Ungenauigkeit hinsichtlich der Berechnung von abgehängten Decken mit größeren Abstand auf.

Da ein solch abrupter Abbruch ab einer Resonanzfrequenz kleiner 30 Hz nicht den tatsächlichen Begebenheiten entspricht (rote Kurve in Abbildung 7, strenge Interpretation der Norm), jedoch auch der weitere Verlauf der Verbesserung insbesondere bei größeren Abständen zwischen abgehängter Decke und Deckenkonstruktion nicht vollständig bekannt ist (blaue Kurve in Abbildung 7), wird für die Berechnung im Schallschutz-Rechner 2.0 unterhalb einer Resonanzfrequenz von 30 Hz diese auch bei größeren Abständen konstant gehalten und auf dieser Weise nach Zeile 1, Tabelle 1, DIN 4109-34 die Verbesserung ΔR_w berechnet (grüne Kurve in Abbildung 7).

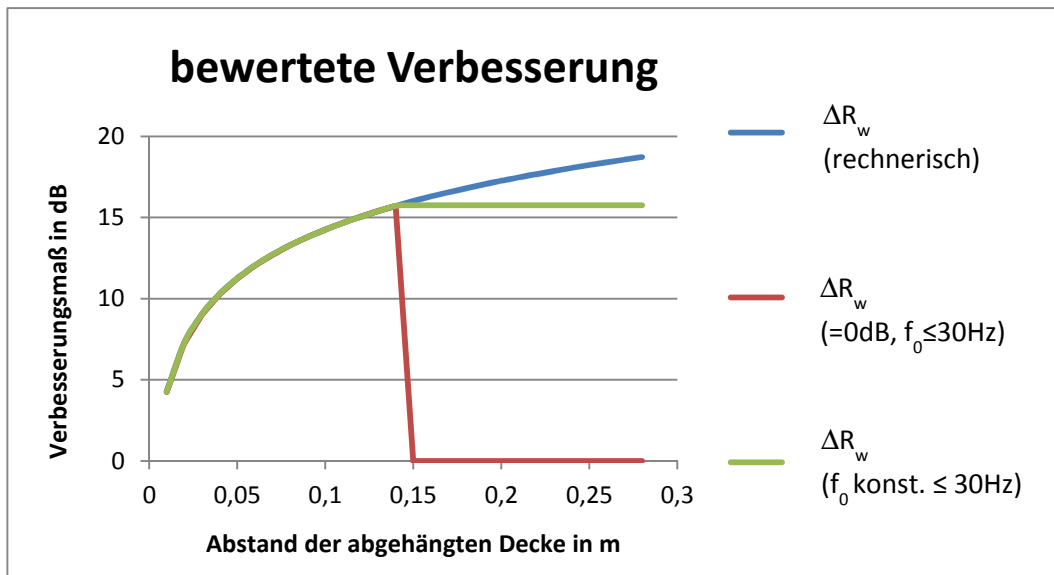


Abbildung 7: Verlauf der bewerteten Verbesserung der Luftschalldämmung ΔR_w in Abhängigkeit vom Abstand der abgehängten Decke (berechnet für $m_1 = 17 \text{ kg/m}^2$ und $m_2 = 300 \text{ kg/m}^2$)

Die Berechnung der verschiedenen Übertragungswege mit diesen Vorbemerkungen zeigt, dass die Übertragung über die Decke mit einer abgehängten Decke um $\Delta R_w = 14,4$ dB verringert werden kann.

$$\begin{aligned} R_{Dd} &= 56,4 \text{ dB, unverändert} \\ R_{F1,f} &= 64,3 \text{ dB, unverändert} \\ R_{F2,f} &= 67,2 \text{ dB (statt vorher 67,3 dB)} \\ R_{F3,f} &= 64,3 \text{ dB, unverändert} \\ R_{F4,f} &= 73,2 \text{ dB, unverändert} \end{aligned}$$

Die energetische Aufsummierung der verschiedenen Übertragungswege inklusive der Verbesserungsmaßnahme liefert als Endergebnis:

$$R'_w = 54,5 - 2 \text{ dB} = 52,1 \text{ dB} \geq 53 \text{ dB}$$



Nach Berechnungen nach DIN 4109-2 wäre die akustische Verbesserung durch eine abgehängte Decke im Empfangsraum erwartungsgemäß nicht ausreichend.

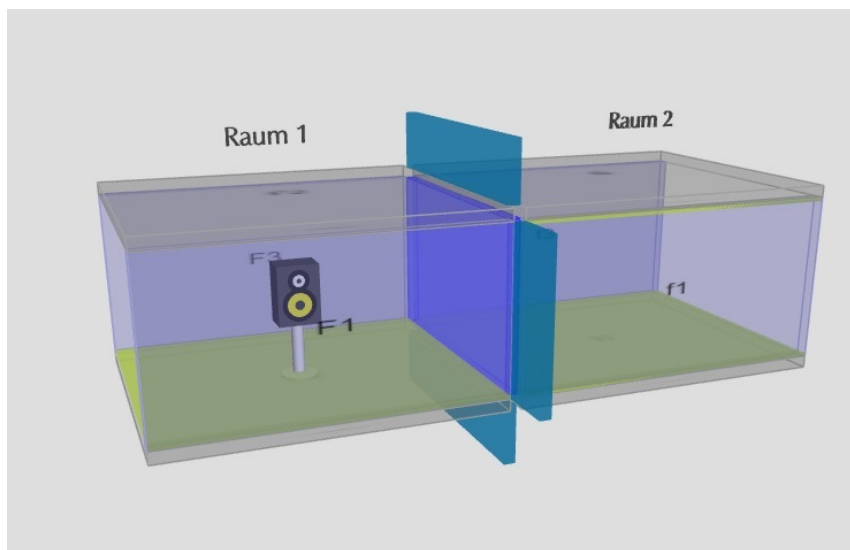


Abbildung 8: schematische Darstellung der Verbesserung durch eine abgehängte Decke am flankierenden Bauteil Decke

Nach alter Norm würde sich der Nachweis wie folgt gestalten:

- Das bewertete Luftschalldämm-Maß $R'_{w,R,300}$ bleibt unverändert.
- $K_{L,1} = -1$ dB, da die mittlere flächenbezogene Masse der Flanken kleiner ist.
- $K_{L,2} = +3$ dB, da nun 2 flankierende Bauteile mit Vorsatzschalen versehen sind.

Nach Summenbildung ist klar erkennbar: Nach alter Berechnungsvorschrift wäre diese Sanierungsvariante zulässig.

$$R'_w = 51 - 1 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 53 \text{ dB} = \text{erf. } R'_w$$

Im direkten Vergleich ist zu der Berechnung nach alter Norm für eine Vorsatzschale nach Kapitel 3.4.1 kein Unterschied zu erkennen ist. Eine Differenzierung hinsichtlich der Lage einer biegeweichen Vorsatzschale ist nach DIN 4109:1989 nicht möglich.

3.4.3 Verbesserung durch Vorsatzschale am Trennbauteil

Naheliegende Lösung wäre im vorliegenden Beispiel selbstverständlich die empfangsraumseitige Anbringung einer Vorsatzschale (CW 50, doppelt beplankt mit „Rigips Die Blaue“) am Trennbauteil.

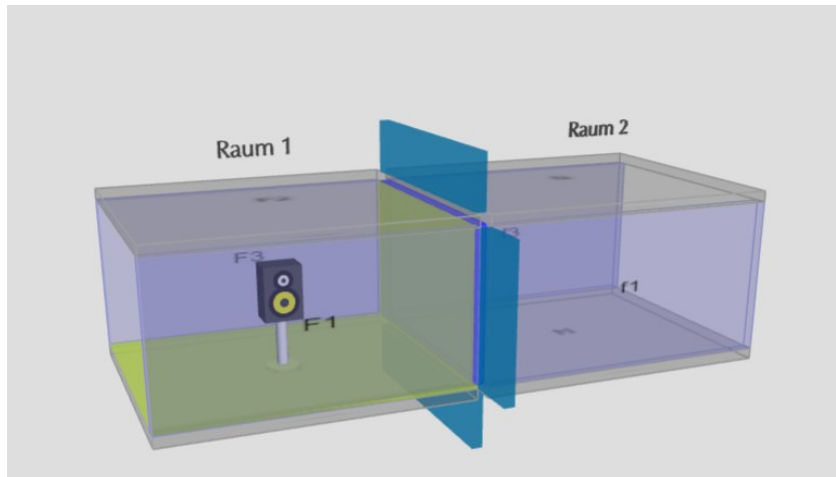


Abbildung 9: schematische Darstellung der Verbesserung durch eine Vorsatzschale am Trennbauteil

Die exakte Berechnung der verschiedenen Übertragungswege zeigt, dass die Übertragung über das trennende Bauteil mit einer schallschutztechnischen Verbesserung von $\Delta R > 10$ dB maßgeblich verringert werden kann. Die Schallübertragung über die direkte Trennwand trägt nur noch zu 13 % bei, eine weitere Verbesserung ist dann hauptsächlich nur noch über die Flanken 1 und 3 möglich.

$$\begin{aligned}
 R_{Dd} &= 69,2 \text{ dB (statt vorher 56,4)} \\
 R_{F1,f} &= 64,3 \text{ dB, unverändert} \\
 R_{F2,f} &= 67,3 \text{ dB, unverändert} \\
 R_{F3,f} &= 64,3 \text{ dB, unverändert} \\
 R_{F4,f} &= 73,2 \text{ dB, unverändert}
 \end{aligned}$$

Die energetische Aufsummierung der verschiedenen Übertragungswege liefert als Endergebnis:

$$R'_w = 59,4 - 2 \text{ dB} = 57,4 \text{ dB} \geq 53 \text{ dB}$$



Nach alter Norm würde sich der Nachweis wie folgt gestalten:

- Das bewertete Luftschalldämm-Maß $R'_{w,R,300}$ ist nun nach Tabelle 8 des Beiblatt 1 zu ermitteln. Dies ergibt sich zu 55 dB.
- $K_{L,1} = 0$ dB, da die mittlere flächenbezogene Masse der Flanken unverändert bleibt.
- $K_{L,2} = +1$ dB, bleibt wiederum unverändert.

Nach Summenbildung ist erkennbar, dass auch nach alter Berechnungsvorschrift diese Sanierungsvariante zulässig wäre.

3.4.4 Vergleich der Berechnungsergebnisse

Ein direkter Vergleich der beiden Berechnungsverfahren zeigt hier, dass die quantitative Abschätzung mit dem neuen Verfahren nach DIN 4109:2016 wesentlich präziser ist.

Bauliche Situation	Berechnungsergebnis nach DIN 4109:1989	Berechnungsergebnis nach DIN 4109:2016
Ursprungszustand	$R'_{w} = 52 \text{ dB}$	$R'_{w} = 52,1 \text{ dB}$
Anbringung einer abgehängten Decke	$R'_{w} = 53 \text{ dB}$	$R'_{w} = 52,1 \text{ dB}$
Anbringung einer Vorsatzschale an der Außenwand	$R'_{w} = 53 \text{ dB}$	$R'_{w} = 52,5 \text{ dB}$
Anbringung einer Vorsatzschale am trennenden Bauteil	$R'_{w} = 56 \text{ dB}$	$R'_{w} = 57,4 \text{ dB}$

Tabelle 2: Zusammenstellung der berechneten resultierenden Bauschalldämm-Maße R'_{w} für die verschiedenen Sanierungsvarianten nach alter und neuer DIN 4109

Die Rechenverfahren nach DIN EN ISO 12354 lassen eine wesentlich genauere Abschätzung der akustischen Eigenschaften eines Gebäudes zu. Nicht nur im Sanierungsfall auch in der Neubauplanung können so schon im Vorfeld optimierte Lösungen entwickelt und nachgewiesen werden, welches in dem Umfang mit dem alten Rechenverfahren und vorliegenden Messwerten bislang nicht möglich war.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass naturgemäß ähnliche Ergebnisse zu erwarten sind: In beiden Fällen handelt es sich um Näherungslösungen der sich ergebenden physikalischen Wechselwirkungen zwischen Schall, Bauteilen und geometrischen Eigenschaften des Raumes.

3.5 Einflussgrößen beim neuen Verfahren nach DIN 4109:2016

Ein oft genannter Kritikpunkt am neuen Verfahren nach DIN 4109:2016 ist, das neue Verfahren führe dazu, dass bei kleinen Räumen die Anforderungen nicht mehr eingehalten werden können.

Dadurch, dass im neuen Verfahren die Länge der Kanten der Stoßstellen zwischen trennenden und flankierenden Bauteilen und insbesondere das Verhältnis zwischen Übertragungsfläche und der gemeinsamen Kantenlänge in das Ergebnis einfließen, ist eine Abhängigkeit des berechneten Luftschalldämm-Maßes von der Übertragungsfläche vorhanden: Je größer die Fläche, desto geringer wird im Verhältnis der Einfluss der Kanten und damit der Einfluss der indirekten Übertragungswege. In Abbildung 10 ist das berechnete Luftschalldämm-Maß R'_{w} für das oben genannte Beispiel mit verschiedenen Größen der Trennflächen berechnet. Die Raumhöhe blieb dabei unverändert, so dass sich in erster Linie die Kanten Decke/Trennwand und Trennwand/Boden im Verhältnis zur Trennfläche ändern. Der Abbildung ist deutlich zu entnehmen, dass mit wachsender Trennfläche das berechnete Luftschalldämm-Maß zunimmt und sich mehr und mehr den Eigenschaften des trennenden Bauteils annähert, da im Verhältnis der Einfluss der flankierenden Bauteile kleiner wird.

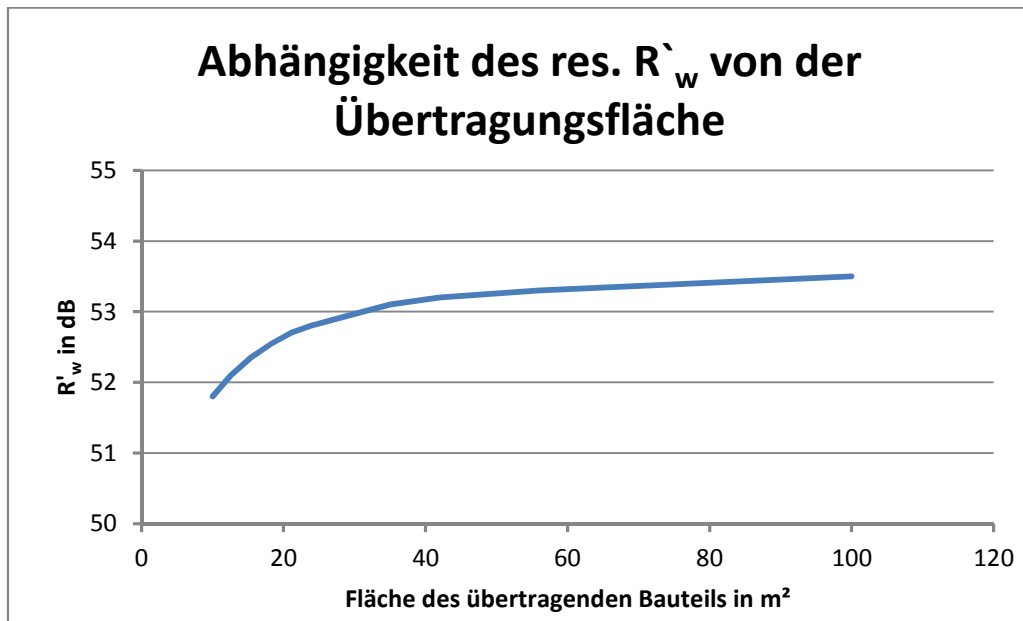


Abbildung 10: Darstellung der Abhängigkeit des normativ berechneten Luftschalldämm-Maßes von der Übertragungsfläche im oben diskutierten Beispiel

Bei dem in der DIN 4109:2016 definierten, bauteilbezogenen Verfahren zur Bestimmung des Luftschalldämm-Maßes R'_w spielt das Volumen insbesondere des Empfangsraums keine Rolle. Der real existierende Einfluss des Raumvolumens und der Absorption im Empfangsraum kann mit dem normativen Verfahren nicht erfasst werden.

$$R'_w = D_{n,T,w} + 10 \log \frac{S}{0,32 V_e}$$

Wird jedoch zur Beurteilung des Schallschutzes die nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz $D_{n,T,w}$ herangezogen, so spielt das Volumen (siehe Definition des Luftschallschutzes, Kapitel 1) eine wichtige Rolle:

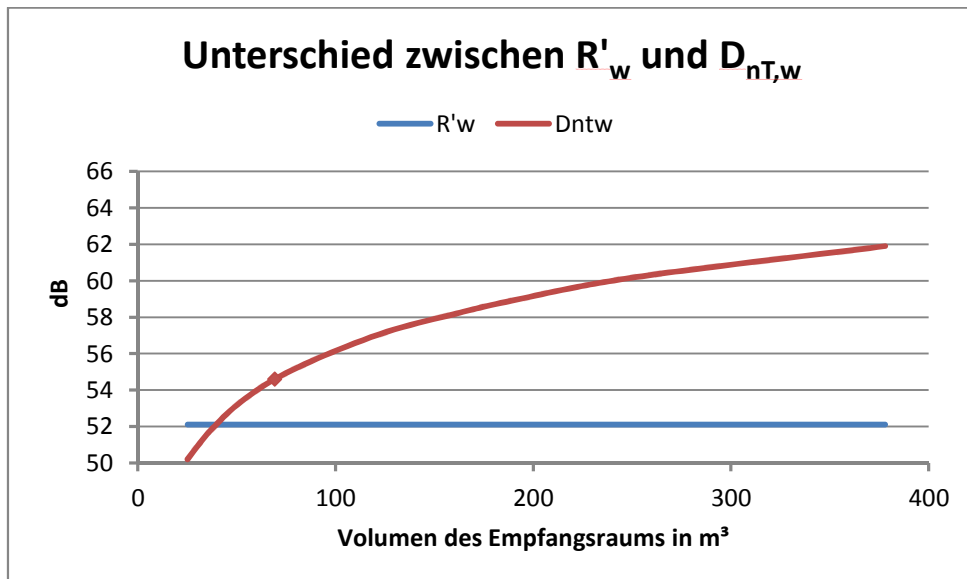


Abbildung 11: Darstellung der Differenzen zwischen R'_w und $D_{nT,w}$ und der Volumenabhängigkeit im oben diskutierten Beispiel

4. Besonderheiten beim Leichtbau

Der Leichtbau (Holz-, Skelett-, Trockenbauweise) weist gegenüber dem klassischen Massivbau einige Besonderheiten auf:

- Übertragung über flankierende, leichte Bauteile kann stärker ausgeprägt sein als die Schallübertragung über das Trennbauteil. Da die Bauteile sehr leicht sind, ist es leichter diese zu Schwingungen anzuregen und damit Schallenergie einzubringen.
- Bei den Übertragungen über die Flanken überwiegt häufig der Übertragungsweg Flanke – Flanke, da in aller Regel das trennende Bauteil entkoppelt ist. Die Übertragungswege Direkt – Flanke und Flanke – Direkt sind vernachlässigbar (siehe auch Abbildung 12)
- Im Leichtbau können meist die Decke (schwer und massiv), als auch der Fußboden (schalltechnisch entkoppelt durch den schwimmender Estrich) vernachlässigt werden.

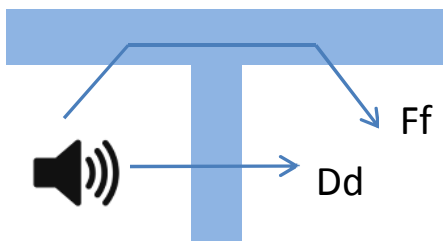


Abbildung 12: Darstellung der Übertragungswege im Leichtbau

4.1 Definition des Beispiels aus dem Leichtbau

In einem klassischen Bürogebäude in Skelettbauweise ist folgende Flursituation gegeben. Von Interesse ist die Trennwand in Trockenbauweise zwischen zwei Büroräumen.

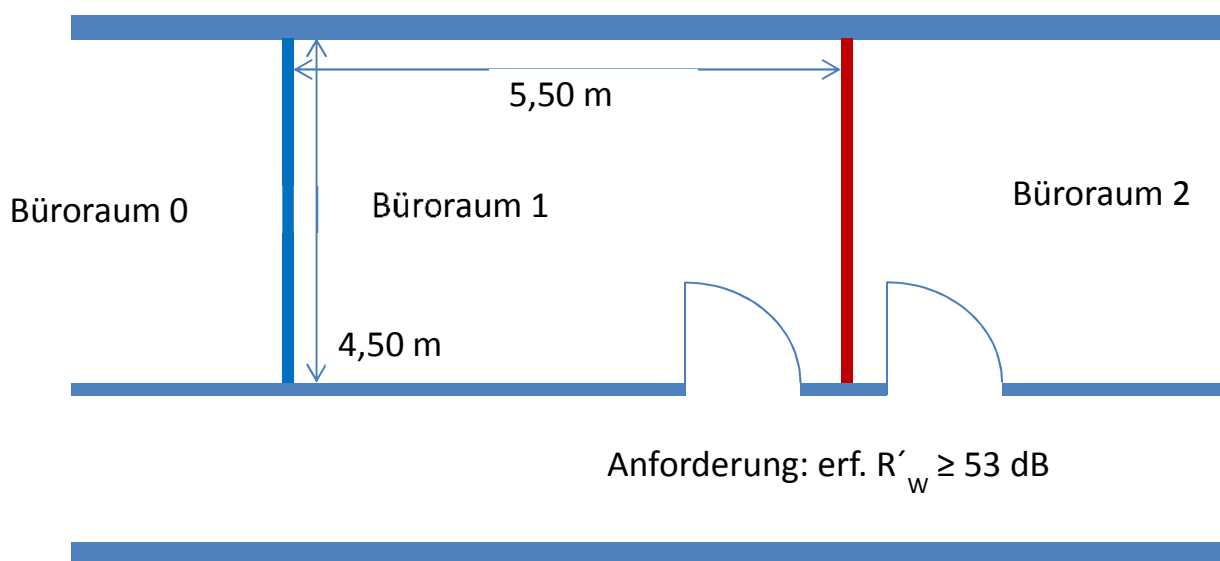


Abbildung 13: bauliche Situation für das Beispiel 2, Leichtbau

Die Konstruktion selber ist wie folgt aufgelistet ausgeführt:

- Trennendes Bauteil
MW22RF, Rigi Profil 2 x CW 50, je 2 x 12,5 Rigips RF, 2 x Isover MW 40 mm,
 $R_w = 63$ dB
- Flanke 1: Innenwand
MW22-D-WT-3, 2 x CW 50, je 2 x 12,5 Bauplatte RB, 2 x MW 40 mm, durchlaufend,
 $R_{L,n,w} = 59$ dB
- Flanke 2: Decke
Beton 0,20 m, Rohdichte 2400 kg/m³, unterseitig verputzt
 $R_{L,n,w} = 65,4$ dB
- Flanke 3: Außenwand
angesetzte Vorsatzschale durchlaufend mit Fugenschnitt in der Platte und Massivwand mit
 $m' = 300$ kg/m², $R_{L,n,w} = 59$ dB
- Flanke 4: Fußboden
wie Decke mit Estrich 80 kg/m² auf Trittschalldämmung ($s' < 20$ MN/m³), Trennfuge,
 $R_{L,n,w} = 70$ dB

4.2 Nachweismöglichkeiten nach DIN 4109:1989

Im Bereich des Leichtbaus sah die alte DIN 4109:1989 prinzipiell zwei Nachweismöglichkeiten vor: Ein vereinfachter Nachweis und ein rechnerischer Nachweis mit genauerer Berücksichtigung möglicher Flankenübertragungen.

Der vereinfachte Nachweis trägt den zuvor geschilderten physikalischen Effekten Rechnung. Wenn nachgewiesen werden kann, dass das Luftschalldämm-Maß des Trennbauteils als auch die Schalllängsdämm-Maße der maßgeblichen Flanken jeweils mehr als 5 dB über den Anforderungen liegen, ist der Nachweis erbracht. Die Idee, die hinter diesem sehr einfachen Ansatz liegt, ist die Tatsache, dass eine energetischen Addition dreier Übertragungswege mit einem Dämm-Maß von beispielsweise jeweils 58 dB zu einem resultierenden Dämm-Maß von > 53 dB führt.

$$R_{w,R} \geq \text{erf. } R'_w + 5 \text{ dB}$$

$$R_{L,w,R,i} \geq \text{erf. } R'_w + 5 \text{ dB}$$

Für den vereinfachten Nachweis nach DIN 4109:1989 ergibt sich im vorliegenden Beispiel, dass das Trennbauteil den normativen Anforderungen genügt, sofern die Herstellerangaben diesem Nachweis zu Grunde gelegt werden. Wird dieser vereinfachte Nachweis mit Tabellenwerten nach DIN 4109:1989, Beiblatt 1 geführt, so ist dieser Nachweis nicht erbracht, da beispielsweise die Dämmung der Schalllängsleitung der Innenwand $R_{L,w,R} = 57$ dB nach Tabelle 32, Beiblatt 1, DIN 4109:1989 zu gering wäre.

Der exakte Nachweis nach DIN 4109:1989 basiert auf der energetischen Addition der 5 zu berücksichtigenden Übertragungswege:

- Direkt – direkt
charakterisiert durch $R_{w,R}$, dem Luftschalldämm-Maß des trennenden Bauteils ohne Flankenübertragung
- Flanke – flanke
charakterisiert durch $R_{L,n,w,i}$, den jeweiligen Längsschalldämm-Maßen der betreffenden Bauteile

$$R'_{w,R} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{w,R}}{10}} + \sum_{i=1}^4 10^{\frac{-R_{L,n,W,i}}{10}} \right)$$

Energetische Addition sämtlich maßgeblicher Übertragungswege ergibt, dass dieser Aufbau nach Herstellerangaben zulässig wäre und den erfordernten Mindestschallschutz einhält (Das Ergebnis des vereinfachten Nachweises wird bestätigt):

$$R'_{w,R} = 53 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_w = 53 \text{ dB}$$

4.3 Nachweis nach DIN 4109:2016

Nach neuer Norm 4109:2016 wird das resultierende Luftschalldämm-Maß durch die energetische Addition der maßgeblichen Übertragungswege berechnet. Wie bisher auch sind neben dem direkten Übertragungsweg durch die Entkopplung lediglich die Übertragungswege Flanke – Flanke zu berücksichtigen:

$$R'_w = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=i}^n 10^{\frac{-R_{Ff,w,i}}{10}} \right)$$

Im Gegensatz zur früheren Beschreibung wird nun die Übertragung der Flanken mit Hilfe der Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ charakterisiert. Damit kann bei entsprechender Berücksichtigung der Kantenlänge ($l_{\text{Labor}} = 4,5 \text{ m}$ für horizontale Kanten, $l_{\text{Labor}} = 2,8 \text{ m}$ für vertikale Kanten) und der Übertragungsfläche ($S_0 = 10 \text{ m}^2$) ein Flankenschalldämm-Maß $R_{Ff,w}$ berechnet werden:

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \log \left(\frac{l_{\text{Labor}}}{l_f} \right) + 10 \log \left(\frac{S_s}{10 \text{ m}^2} \right)$$

Die Berechnung mit den angegebenen Zahlenwerten im Beispiel ergibt:

$$R'_w = 53,4 \text{ dB} \geq 53 \text{ dB}$$

Damit sind praktisch keinerlei Unterschiede zwischen den Berechnungen nach alter und neuer Norm erkennbar. Die hier zu Grunde zu legenden Schalldämm-Maße R_w wurden weitgehend aus dem Rechenwerten $R_{w,R}$ der alten DIN 4109 Beiblatt 1:1989-11, Tabelle 23, durch Addition von 2 dB ermittelt und übernommen.

Einzige Differenz ist die formelmäßige Beschreibung der Flankenübertragung. Das Schalllängsdämm-Maß wurde dabei durch die Norm-Flankenschallpegeldifferenz ersetzt. Mit dieser Differenz ergibt sich wie bei den massiven Bauteilen eine Abhängigkeit von der Übertragungsfläche, die sich im gezeigten Beispiel kaum auswirkt, da die gewählten geometrischen Randbedingungen den Bezugsgrößen entsprechen.

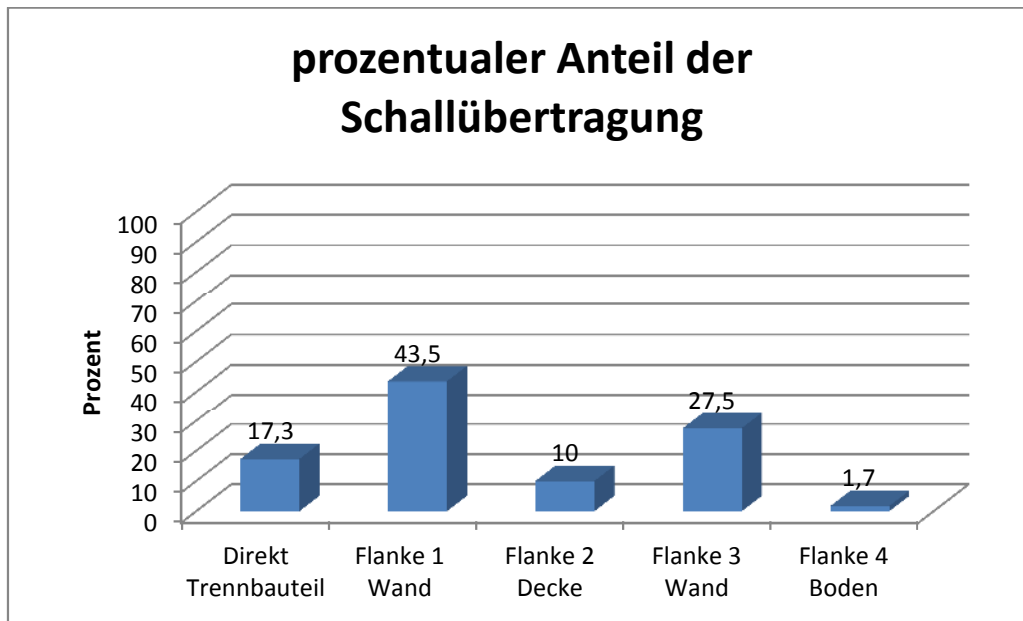


Abbildung 14: Verteilung der Schallübertragung Beispiel 2, Leichtbau, Hauptübertragung findet durch die beiden leichten Flanken der Wände statt

4.4 Einfluss der Übertragungsfläche

Durch die genaue Berechnung des Verhältnisses zwischen Übertragungsfläche und Kanten zu den flankierenden Bauteilen wächst mit sinkender Fläche der Einfluss der Flankenübertragung. Für den Leichtbau sind folgende Bezugsgrößen zu berücksichtigen:

- horizontale Kante 4,5 m
- vertikale Kante 2,8 m
- Fläche 10 m²

In Abbildung 15 sind die Luftschalldämm-Maße dargestellt, die sich rechnerisch bei größerer Übertragungsfläche ergeben. Es ist erkennbar, dass der Einfluss der Flanken im Leichtbau größer ist als im Massivbau. Im Massivbau zeigte die vergleichbare Darstellung (Abbildung 10) lediglich eine Spreizung von ± 2 dB. Weiterhin ist deutlich zu erkennen, dass größere Bezugsgrößen zu einer Verbesserung des Luftschallschutzes führen.

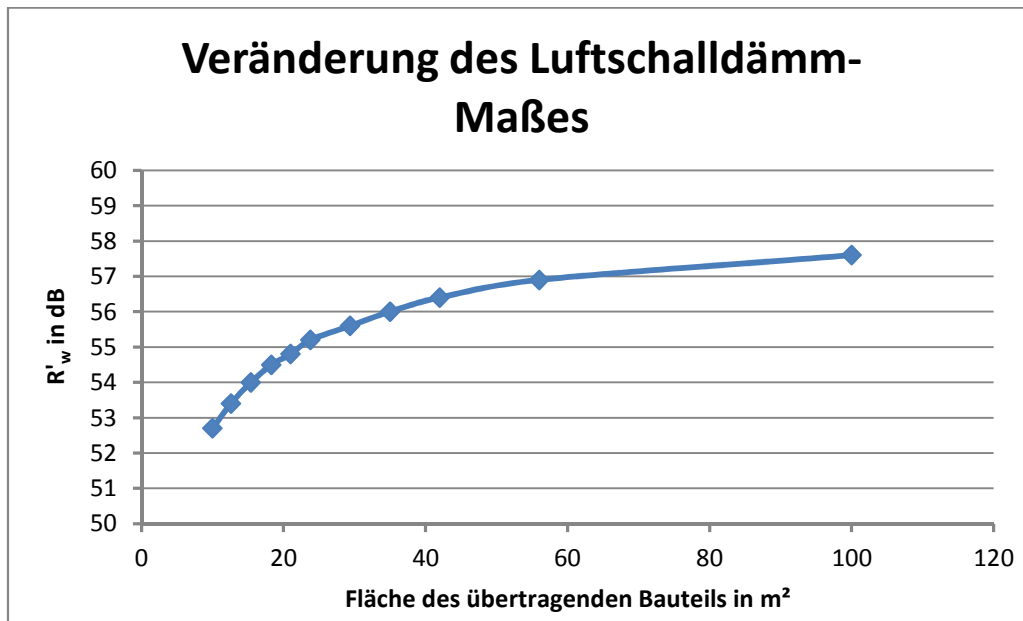


Abbildung 15: Darstellung der Abhängigkeit des normativ berechneten Luftschalldämm-Maßes von der Übertragungsfläche im oben diskutierten Beispiels im Leichtbau

Kontrollrechnungen haben gezeigt, dass bei kleinen Flächen und ungünstigen Kantenverhältnissen im normativen Bereich lediglich Abweichungen von -1 dB zu beobachten sind. Das bedeutet, dass auch nach dem neuen Verfahren eine überschlägige Abschätzung des Schalldämm-Maßes in Analogie zum vereinfachten Nachweis nach DIN 4109:1989 möglich ist. Wenn die folgend angegebenen Randbedingungen eingehalten werden, sollte in aller Regel die exakte Berechnung das Ergebnis bestätigen (Übertragungsfläche > 15 m²):

- $R_{Dd,w}$ > erf. $R'_w + 5$ dB + 2 dB Unsicherheitsbeitrag
> erf. $R'_w + 7$ dB
- $D_{n,f,w}$ > erf. $R'_w + 5$ dB + 2 dB Unsicherheitsbeitrag + 1 dB Umrechnung $R_{L,w,R}$ in $D_{n,f,w}$
> erf. $R'_w + 8$ dB

5. Weitere Änderungen

5.1 Begrenzung der Übertragungsfläche

In der DIN 4109:2016 wird eine neue feste untere Grenze bei der Übertragungsfläche festgelegt. Unterhalb einer Übertragungsfläche von < 10 m² ist das normative Verfahren nicht mehr anwendbar. Unterhalb dieser Grenzfläche werden die zusätzlichen Übertragungswege über die Flanken so dominierend, dass ein Bezug auf das Bauteil selber nicht mehr zulässig ist.

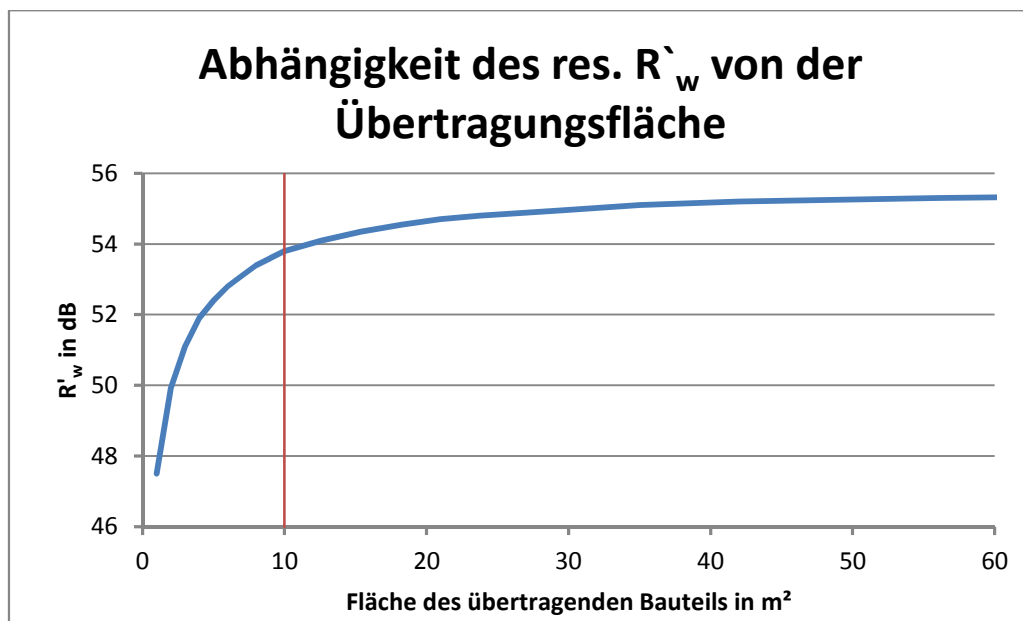


Abbildung 16: Darstellung des sich einstellenden resultierenden Luftschalldämm-Maßes bei Flächen kleiner 10 m² für das Beispiel aus dem Massivbau

Auch in früheren Ausgaben der DIN 4109 und den zugehörigen Prüfnormen gab es zum Teil unterschiedliche und auch wechselnde Begrenzungen auf 8 m², „Maximum aus Fläche oder Volumen/7,5“ und andere. Es handelte sich jeweils um den Versuch, das Konzept des „Bauteilbezogenen Schallschutzes“ für kleine Übertragungsflächen aufrecht zu erhalten. Nun erfolgt im Rahmen der Überarbeitung der DIN 4109:2016 die Festlegung auf minimal 10 m². Ansonsten ist die Norm-Pegeldifferenz $D_{n,w}$ anzugeben und zur Beurteilung des Schallschutzes der jeweiligen Situation heranzuziehen. Die Norm-Pegeldifferenz ist die auf die vorhandene Schallabsorption bezogene Schallpegeldifferenz.

$$D_{n,w} = L_1 - L_2 - 10 * \log \frac{A}{A_0}$$

5.2 Versetzte Grundrisse

Der genauere Ansatz nach DIN 4109:2016 erlaubt es nun auch exakter den Einfluss von versetzten Grundrissen zu berücksichtigen. Hier ist dann jeweils genau zu entscheiden, wie sich die Flanken im Empfangsraum ausbilden. Die Berechnungsmethodik bleibt ansonsten gleich. Näherungsweise lässt sich so ein Versatz berechnen.

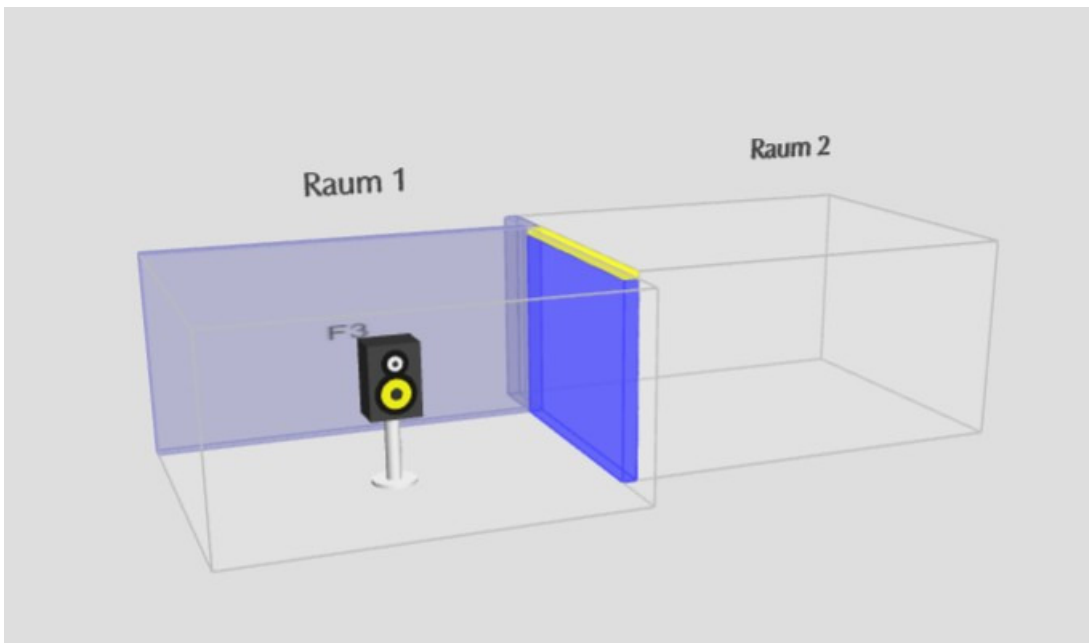


Abbildung 17: Darstellung der sich einstellenden Geometrie bei einem Versatz

Wichtige Randbedingungen sind, dass sich erst bei einem Versatz von mehr als 50 cm dieser so stark ausprägt, dass die explizite Berücksichtigung erforderlich ist. Gleichzeitig ist hier das Grenzkriterium der gemeinsamen Übertragungsfläche ($> 10 \text{ m}^2$) zu beachten. Eine Betrachtung über Raumgrenzen hinweg ist für den Luftschallschutz mit dem neuen Verfahren noch nicht möglich.

6. Quintessenz

1. Im direkten Vergleich führt das Verfahren nach DIN 4109:2016 zu vergleichbaren Ergebnissen!
2. Der Nachweis erfolgt nicht mehr in Schritten von ganzen Dezibel, sondern das Ergebnis wird auf 0,1 dB Genauigkeit berechnet und dann mit den Anforderungen (ganze Dezibel) verglichen.
3. Das bisherige Vorhaltemaß von 2 dB entfällt! Der Sicherheitsbeiwert (u_{prog}) von pauschal 2 dB im Luftschall wird erst am Ende der Berechnung abgezogen (quasi ein Nachhaltemaß) (Bauschalldämm-Maß: $R'_w - u_{\text{prog}} = R'_w - 2 \text{ dB}$)
4. Durch die genauere Berücksichtigung der Flankenübertragung beeinflussen die Größe der Übertragungsfläche und die Kantenlänge das Ergebnis im Einzelfall.
5. Gemeinsame Trennflächen $< 10 \text{ m}^2$ werden mit dem Verfahren nicht beurteilt, da dann die Schallübertragung über die Flankenwege überwiegen kann. (In diesem Fall ist ein Nachweis über die Pegeldifferenz D_{nw} zu führen)
6. Je größer die gemeinsame Trennfläche, umso geringer ist der Einfluss der Flanken und umso näher rückt das Ergebnis an die Leistungsfähigkeit des Trennbauteils.
7. Insbesondere beim Leichtbauverfahren führen Übertragungsflächen größer 15 m^2 in der Regel zu besseren Ergebnissen als beim alten Verfahren.
8. Das Volumen des Empfangsraums spielt bei der bauteilbezogenen Betrachtung (R'_w) keine Rolle. Bei der Berechnung der Standard-Schallpegeldifferenz ($D_{\text{nT,w}}$) hingegen schon.
9. Für den Massivbau führt das neue Verfahren zu einem Paradigmenwechsel: Keine Korrekturfaktoren eines mittleren Wertes, sondern eine vergleichsweise exakte Berechnung. Der Schallschutz-Rechner 2.0 beherrscht auch das Massivbauverfahren (exakte Stoßstellenbetrachtung)!
10. Beim Leichtbau bleibt der prinzipielle Ansatz mit der Berücksichtigung der direkten Schallübertragung (D_d) und der Schalllängsleitung (F_f) erhalten. Die Übertragungswege von Flanke auf das trennende Bauteil (F_d) bzw. andersherum (D_f) werden im Trockenbau nach wie vor nicht berücksichtigt.
11. Schalllängsdämm-Maße im Leichtbau werden nicht mehr mit dem Schalllängsdämm-Maß $R_{\text{L,w,R}}$ sondern mit der Norm-Flankenschallpegeldifferenz: $D_{\text{n,f,w}}$ charakterisiert (ist aus dem Schalllängsdämm-Maß errechenbar)
12. Bei ausreichend großer Fläche (siehe Punkt 7) ist für den Leichtbau eine grobe Abschätzung in Analogie zum vereinfachten Nachweis nach alter DIN 4109:1989 („5-dB-Regel“) zulässig:

R_w	\geq erf. $R'_w + 7 \text{ dB}$	(Anforderungswert + 5 dB + 2 dB „Nachhaltemaß“)
$D_{\text{n,f,w}}$	\geq erf. $R'_w + 8 \text{ dB}$	(Anforderungswert + 5 dB + 2 dB „Nachhaltemaß“ + 1 dB)