



**Schallschutz deutlich
besser als bei den Anderen –
ist doch ganz leicht**

Leichtbeton mit besten Werten

Schallschutz deutlich besser
als bei den anderen – ist doch ganz leicht

Prof.-Dr. Gerrit Höfker
Prof.-Dr.-Ing. Peter Lieblang

Hochschule Bochum

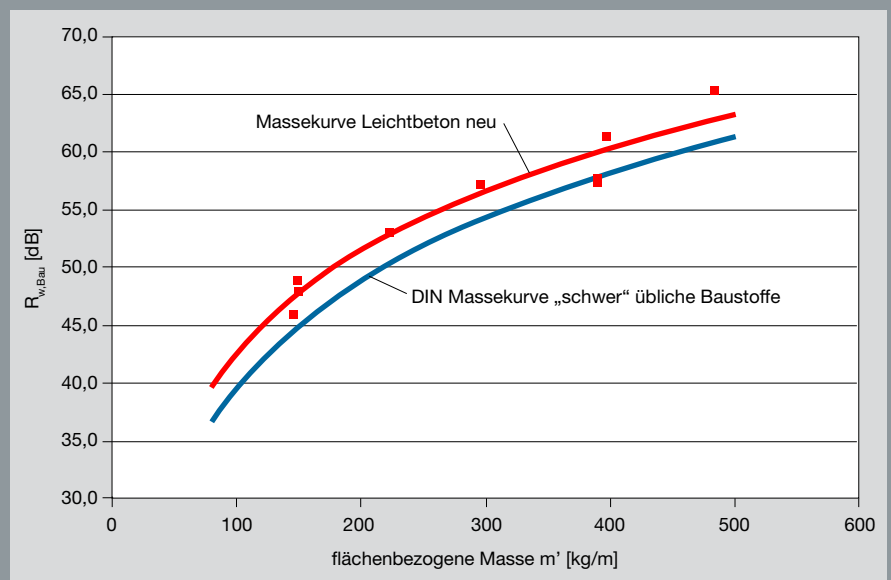
Vorwort Bundesverband Leichtbeton e.V.

Im Jahr 2007 ist die DIN 4109 volljährig geworden. Damit ist das Regelwerk für den baulichen Schallschutz zwar noch lange nicht so alt wie ihr Vorgängerdokument, das immerhin 27 Lenze zählte, weist aber dennoch einige Alterserscheinungen auf. Es ist daher zu begrüßen, dass derzeit eine Überarbeitung der DIN 4109 stattfindet, die der seit 1989 vollzogenen Entwicklung im Bereich der Baustoffe und Bauweisen Rechnung trägt und die Methodik des europäischen Regelwerks DIN EN 12354 übernimmt. Damit wird im Vergleich zu DIN 4109 (11.89) eine detailliertere Prognose des baulichen Schallschutzes möglich.

Im Zuge dieser Überarbeitung sind umfangreiche Forschungsvorhaben der Baustoffindustrie durchgeführt worden, die eine Absicherung der vorgeschlagenen Rechenverfahren und Stoffwerte für den Nachweis des baulichen Schallschutzes zum Ziel hatten. Auch die im Bundesverband Leichtbeton zusammengeschlossenen Hersteller von Bauprodukten haben sich an diesen Forschungsvorhaben beteiligt. Dabei wurde auch der Frage nachgegangen, wie sich der strukturelle Aufbau des Baustoffs Leichtbeton auf das Schalldämm-Maß von Wänden aus Leichtbetonmauerwerk auswirkt. Seit langem ist bekannt, dass sich die poröse Struktur von Leichtbeton vorteilhaft auf das Schall-

dämm-Maß von Leichtbetonkonstruktionen auswirkt. DIN 4109 (11.89) hat diese Erkenntnis umgesetzt, indem das aus der Massekurve ermittelte Schalldämm-Maß für Bauteile aus Leichtbeton um 2 dB erhöht wird. Allerdings wird dieser Bonus auf flächenbezogene Massen $m' \leq 250 \text{ kg/m}^2$ und Steinrohdichten $\rho \leq 0,8 \text{ kg/dm}^3$ beschränkt. Die im Rahmen der Forschungsvorhaben gewonnenen Messergebnisse zeigen nun, dass diese Einschränkung nicht sinnvoll ist. Stattdessen ergibt sich aus den vorliegenden Ergebnissen durch Regressionsrechnung eine gesonderte Massekurve für Mauerwerk aus Leichtbeton, die auch bei flächenbezogenen Massen $m' > 250 \text{ kg/m}^2$ oberhalb der Massekurve für homogene massive Baustoffe liegt.

Bild 1: Massekurve Entwurf DIN 4109



Einleitung

Der bauliche Schallschutz hat eine große Bedeutung für das Wohlbefinden der Nutzer. Zugleich lassen sich Mängel beim baulichen Schallschutz nur mit großem Aufwand beseitigen. Um alle gestellten Anforderungen an den baulichen Schallschutz zielsicher einhalten zu können, ist ein Verständnis grundlegender akustischer Zusammenhänge und die Kenntnis der Eigenschaften aller verwendeten Baustoffe erforderlich. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über den baulichen Schallschutz unter besonderer Berücksichtigung des Baustoffs Leichtbeton gegeben werden.

Schallübertragung durch Baukonstruktionen

Einschalige Konstruktionen

Die Schalldämmung R einschaliger Bauteile ergibt sich aus dem Bergerschen Massengesetz [1]:

$$R = 20 \cdot \lg \left[\frac{\pi \cdot f \cdot m'}{\rho_0 \cdot c_0} \cdot \cos \theta \right] \quad (1)$$

Dieses besagt, dass das Schalldämm-Maß R einer einschaligen Wand sowohl mit der Frequenz f als auch mit der flächenbezogenen Masse m' um 6 dB/Oktave ansteigt und bei senkrechtem Schalleinfall maximale Werte einnimmt. Die weiteren Größen ρ_0 , c_0 und θ sind die Dichte der Luft, die Schallgeschwindigkeit in Luft sowie der Schalleinfallswinkel. Überdies wird die Schalldämmung eines einschaligen Bauteils durch die Lage der Koinzidenzgrenzfrequenz, bei der die Biegewellen in der Platte und die Schallwellen in der Luft gleich lang sind, und den Verlustfaktor beeinflusst, der sich aus der material-spezifischen inneren Dämpfung und der Energieableitung in angrenzende Bauteile ergibt.

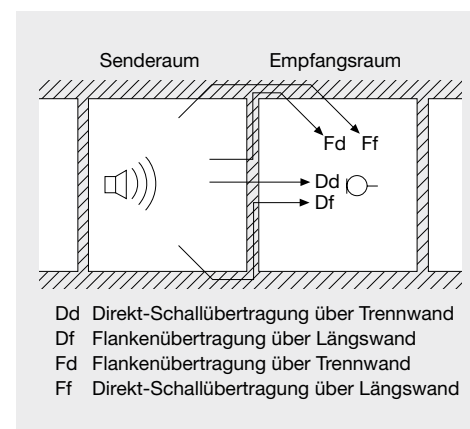
Zweischalige Konstruktionen

Im Vergleich zu den einschaligen Bauteilen wird die Schalldämmung von zweischaligen Bauteilen wie Stahlbetondecken mit schwimmenden Estrichen oder Trockenbauwänden im Wesentlichen von der Lage der Resonanzfrequenz f_0 des Masse-Feder-Systems, bestehend aus einer Wandschale, der (Luft-)Feder und der anderen Wandschale, bestimmt. Diese Resonanzfrequenz f_0 lässt sich mit

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{s' \cdot \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)} \quad (2)$$

berechnen. Hierbei ist s' die dynamische Steifigkeit der Luft- oder Dämmschicht in MN/m^3 , m'_1 die flächenbezogene Masse der ersten Wandschale in kg/m^2 und m'_2 die flächenbezogene Masse der zweiten Wandschale. Unterhalb der Resonanzfrequenz entspricht die Schalldämmung einem gleich schweren einschaligen Bauteil, bei der Resonanzfrequenz ist die Schalldämmung hingegen schlechter als beim gleich schweren einschaligen Bauteil. Oberhalb der Resonanzfrequenz steigt das Schalldämm-Maß mit 18 dB/Oktave an. Somit können diese Konstruktionen auch bei vergleichsweise geringer flächenbezogener Masse der Einzelschalen hohe Schalldämm-Maße erreichen, wobei die Resonanzfrequenz ausreichend tief sein muss. Für bauakustische Anwendungen sollte diese deutlich unter 100 Hz liegen.

Bild 2: Schallübertragung zwischen dem lauten Senderraum und dem leisen Empfangsraum über das trennende Bauteil und die flankierenden Bauteile



Schallübertragung zwischen Räumen

Übertragungswege

Die Schallübertragung zwischen Räumen erfolgt über die trennende Wand oder Decke sowie über die flankierenden Wände und Decken. Bild 2 zeigt exemplarisch an einer Trennwand und einer flankierenden Wand die verschiedenen Übertragungswege. Des Weiteren können sonstige Nebenwege wie Lüftungsrohre oder Kabelkanäle die Schalldämmung zwischen Räumen negativ beeinflussen.

Für jedes Flankenbauteil ergeben sich daher drei Übertragungswege. Im Einzelnen sind dies:

- Weg Ff: das Flankenbauteil nimmt im Senderaum Schall auf, leitet ihn weiter und strahlt den Schall in den Empfangsraum ab
- Weg Fd: das Flankenbauteil nimmt im Senderaum Schall auf, leitet ihn in das Trennbauteil weiter und dieses strahlt den Schall in den Empfangsraum ab
- Weg Df: das Trennbauteil nimmt im Senderaum Schall auf, leitet ihn in das Flankenbauteil weiter und dieses strahlt den Schall in den Empfangsraum ab

Für eine einfache Raumentrennung mit einer Trennwand, jeweils zwei flankierenden Wänden und Decken ergeben sich somit 13 Übertragungswege, die bei der Berechnung des Bau-Schalldämm-Maßes R' zu berücksichtigen sind.

Bei der Ermittlung der Flanken-Schalldämm-Maße sind die sogenannten Stoßstellen von entscheidender Bedeutung für das resultierende Bau-Schalldämm-Maß R' . Besteht beispielsweise eine kraftschlüssige Verbindung zwischen einer Trennwand und einer flankierenden Außenwand, so wird die Schalllängsleitung im Vergleich zu einer nicht kraftschlüssigen Verbindung deutlich reduziert. Ist hingegen die Mörtelfuge zwischen Trennwand und Außenwand gerissen oder werden leichte Montagewände verwendet, wird über die flankierende Außenwand aufgrund des niedrigen Stoßstellen-Dämm-Maßes mehr Schall übertragen.

Misst man das Bau-Schalldämm-Maß nach DIN EN ISO 140-4 von 1998 [2], wird im Senderaum ein Rauschen abgestrahlt und die Schalldruckpegel L_s im Senderaum und L_e im Empfangsraum gemessen.

$$R' = L_s - L_e + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad (3)$$

Das frequenzabhängige Schalldämm-Maß R' ergibt sich aus der Differenz der Schalldruckpegel, korrigiert mit der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A des Empfangsraumes sowie der Fläche des Trennbauteils S .

Berechnung der Schallübertragung zwischen Räumen

Zur detaillierten Berechnung der frequenzabhängigen Bau-Schalldämm-Maße R' sind also alle Schalldämm-Maße R der einzelnen Übertragungswege in den interessierenden Frequenzbändern zwischen 100 Hz und 3150 Hz zu betrachten. Die DIN EN 12354-1 [3] aus dem Jahr 2000 bietet hierzu ein detailliertes Berechnungsverfahren an. Solch aufwändige Berechnungen werden in der Regel mithilfe von Computerprogrammen durchgeführt.

Um den Rechenaufwand einerseits und die Informationsmenge andererseits zu reduzieren, kann auch mit Einzahlangaben gerechnet werden. Hierzu werden sogenannte bewertete Schalldämm-Maße R_w verwendet, bei denen aus dem frequenzabhängigen Verlauf der Schalldämm-Maße gemäß DIN EN ISO 717-1 von 1997 [4] eine Einzahlangabe durch Vergleich mit einer Bezugskurve berechnet wird. Diese Bezugskurve wird in Schritten von 1 dB gegen die Messwertkurve verschoben, bis die Summe der ungünstigen Abweichungen (Messkurve liegt somit unter der Bezugskurve) so nah wie möglich an 32 dB liegt, diesen Wert aber nicht überschreitet. Bei der Bewertung werden nur die Unterschreitungen der Bezugskurve berücksichtigt, eine Kompensation guter und schlechter Werte findet nicht statt. Der Einzahlwert entspricht dem Wert der Be-

zugskurve bei 500 Hz und hat keine Dezimalstelle.

Im vereinfachten Berechnungsverfahren gemäß DIN EN 12354-1 kann mit diesen Einzahlangaben gerechnet werden. Somit reduziert sich der Berechnungsaufwand auf die Ermittlung eines einzelnen Schalldämm-Maßes für jeden der bereits erwähnten 13 Übertragungswege. Aus diesen 13 Werten wird dann das Bau-Schalldämm-Maß berechnet.

Deutlich einfacher ist die Berechnung des bewerteten Schalldämm-Maßes nach der bauaufsichtlich eingeführten DIN 4109, Beiblatt 1, aus dem Jahr 1989 [5, 6, 7]. Hier werden bewertete Schalldämm-Maße von Trennwänden in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse und unter Berücksichtigung einer mittleren flächenbezogenen Masse der Flankenbauteile von 300 kg/m² angegeben. Weicht in der realen Bausituation die mittlere flächenbezogene Masse der Flankenbauteile von 300 kg/m² ab, so wird dies durch ein Korrekturglied berücksichtigt.

Mit zunehmender Vereinfachung der Berechnungsmethode gehen allerdings Detailinformationen verloren. Daher ist zu prüfen, ob etwaige vereinfachende Annahmen einer gewählten Berechnungsmethode für die jeweilige Bausituation zutreffen. So wird beispielsweise im Rechenverfahren der DIN 4109, Beiblatt 1, grundsätzlich von einer kraftschlüssigen Verbindung an den Stoßstellen ausgegangen, was bei der heute üblichen Stumpfstoßtechnik und bei Verwendung von unterschiedlichem Mauerwerk nicht mehr grundsätzlich vorauszusetzen ist. Des Weiteren ist bei der Verwendung von Einzahlangaben zu berücksichtigen, dass auch unterschiedliche frequenzabhängige Verläufe der Schalldämm-Maße R zum gleichen Einzahlwert R'_w führen können. Dies hat zur Folge, dass Geräusche aus Nachbarräumen unterschiedlich wahrgenommen werden.

Anforderungen an die Schalldämmung in Gebäuden

Weil die Wahrnehmung von Schall aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen oder von Außenlärm in der Regel als störend empfunden wird, werden Anforderungen an den baulichen Schallschutz gestellt. Die Anforderungen orientieren sich dabei am Schutzziel:

- Vermeidung von Störungen durch fremde Schallquellen bei Freizeitbeschäftigungen (Lesen, Fernsehen, Unterhaltung)
- Vermeidung von Beeinträchtigungen der Konzentrationsfähigkeit bei der Arbeit
- Gewährleistung der Vertraulichkeit von Gesprächen

- Vermeidung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch hohe Dauerschallpegel

Neben der Schallanregung auf der Sendeseite und der Schallübertragung durch Bauteile zwischen Send- und Empfangsseite hängt es auch von der (subjektiven) Wahrnehmung von Schall durch die betroffene Person ab, ob Schall als störend empfunden wird. Die geltenden baurechtlichen Anforderungen sollen gewährleisten, dass Menschen in Aufenthaltsräumen bei gegenseitiger Rücksichtnahme und Vermeidung ungewöhnlich starker Geräusche in benachbarten Räumen vor unzumutbaren Belästigungen geschützt werden. Ne-

ben den Anforderungen in DIN 4109 sind in den letzten Jahren auch von Gerichten mehrfach Entscheidungen zum geschuldeten Schallschutz von Baukonstruktionen getroffen worden. Dies betrifft in erster Linie die Anforderungen an Haustrennwände zwischen Reihen- und Doppelhäusern. In diesem Zusammenhang spielen die allgemein anerkannten Regeln der Technik [8] eine wichtige Rolle.

Anforderungen nach DIN 4109, 11.1989

Grundsätzlich lassen sich Anforderungen an den Schallschutz in zwei Kategorien einteilen [5, 9]. Erstens bestehen öffentlich-rechtliche Anforderungen, die in DIN 4109

Tabelle 1: Anforderungen an den Schallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109 (11.89)

	Bauteile	Anforderungen	
		erf. R'_w [dB]	erf. $L'_{n,w}$ (erf. TSM) [dB]
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen			
Decken	Decken unter/über Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	55	46 (17)
	Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	-	53 (10)
	Decken unter Laubengängen	-	53 (10)
	Decken und Treppen innerhalb von Wohnungen, die sich über zwei Geschosse erstrecken	-	53 (10)
	Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung	54	53 (10)
	Decken unter Hausfluren	-	53 (10)
Treppen	Treppenläufe und -podeste	-	58 (5)

	Bauteile	Anforderungen	
		erf. R'_w [dB]	erf. $L'_{n,w}$ (erf. TSM) [dB]
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen			
Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	53	
	Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	52	
	Wände neben Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen u. Ä.	55	
	Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	55	
Türen	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	27	
	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen – von Wohnungen führen	37	
Einfamilien-Doppelhäuser und Einfamilien-Reihenhäuser			
Decken	Decken	-	48 (15)
	Treppenläufe und -podeste und Decken unter Fluren	-	53 (10)
Wände	Haustrennwände	57	



festgelegt sind. Genehmigungsfähig sind Bauteile, die ein bewertetes Bau-Schall-dämm-Maß R'_w und/oder Norm-Trittschall-pegel $L'_{n,w}$ gemäß der nebenstehenden Tabelle 1 aufweisen. Die Anforderungen an den Schallschutz von Reihen- und Doppelhäusern sind dabei deutlich strenger als im Geschosswohnungsbau. Weitere Details zu Anforderungen an den Schallschutz im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau können dem Handbuch Leichtbeton [10] entnommen werden.

Zweitens enthält jeder Bauvertrag zivilrechtliche Vereinbarungen zum Schall-

schutz [12, 13]. Diese können über die Anforderungen der Bauaufsicht hinausgehen. Nach Maßgabe des BGH ist allein „durch Auslegung des Vertrages zu ermitteln, welcher Schallschutz geschuldet ist“ [9]. Um Missverständnisse auszuschließen, empfiehlt sich dringend die explizite Angabe von Zahlenwerten auf der Basis eines Schallschutznachweises. Beispielsweise können die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 als Vertragsbestandteil vereinbart werden. Allerdings kann auch durch sogenannte konkludente Vereinbarung, z. B. durch Beschreibung einer Konstruktions-

art und Baustoffqualität im Vertrag, der geschuldete Schallschutz bestimmt werden. Sogar die Beschreibung eines Hauses als besonders hochwertig oder komfortabel kann im Einzelfall als konkludente Vereinbarung zur Schallschutzqualität gewertet werden. Wenn keine der genannten Beschaffenheitsvereinbarungen erkennbar ist, gelten die allgemein anerkannten Regeln der Technik als vereinbart. Diese sind nicht notwendigerweise identisch mit DIN-Normen, welche nach Auffassung des BGH „private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter“ darstellen [9].

Anforderungen nach DIN 4109 (Entwurf 10.2006)

Im Zuge der Überarbeitung von DIN 4109 ist im Oktober 2006 ein Normentwurf mit Anforderungen an den Schallschutz zwischen fremden Wohn- und Arbeitsbereichen erschienen [11]. Anders als bei der DIN 4109 aus dem Jahr 1989 werden Anforderungen an den Schallschutz nicht mehr für die Werte des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes R'_{w} und den Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ sondern für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$

und den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ formuliert.

Diese Änderung berücksichtigt die Auswirkungen unterschiedlicher Raumgeometrien auf den Schallschutz und legt für die Räume eine Nachhallzeit von 0,5 s zugrunde. Im Ergebnis führt dies dazu, dass unabhängig von der Empfangsraumgröße der gleiche Schallschutz erreicht wird. Die Anforderungen berücksichtigen dabei nicht nur den Einfluss der Raumgrößen, sondern auch den – je nach Nutzung –

unterschiedlichen Grundgeräuschpegel. In der folgenden Tabelle sind die für den Wohnungsbau relevanten Anforderungen des Normentwurfs an den Luft- und Trittschallschutz zusammengestellt.

Die Gliederung der Raumgruppen kann Tabelle 4 entnommen werden.

Für Reihen- und Doppelhäuser werden $D_{nT,w} = 57$ dB und $L'_{nT,w} = 48$ dB gefordert.

Tabelle 2: Anforderungen an den Luftschallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109 (Entwurf 10.06)

Raumgruppe	Raumbeispiele	erf. $D_{nT,w}$ ^a in dB zwischen den Raumgruppen			
		WL 1	WL 2	WL 3	WL 4
WL 1 ^{bc}	alle Räume innerhalb abgeschlossener Wohnungen, Büros, Praxen u. Ä., einschließlich Küchen, Bäder, WC's, Flure und Nebenräume	53			
WL 2	wie WL 1, aber mit unmittelbarem Zugang zu Treppenträumen u. Ä. (z. B. Lofts)	53	53		
WL 3	Eingangsbereiche von Wohnungen, Büros und Praxen (Flure, Dielen)	53	53	53	
WL 4	Gemeinschafts- und nicht gewerbliche Sporträume, Fitnessräume u. Ä.	58	58	58	55
WL 5 ^d	ruhige Speisegaststätten bis 22 Uhr und Verkaufsstätten mit geringer Geräuschentwicklung	55	55	55	55
WL 6 ^d	übliche Gaststätten, Imbissstuben, Verkaufsstätten mit erhöhter Geräuschentwicklung	62	62	62	55
WL 7 ^d	laute Gaststätten mit Musik und Tanz	72	72	72	65
WL 8 ^p	Diskotheken und Kegelbahnen	85	85	85	85
WL 9 ^p	Treppenträume, Erschließungsflächen und -flure	53	40	30	40
WL 10	Sammelgaragen einschl. Durch- und Einfahrten	55	55	55	55
WL 11	Räume für technische Anlagen (Aufzug, Heizung usw.)	Die Werte der Tabelle 11 sind einzuhalten.			
WL 12	Gewerbebetriebe, sofern nicht vorstehend erwähnt				

^a Bei Räumen mit Abmessungen senkrecht zur Wohnungstrennwand < 3 m ist der Nachweis für R'_{w} mit dem für $D_{nT,w}$ geforderten Wert zu führen.

^b Diskotheken und Kegelbahnen dürfen nicht an Räume der Gruppe WL 1 bis WL 5 grenzen, weil Störungen trotz des hohen bautechnischen Aufwands für den Schallschutz nicht ausgeschlossen werden können.

^c Bei Einfamilienhäusern mit 2 WE beträgt erf. $D_{nT,w}$ nach Zeile 1 bei vertikaler Schallübertragung 51 dB.

^d Zusätzlich sind die Anforderungen nach Tabelle 11, Zeilen 3 und 4, einzuhalten.

Anmerkung: WL bedeutet „Wohnung, Luftschallschutz“

Tabelle 3: Anforderungen an den Trittschallschutz im Wohnungsbau nach DIN 4109 (Entwurf 10.06)

Raumgruppe	Raumbeispiele	zulässiger bewerteter Standard-Trittschallpegel zul. $L'_{nT,w}$ in dB der Baukonstruktion zwischen den Raumgruppen	
		WT 1	WT 2
WT 1	Wohnräume, Praxen, Gäste- und Krankenzimmer, übliche Büros u. Ä. einschl. Flure, Bäder und WC's	55a	60
WT 2	Ebenerdige Durchfahrten, Durchgänge, Loggien, Terrassen und Laubengänge Balkone > 8 m ²	55	
WT 3	Gemeinschafts- und nicht gewerbliche Sporträume, Fitnessräume u. Ä., Gaststätten, einschl. Küchen	35	
WT 4	Treppenträume, Erschließungsflächen, Gaststätten ohne Tanz, Einzelhandelsgeschäfte	45	
WT 5	Kegel- und Bowlingbahnen	15 ^b	

^a Für Räume < 22m³ gilt zul. $L'_{nT,w} - 2$ dB

^b Anlagen von Kegel- und Bowlingbahnen in Zweckbauten erfordern besondere schallschutztechnische Maßnahmen.

Anmerkung: WT bedeutet „Wohnungen, Trittschallschutz“

Tabelle 4: Gliederung der Raumgruppen nach DIN 4109 (Entwurf 10.06)

Raumgruppe	Raumbeispiele	Charakteristiken der Räume		
		Geräuschempfindlichkeit	Geräuschentwicklung	Vertraulichkeit
WL 1	alle Räume innerhalb abgeschlossener Wohnungen, Büros, Praxen u. Ä., einschließlich Küchen, Bäder, WC's, Flure und Nebenräume	hoch	zeitweilig hoch	sehr hoch
WL 2	wie WL 1, aber mit unmittelbarem Zugang zu Treppenräumen u. Ä. (z. B. Lofts)	hoch	zeitweilig hoch	sehr hoch
WL 3	Eingangsbereiche von Wohnungen, Büros und Praxen (Flure, Dielen)	mittel	zeitweilig hoch	hoch
WL 4	Gemeinschafts- und nicht gewerbliche Sporträume, Fitnessräume u. Ä.	gering	hoch	gering
WL 5	ruhige Speisegaststätten bis 22 Uhr und Einzelhandelsgeschäfte mit geringer Geräuschentwicklung	mittel	gering	gering
WL 6	Gaststätten, Imbissstuben, Verkaufsstätten mit erhöhter Geräuschentwicklung	mittel	zeitweilig hoch	gering
WL 7 ^{a,b}	laute Gaststätten mit Livemusik und Tanz	gering	sehr hoch	kein
WL 8 ^{a,b}	Diskotheken und Kegelbahnen	gering	sehr hoch	kein
WL 9	Treppenräume, Erschließungsflächen und -flure	keine	zeitweilig hoch	kein
WL 10	Sammelgaragen einschl. der Durch- und Einfahrten	keine	hoch	kein
WL 11	Räume für technische Anlagen (Aufzug, Heizung, Lüftung, Entsorgung etc.)	keine	hoch	kein
WL 12	Gewerbebetriebe, sofern nicht vorstehend erwähnt	von der Art des Betriebes abhängig		

^a In Gebäuden mit Wohnungen störungsfrei nicht möglich.

^b Räume dieser Raumgruppen sollten nicht an Räume der Raumgruppe WL 1 grenzen.

Tabelle 5: Raumgruppen für den Trittschallschutz in Gebäuden, die ganz oder teilweise Wohnzwecken dienen und in denen Trittschall (oder Körperschall am Boden) wechselnder Stärke und Häufigkeit erzeugt werden kann und die hinsichtlich der Einwirkung von Trittschall unterschiedlich empfindlich sind

Raumgruppe	Raumbeispiele nach Tabelle B.1	zulässiger bewerteter Standard-Trittschallpegel zul. $L'_{nT,w}$ in dB der Baukonstruktion zwischen den Raumgruppen	
		WT 1	WT 2
WT 1	Wohnräume, Praxen, Gäste- und Krankenzimmer, übliche Büros u. Ä. einschl. Flure, Bäder und WC's	hoch	mittel
WT 2	Durchfahrten, Durchgänge, Loggien, Terrassen und Laubengänge	mittel/keine	zeitweise hoch
WT 3 ^a	Gemeinschafts- und nicht gewerbliche Sporträume, Fitnessräume u. Ä., Gaststätten mit Musik und/oder Tanz, einschl. Küchen	gering	zeitweise sehr hoch
WT 4	Treppenräume, Erschließungsflächen, Gaststätten ohne Tanz, Einzelhandelsgeschäfte	keine	zeitweise hoch
WT 5	Kegel- und Bowlingsbahnen ^b	keine	hoch

^a Räume dieser Raumgruppen sollten nicht an Räume der Raumgruppen WT 1 angrenzen.

^b in Gebäuden mit Wohnungen störungsfrei nicht möglich.

Schallschutz mit Leichtbeton

Der Baustoff Leichtbeton

Leichtbeton besteht – wie jeder andere (Normal-)Beton auch – aus den Rohstoffen Zement, Wasser und Gesteinskörnungen. Darüber hinaus können dem Leichtbeton Zusatzstoffe und/oder Zusatzmittel zugegeben werden, um die Eigenschaften gezielt an die gestellten Anforderungen anzupassen. Die Eigenschaften von Leichtbeton werden sowohl durch die Hydratation des Bindemittels Zement als auch durch die verwendeten Gesteinskörnungen bestimmt.

Zur Herstellung von Leichtbeton kommen nur Gesteinskörnungen zum Einsatz, die eine Rohdichte von nicht mehr als 2.000 kg/m³ bzw. eine Schüttdichte von maximal 1.200 kg/m³ aufweisen. Diese Gesteinskörnungen können aus natürlichen Vorkommen gewonnen oder industriell hergestellt werden. Grundsätzlich ist auch die Verwendung rezyklierter leichter Gesteinskörnungen oder industrieller Nebenprodukte möglich. Mitgliedswerke, die im Bundesverband Leichtbeton zusammengeschlossen sind, verwenden einerseits natürliche leichte Gesteinskörnungen, z. B. Bims aus den Vorkommen des Neuwieder Beckens, die vulkanischen Ursprungs sind. Andererseits kommen leichte Gesteinskörnungen zum Einsatz, die aus dem natürlichen Rohstoff Ton mithilfe eines industriellen Brennprozesses hergestellt werden. Für beide Arten leichter Gesteinskörnungen gilt, dass sie eine poröse Struktur aufweisen. Diese wirkt sich bei Produkten mit Gesteinskörnungen positiv auf die Wärmeleitfähigkeit und die

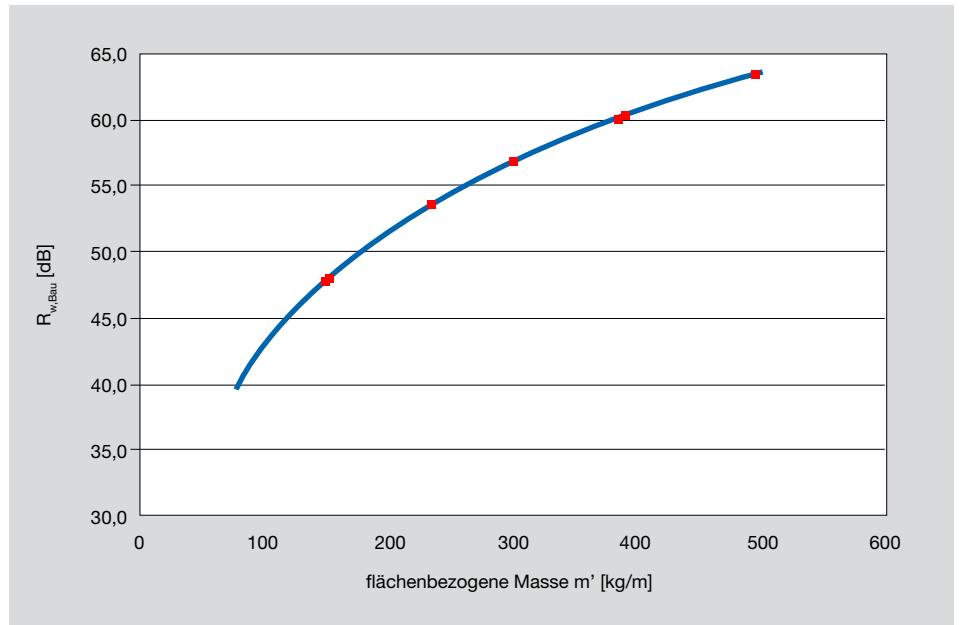


Bild 3: Massekurve für Mauerwerk aus Leichtbetonsteinen

Schalldämmung der Bauteile aus. Einzelheiten zur Herstellung und eine Produktübersicht können dem Leichtbeton-Handbuch entnommen werden.

Bauakustische Eigenschaften

Zur Ermittlung der bauakustischen Eigenschaften von Leichtbeton sind zahlreiche Messungen in bauakustischen Prüfständen durchgeführt worden. Ziel dieser Messungen war es, eine sogenannte Massekurve zu bestimmen, mit der das bewertete Schalldämm-Maß R_w aus der flächenbezogenen Masse einer Leichtbetonkonstruktion einfach zu ermitteln ist. Die Ergebnisse der Messungen sind in [14] enthalten. Für

die Ermittlung einer Massekurve werden die in diesem Bericht genannten Verfahren angewendet. Dabei ist auch der [15] angegebene Verlustfaktor für die in-situ-Korrektur übernommen worden. Als Gleichung zur Bestimmung des Schalldämm-Maßes $R_{w,Bau}$ ergibt sich damit

$$R_{w,Bau} = 29,7 \cdot \lg \left(\frac{m'}{m_0} \right) - 16,9 \quad (4)$$

wobei m_0 mit 1 kg/m² anzusetzen ist. In Bild 3 ist die Kurve grafisch dargestellt.

In Tabelle 6 sind die so ermittelten Massekurven für Bauteile mit flächenbezogenen Massen von 160 kg/m² bis 500 kg/m² ausgewertet.

Tabelle 6: Berechnetes Schalldämm-Maß nach Gleichung 4 für Bauteile aus Leichtbeton mit flächenbezogenen Massen zwischen 150 kg/m² und 500 kg/m²

m' [kg/m²]	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
R _{w,Bau} [dB]	49	50	51	53	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61	62	62	63	63

Beispiel

Beispielhaft wird im Folgenden die horizontale Schallübertragung zwischen zwei Wohnräumen nach dem Verfahren der DIN 4109, Beiblatt 1, sowie dem verein-

fachten Verfahren der DIN EN 12354-1 angeben. Überdies ist das Berechnungsergebnis nach DIN EN 12354-1 unter Verwendung der Massekurve aus Gleichung 4 dargestellt.

Trennwand aus Leichtbeton, beidseitig verputzt	Außenwand aus Leichtbeton, beidseitig verputzt	Innenwand aus Leichtbeton, beidseitig verputzt	Boden aus Stahlbeton mit schwimmendem Estrich	Decke aus Stahlbeton
$d = 0,24 \text{ m}$	$d = 0,30 \text{ m}$	$d = 0,24 \text{ m}$	$d = 0,20 \text{ m}$	$d = 0,20 \text{ m}$
$S = 4,5 \text{ m} \cdot 2,8 \text{ m}$	$S = 4,5 \text{ m} \cdot 2,8 \text{ m}$	$S = 4,5 \text{ m} \cdot 2,8 \text{ m}$	$S = 4,5 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m}$	$S = 4,5 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m}$
$\rho = 1.720 \text{ kg/m}^3$	$\rho = 590 \text{ kg/m}^3$	$\rho = 1.720 \text{ kg/m}^3$	$\rho = 2.300 \text{ kg/m}^3$	$\rho = 2.300 \text{ kg/m}^3$
$m' = 433 \text{ kg/m}^2$	$m' = 197 \text{ kg/m}^2$	$m' = 433 \text{ kg/m}^2$	$m' = 460 \text{ kg/m}^2$	$m' = 460 \text{ kg/m}^2$
T-Stoß starr	T-Stoß starr	T-Stoß starr	T-Stoß starr	T-Stoß starr
bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN 4109 Beiblatt 1 (Vorhaltemaß von 2 dB berücksichtigt)				$R'_{w,R} = 54 \text{ dB}$
bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN EN 12354-1, vereinfachtes Verfahren				$R'_w = 56 \text{ dB}$
bewertetes Schalldämm-Maß nach DIN EN 12354-1, vereinfachtes Verfahren, Eingangswerte aus Massekurve für Leichtbeton nach Gleichung 4				$R'_w = 58 \text{ dB}$

Literatur

- [1] Berger, R.: Über die Schalldurchlässigkeit. Dissertation, Technische Hochschule München, 1911.
- [2] DIN EN ISO 140-4 (12.1998): Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden.
- [3] DIN EN 12354-1 (12.2000): Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Luftschalldämmung zwischen Räumen.
- [4] DIN EN ISO 717-1 (1.1997): Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Luftschalldämmung.
- [5] DIN 4109 (11.1989): Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise.
- [6] DIN 4109 Beiblatt 1 (11.1989): Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren.
- [7] DIN 4109 Beiblatt 2 (11.1989): Schallschutz im Hochbau – Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
- [8] Reichsgericht: Urteil vom 11. Oktober 1910, IV 644/10, RGSt. 44,76 (79)
- [9] Bundesgerichtshof: Urteil vom 14. Mai 1998, VII ZR 184/97
- [10] Fachvereinigung Leichtbeton (Hrsg.): Handbuch Leichtbeton, Verlag Bau + Technik, 2001
- [11] DIN 4109 (Entwurf 10.06): Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen
- [12] Locher-Weiss: Gutachten zu Einzelfragen werkvertragsrechtlicher Problemstellungen, die sich aus den Formulierungen der Normvorlage 2002 zu DIN 4109-10 (Juli 2002) ergeben können, unveröffentlicht
- [13] Locher-Weiss: Die anerkannten Regeln der Technik im Spannungsfeld zwischen Gesetz und DIN-Normen, unveröffentlicht
- [14] Bericht Nr. 1372 zum AIF-Vorhaben Nr. 11642 N/1 „Umsetzung der europäischen Normen des baulichen Schallschutzes für die Leichtbetonindustrie“
- [15] Fischer, H.-M.; Schneider, M.: Massekurven für Mauerwerk aus Leichtbeton. Hochschule für Technik Stuttgart, unveröffentlicht

Güteüberwachung

Alle Leichtbeton-Bauteile werden güteüberwacht und unterliegen der Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungs- und Zertifizierungsstelle. Güteüberwachte Qualität wird im Allgemeinen durch folgende Gütezeichen dokumentiert:



Überreicht durch:



Bundesverband
Leichtbeton e.V.

Sandkauler Weg 1
56564 Neuwied

Telefon 0 26 31 / 3 55 55-0
Telefax 0 26 31 / 3 13 36

www.leichtbeton.de
info@leichtbeton.de