

Anforderungsgrößen und Schallschutzklassen

Martin Schneider¹, Heinz-Martin-Fischer²

¹ Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: martin.schneider@hft-stuttgart.de

² Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: heinz-martin.fischer@hft-stuttgart.de

Einleitung

Im November 2013 ist der dritte Entwurf zur Überarbeitung der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ erschienen. Die Anforderungen an den Luftschallschutz werden hier wieder, wie in der noch gültigen Norm aus dem Jahr 1989, an das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w und nicht wie in den beiden vorangegangenen Entwürfen an die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ gestellt. In diesem Beitrag werden am Beispiel des Luftschallschutzes von Wohnungen die verschiedenen Anforderungsgrößen R , D_n und $D_{n,T}$ mit ihren entsprechenden Einzahlkennwerten (Bsp. für R : R_w , $R_w + C$, $R_w + C_{tr}$ mit den entsprechenden Erweiterungen im Frequenzbereich) vorgestellt. Weiter wird die Höhe der in Deutschland geltenden baurechtlichen Anforderungen der DIN 4109 den Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz, z.B. entsprechend VDI 4100, gegenübergestellt. Diese Werte werden für den Luftschallschutz mit den Schallschutzklassen des DEGA Schallschutzausweises und den Ergebnissen der COST Action TU0901 unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kennwerte verglichen.

Regelwerke

Bauaufsichtlich eingeführt ist die DIN 4109 [1] aus dem Jahr 1989. Sie ist baurechtlich verbindlich einzuhalten und der geforderte Schallschutz ist rechnerisch nach Beiblatt 1 [2] zur DIN 4109 nachzuweisen. Der in DIN 4109 geforderte Schallschutz wird häufig als Mindestschallschutz oder auch als hygienischer Schallschutz beschrieben. Ziel der Norm ist es „Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen zu schützen“. Dabei wird in der Norm klargestellt, dass Geräusche von außen oder aus Nachbarwohnungen sehr wohl wahrgenommen werden können und deshalb eine gegenseitige Rücksichtnahme notwendig ist.

Über dieses baurechtlich geschuldete Schallschutzniveau hinaus können sich aus dem Bauvertrag, aus der Baubeschreibung oder aus der gewählten Baukonstruktion selbst weitere privatrechtliche Anforderungen an den Schallschutz ergeben. Diese in der Regel erhöhten Anforderungen können zahlenmäßig vertraglich, z.B. durch das Einhalten des Beiblattes 2 [3] zur DIN 4109 aus dem Jahr 1989 oder durch das Festlegen einer bestimmten Schallschutzstufe, z.B. nach VDI 4100 [4], vereinbart werden.

Das Beiblatt 2 beschreibt dabei einen erhöhten Schallschutz mit einer Schallschutzstufe, welche im Wohnungsbau beim

Trittschall eine deutliche, beim Luftschall jedoch nur eine sehr geringfügige Erhöhung der Anforderungswerte fordert.

Die VDI 4100 „Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz“ bietet in ihrer neuen Fassung von 2012 die Wahl zwischen drei Schallschutzstufen (SST1, SST2, SST3) für den erhöhten Schallschutz. Im Gegensatz zur alten Fassung (v. 2007) werden dabei nicht mehr die Anforderungen an das bewertete Bauschalldämm-Maß R'_w (bzw. beim Trittschall an den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$) sondern die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ (bzw. den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{n,T,w}$) gestellt.

Neben diesen beiden häufiger angewandten Regelwerken sind noch folgende drei weitere Regelwerke im Moment verfügbar bzw. in Bearbeitung:

DEGA-Empfehlung 103: „Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis“ März 2009 [6]. Die DEGA-Empfehlung 103 definiert ein siebenstufiges System (Klassen F-A, A*) zur Planung und Kennzeichnung des baulichen Schallschutzes mit Hilfe eines Punktesystems zur einfachen Kennzeichnung des Schallschutzes von ganzen Wohneinheiten oder Gebäuden. Das System bietet eine praxiserorientierte Einstufung sowohl für Neubauten als auch für den Altbaubestand und schafft ein transparentes und leicht nachzuvollziehendes Bewertungssystem ähnlich dem Energieverbrauch von Gebäuden oder Elektrogeräten.

Die DIN SPEC 91314 „Schallschutz im Hochbau - Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau“ [5] ist eine weitere geplante Norm zum erhöhten Schallschutz. Eine DIN SPEC (DIN Spezifikation) wird in Ergänzung zur konsensbasierten Normung nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise erarbeitet und soll daher wesentlich schneller als in der Normung fertig gestellt werden. Aufgrund des zu erwartenden Zurückziehens des Beiblattes 2 mit der Veröffentlichung der verschiedenen Teile der DIN 4109 soll die DIN SPEC 91314 das Schallschutzniveau des Beiblattes 2 beibehalten und dieses zukünftig ersetzen.

Dem DEGA-Schallschutzausweis sehr ähnlich soll im Rahmen der internationalen Normung ein Klassifizierungssystem für Wohngebäude erarbeitet werden, die ISO 19488: “Acoustic classification scheme for dwellings” [7]. Dieses sechsstufige Bewertungssystem (Klassen F-A) basiert auf der europäischen COST Action TU0901: „Intergrating & Harmonizing Sound Insulation Aspects“. Hierbei ist allerdings geplant, die Anforderungswerte unter Berücksichtigung der tiefen Frequenzen mit den Spektrumanpassungswerten $C_{50-3150}$, $C_{tr,50-3150}$ und $C_{1,50-2500}$ zu definieren.

Anforderungsgrößen R' D_n $D_{n,T}$

Der von den Bewohnern empfundene Schallschutz zwischen zwei Räumen kann am besten durch die Schallpegeldifferenz $D = L_1 - L_2$ beschrieben werden. Dabei hängt der Pegel L_2 im Empfangsraum wesentlich von der Möblierung dieses Raumes oder, physikalisch korrekter ausgedrückt, von der Nachhallzeit T [s] bzw. der äquivalenten Absorptionsfläche A [m²] dieses Raumes ab. Zur Beurteilung des baulichen Schallschutzes ist deshalb die bei der Messung vorgefundene Möblierung (bzw. Nachhallzeit oder äquivalenten Absorptionsfläche) auf einen im Mittel für diesen Raum zu erwartenden Wert (z.B. $T_0 = 0.5$ s) bzw. einen sonstigen Bezugswert ($A_0 = 10$ m²) zu beziehen. Dies geschieht bei der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T}$ in Wohnräumen durch den Bezug entsprechend Gleichung (1) auf eine Bezugsnachhallzeit von $T_0 = 0.5$ s.

$$D_{n,T} = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Für die Norm-Schallpegeldifferenz D_n erfolgt der Bezug in Wohnräumen entsprechend nachfolgender Gleichung (2) auf eine äquivalente Bezugsabsorptionsfläche von $A_0 = 10$ m².

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log(A_0/A) \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

Das Bauschalldämm-Maß R' wird entsprechend Gleichung (3) messtechnisch ebenfalls aus der Schallpegeldifferenz ermittelt, allerdings unter Berücksichtigung der beiden Räumen gemeinsamen Trennfläche S und der äquivalenten Absorptionsfläche A im Empfangsraum.

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log(S/A) \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

Ersetzt man nun in Gleichung (2) und Gleichung (3) die äquivalente Absorptionsfläche A des Empfangsraumes durch die Nachhallzeit T und das Raumvolumen V entsprechend der Sabine'schen Gleichung (4)

$$A = 0.16(V/T) \quad [\text{m}^2] \quad (4)$$

und erweitert die entstandenen Gleichungen auf ein Bezugsvolumen von $V_0 = 31,25$ m³ bzw. eine Bezugstrennfläche von $S_0 = 10$ m², ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$D_{n,T} = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0) \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

$$D_n = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0) - 10 \log(V/V_0) \quad [\text{dB}] \quad (2a)$$

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0) - 10 \log(V/V_0) + 10 \log(S/S_0) \quad [\text{dB}] \quad (3a)$$

Hier erkennt man, dass alle drei Größen R' D_n $D_{n,T}$ sich aus der Pegeldifferenz ergeben und die gemessene Nachhallzeit auf eine mittlere Nachhallzeit bezogen wird. Die Norm-Schallpegeldifferenz hat zusätzlich den Bezug des Raumvolumens auf ein Referenzvolumen. Dieser Korrektur ergibt sich aufgrund der etwas längeren Nachhallzeit in sehr großen Wohnräumen. Mit diesem Bezug auf das Volumen entspricht die ermittelte Norm-Schallpegeldifferenz in sehr großen spärlich möblierten Räumen der tatsächlich vorhandenen Pegeldifferenz.

Das Bauschalldämm-Maß hat zusätzlich zu dem Bezug auf das Empfangsraumvolumen auch noch den Bezug auf die vorhandene Trennfläche S . Dieser Bezug hat prinzipiell mit dem Schallschutz zwischen den Räumen wiederum nichts zu tun. Der Bezug auf die gemeinsame Trennfläche S ist der Definition des Schalldämm-Maßes R (ohne Apostroph) geschuldet, das die Schalldämmung eines Bauteils im Prüfstand unabhängig von dessen Einbaugröße beschreiben möchte, jedoch nicht die Pegeldifferenz bzw. den Schallschutz zwischen diesen zwei Prüfräumen.

Besonders klar wird dies, wenn der Schallschutz von Räumen betrachtet wird, die versetzt gegeneinander angeordnet sind, wie in nachfolgender Abbildung 1 gezeigt. Verschiebt man die beiden Räume immer weiter gegeneinander, so verkleinert sich die gemeinsame Trennfläche S immer mehr und das Bau-Schalldämm-Maß R' wird immer kleiner hin zu einem negativen Bau-Schalldämm-Maß für nahezu diagonal versetzte Räume, wenn die Trennfläche gegen $S = 0$ strebt.

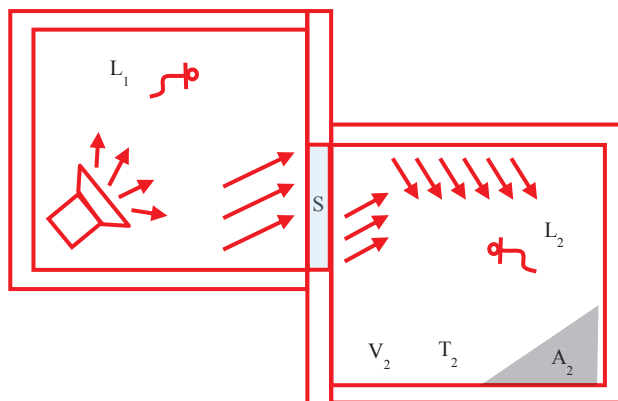


Abbildung 1: Skizze zur Bestimmung der Pegeldifferenz und der Schalldämmung bei versetzt angeordneten Räumen.

Damit wird klar, dass das Bau-Schalldämm-Maß mit dem Bezug auf die gemeinsame Trennfläche S in vielen heute im Wohnungsbau durchaus üblichen Grundrissituationen nicht die geeignete Größe ist, den Schallschutz zwischen Wohnräumen zu beschreiben.

Es erscheint viel sinnvoller, zukünftig Anforderungen an die Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T}$ oder die Norm-Schallpegeldifferenz D_n zu stellen. Da im Mittel in üblichen Wohnräumen eher mit einer Nachhallzeit von $T = 0.5$ s als mit einer äquivalenten Absorptionsfläche $A = 10$ m² zu rechnen ist und sich auch häufig die Bestimmung des akustisch angeschlossenen Raumvolumens bei offenen Grundrissen als schwierig gestaltet, sollte die Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T}$ die Anforderungsgröße sein, die zukünftig zu verwenden ist.

Einzahlangaben

Die frequenzabhängigen Schalldämm-Maße oder Pegeldifferenzen werden für den Luftschall entsprechend DIN EN ISO 717-1 [8] zu Einzahlangaben umgerechnet. Neben der in Deutschland bislang verwendeten Bewertung mittels einer verschobenen Bezugskurve (R'_{w} , $D_{n,w}$, $D_{n,Tw}$) wird international häufig auch eine Bewertung zur Einzahlangabe aus der Differenz eines aufsummierten Sendepiegels und des aufsummierten sich daraus rechnerisch ergebenden Empfangsraumpegels durchgeführt. Dabei können unterschiedliche Anregespektren verwendet werden, so dass sich unterschiedliche Einzahlangaben für Bauteile z.B. bezüglich üblichem Wohnlärm oder innerstädtischem Verkehrslärm ergeben. Über die entsprechenden Spektrumanpassungswerte z.B. für den Luftschall C , C_{tr} (tr für traffic) können die unterschiedlichen Bewertungsverfahren ineinander umgerechnet werden.

Während das Bewertungsverfahren mit der verschobenen Bezugskurve nur für den bislang bauakustisch bewerteten Frequenzbereich von 100 Hz – 3150 Hz definiert ist, kann die Bewertung mittels Pegelsummation bei vorgegebenem Anregespektrum auch über einen erweiterten Frequenzbereich durchgeführt werden. Diese Spektrumanpassungswerte werden dann mit Indizes zum entsprechenden Frequenzbereich gekennzeichnet. Die verwendeten Größen werden dann beispielhaft wie folgt definiert: $R_w + C$, $D_{n,Tw} + C_{tr,100-5000}$ oder $D_{n,Tw} + C_{50-3150}$. Für übliche massive Bauteile ergeben sich im Mittel Spektrumanpassungswerte von $C = -1.6$ dB und $C_{tr} = -4.6$ dB. Für $C_{50-3150}$ liegen die Werte häufig ebenfalls in der Größenordnung von ca. -4 dB.

Beim Trittschallschutz wurde über eine hohe Korrelation zwischen subjektiver Beurteilung durch die Bewohner und der Anforderungsgröße $L'_{n,w} + C_{150-2500}$ berichtet [9]. In Fachkreisen wird deshalb beim Trittschall dem zu tiefen Frequenzen erweiterten Frequenzbereich mit dem Spektrumanpassungswert $C_{150-2500}$ eine wichtige Bedeutung beigemessen und häufig gefordert, diese Größe als Anforderungs- und Beurteilungsgröße zu verwenden.

Für den Luftschallschutz ist die Diskussion um die Bedeutung des Frequenzbereichs von 50 Hz – 100 Hz zur Beurteilung des Schallschutzes in Wohnungen noch in Gange.

Anforderungswerte

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungsgrößen X (R' , D_n , $D_{n,T}$) und unterschiedlicher Einzahlwerte X'_{w} , $X_w + C$, $X_w + C_{tr,100-5000}$ können die Anforderungswerte aus den verschiedenen Regelwerken nicht direkt miteinander verglichen werden.

Hierbei ist es hilfreich, eine Umrechnung nicht für einen einzelnen Raum oder eine bestimmte Raumgeometrie durchzuführen sondern eine im Mittel gültige Umrechnung durchzuführen. Am Beispiel der Wohnungstrenndecke ergibt

sich bei übereinander liegenden Räumen bei einer Raumhöhe von $h = 2.5$ m folgende Umrechnung:

$$R'_{w} = D_{n,Tw} + 1 \text{ dB}$$

Für Wohnungstrennwände kann solch eine Umrechnung nicht durchgeführt werden, da einerseits die Raumtiefe stark variiert, andererseits die Wohnräume meist keinen Rechteck-Grundriss aufweisen und häufig dazu noch gegeneinander versetzt sind. Eine Umrechnung für ca. 50 konkrete Raumsituationen im Geschosswohnungsbau zeigt allerdings, dass hier im Mittel R'_{w} und $D_{n,Tw}$ gleiche Zahlenwerte aufweisen. Dies erklärt dann auch die unterschiedlichen Anforderungswerte für Wohnungstrennwände ($R'_{w,erf.} \geq 53$ dB) und für Wohnungstrenndecken ($R'_{w,erf.} \geq 54$ dB) in der noch gültigen DIN 4109. Mit diesen unterschiedlichen Anforderungswerten an das Bauschalldämm-Maß R'_{w} wird für die unterschiedlichen Raumsituationen versucht, im Mittel einen vergleichbareren Schallschutz sicherzustellen.

In nachfolgender Tabelle sind die Anforderungswerte der DIN 4109, für das Beiblatt 2 (BBI 2) und die Schallschutzklassen für die DEGA-Empfehlung 103 und für die geplante ISO 19488 für Wohnungstrenndecken gegenübergestellt.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Anforderungswerte für Wohnungstrenndecken für die unterschiedlichen Schallschutzklassen in verschiedenen Regelwerken

	Anforderungswert [dB]					
DIN 4109 R'_{w}			54	BBI.2 55		
VDI 4100 $D_{n,Tw}$				SST1 57	SST2 61	SST3 65
DEGA 103 R'_{w}	F 50	E 50	D 54	C 57	B 62	A 67
ISO 19488 $D_{n,Tw} + C_{50-3150}$	F 42	E 46	D 50	C 54	B 58	A 62

Zu beachten ist hierbei, dass Vorschlag für den Entwurf zur ISO 19488 die Anforderung an die Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,Tw}$ unter Berücksichtigung des Spektrumanpassungswertes $C_{50-3150}$ gestellt wird. Dieser Wert entspricht in etwa im Mittel einem ca. 4dB höheren Wert ohne Berücksichtigung der tiefen Frequenzen. Damit ist erkennbar, dass der in DIN 4109 geforderte Schallschutz der Stufe D entspricht und der erhöhte Schallschutz durch die Stufen der unterschiedlichen Regelwerke sehr ähnlich beschrieben wird.

Im Mittel am Bau erreichbare Schalldämmung

Bezüglich des geschuldeten bzw. des für bestimmte Konstruktionen zu erwartenden Schallschutzes werden häufig Messwerte am Bau zitiert, welche deutlich über den in der DIN 4109 geforderten Werten liegen. Häufig wird dabei allerdings nicht beachtet, dass Material und Ausführung der trennenden und flankierenden Bauteile für die ungünstigste Raumsituation (z.B. kleiner Eckraum) ausgelegt, aber im gesamten Gebäude beibehalten werden.

Damit ergibt sich in vielen anderen vertikalen Raumsituationen bei gleicher Baukonstruktion aufgrund unterschiedlicher Geometrie und gegebenenfalls höherer Flankendämmung ein deutlich höherer Schallschutz für diese Bereiche.

Weiterhin erfolgt die Auslegung des Schallschutzes unter Berücksichtigung eines Vorhaltemaßes (DIN 4109-89: 2dB) bzw. eines Sicherheitsbeiwertes (E DIN 4109-2013: 2 dB). Dieser Korrektur ist notwendig da eine Berechnung des Schallschutzes die gebaute Wirklichkeit immer nur zu einem gewissen Grad abdecken kann (z.B. modale Schallfelder im Raum) und der in einer Raumsituation tatsächliche erreichte Schallschutz um den berechneten Wert des Schallschutzes statistisch schwankt. Mit dem Vorhaltemaß bzw. dem Sicherheitsbauwert wird sichergestellt, dass die große Mehrzahl der Stichproben über dem Anforderungswert liegt.

Addiert man die beiden vorgenannten Abweichungen, ergibt sich für die Messung für vertikale Bausituationen ein im Mittel gegenüber dem Anforderungswert um 3 dB – 5 dB höherer Schallschutz.

Zusammenfassung

In Deutschland konkurrieren verschiedene Regelwerke mit unterschiedlichen Anforderungswerten und Anforderungsgrößen zum erhöhten Schallschutz. Die verschiedenen Anforderungen können im Mittel ineinander übergeführt werden. Im Besonderen bei versetzten Grundrissen, zeigt sich die Schwäche des bewerteten Bauschalldämm-Maßes R'_w als Anforderungsgröße. Deshalb sollten zukünftige Regelwerke die Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,Tw}$ als einheitliche Anforderungsgröße übernehmen.

Der im Mittel im Wohnungsbau erreichte Schallschutz liegt ca. 3 dB - 5 dB über dem Anforderungswert. Eine Erhöhung der Anforderungen ist daraus allerdings nicht zu begründen.

Literatur

- [1] DIN 4109: „Schallschutz im Hochbau: Anforderungen und Nachweise“ (1989)
- [2] DIN 4109 Beiblatt 1: „Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“ (1989)
- [3] DIN 4109 Beiblatt 2: „Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich“ (1989)
- [4] VDI 4100: „Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz“ (2012)
- [5] E DIN SPEC 91314, „Schallschutz im Hochbau - Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau“
- [6] DEGA-Empfehlung 103: „Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis“ (2009)

- [7] NWP-ISO 19488: “Acoustic classification scheme for dwellings”
- [8] DIN EN ISO 7171-1: Akustik –Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:2013)
- [9] Späh, Moritz; Liebl, Andreas; Weber, Lutz; Leistner, Philip: Correlation between subjective and objective parameters of impact noise sources in wooden buildings Proceedings : Noise control for quality of life, 15.-18. September 2013, Inter-Noise Innsbruck, Austria