
Projekt: DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" Kurzeinführung

Auftraggeber: bfz - Augsburg

Referent: Dipl.-Ing. (FH) Johann Storr

Telefon: 0821/34779-0

Stand: Mai 1999

Inhaltsverzeichnis

1.	Grundbegriffe des Lärmschutzes	3
2.	Schallschutz im Hochbau, Intention und rechtliche Grundlage	9
3.	Die Bereiche des Schallschutzes	10
3.1	Luftschallschutz	11
3.2	Verschlechterung der Schalldämmung	12
3.3	Zweischalige Bauelemente	12
3.3.1	Schalldämm-Maß	12
3.3.2	Verschlechterung der Schalldämmung	12
3.4	Flankierende Bauteile	12
3.4.1	Korrekturwert für biegesteife Bauteile	13
3.4.2	Korrekturwert für biegeeweiche Bauteile	13
3.4.3	Korrekturwert für Vorsatzschalen und biegeeweiche flankierende Bauteile	13

1. Grundbegriffe des Lärmschutzes

Schall:		periodische Luftdruckveränderung (Schallwelle)
Frequenz:	f	Eine Schallwelle besitzt eine bestimmte Frequenz. Damit wird die Schwingungszahl (Zu- und Abnahme des Schalldruckes) pro Sekunde beschrieben. Der relevante Frequenzbereich wird für Messungen in Oktav- bzw. Terzbänder eingeteilt.
Wellenlänge:	λ	Die Wellenlänge in Meter (Abstand zweier benachbarter Wellenfronten). $\lambda = 1/f$
Ton:		Schallwellen einer bestimmten Frequenzveränderlicher Lautstärke.
Geräusch:		aus verschiedenen Tönen bestehende Luftdruckveränderungen. Wenn die Töne zueinander als harmonisch betrachtet werden können, spricht man von Musik.
Lärm:		Subjektive Einschätzung von Schall. Schall kann dann als Lärm bezeichnet werden, wenn er als unangenehm empfunden wird und nicht abgestellt werden kann.
Pegel:	L	logarithmische Rechenoperation in Zehner-Dekaden in Relation zu Bezugswert A_0 $L = \log(A/A_0)$
Bezeichnung:	dB	Dezibel, (Dezi = 10) $L = 10 * \log(A/A_0)$ dB

Bewertung: (A) A-Bewertungskurve. Das Hörverhalten des menschlichen Ohres soll damit berücksichtigt werden¹. Die Angabe erfolgt als L_A .

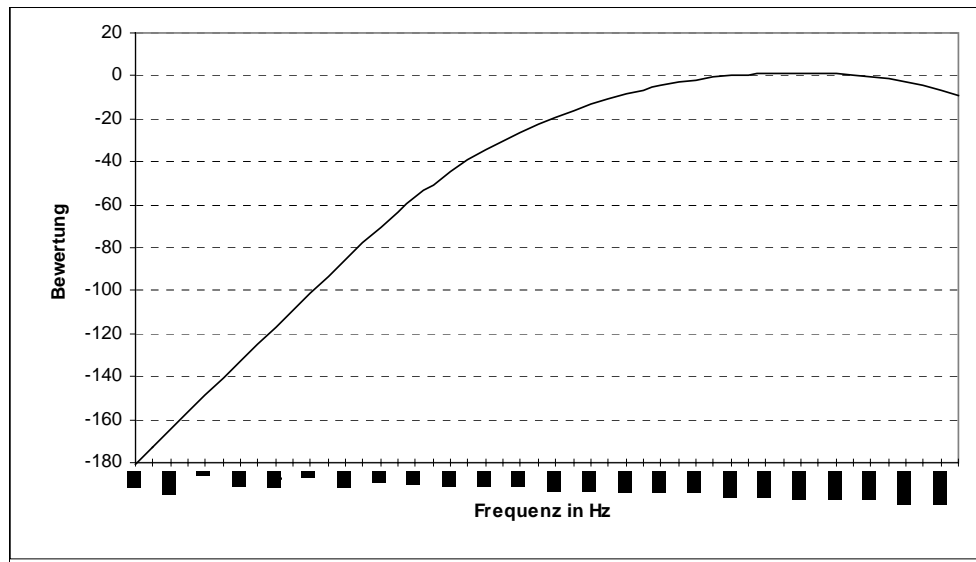


Bild : A-Bewertungskurve

Schalldruckpegel: L_p : Der Pegel, der an einem bestimmten Punkt gemessen oder im Ohr wahrgenommen wird.

Schalleistungspegel: L_{WA} : Die Energie, die in Form von Schallwellen von einem Erreger (z.B. Lautsprecher, Maschine, Sänger) erzeugt wird.

Pegeladdition:

$$L = 10 \log \sum_{i=1}^n (10^{(0,1 * L_n)})$$

¹In der Bauakustik und zur Lärminderung in der Maschinenakustik wird der Pegel manchmal in dB angegeben. Der Pegel in dB ist fast immer höher, als der Pegel in dB(A).

Pegelverdopplung:

$$L_2 = L_1 + L_1$$

$$L_2 = L_1 + 3$$

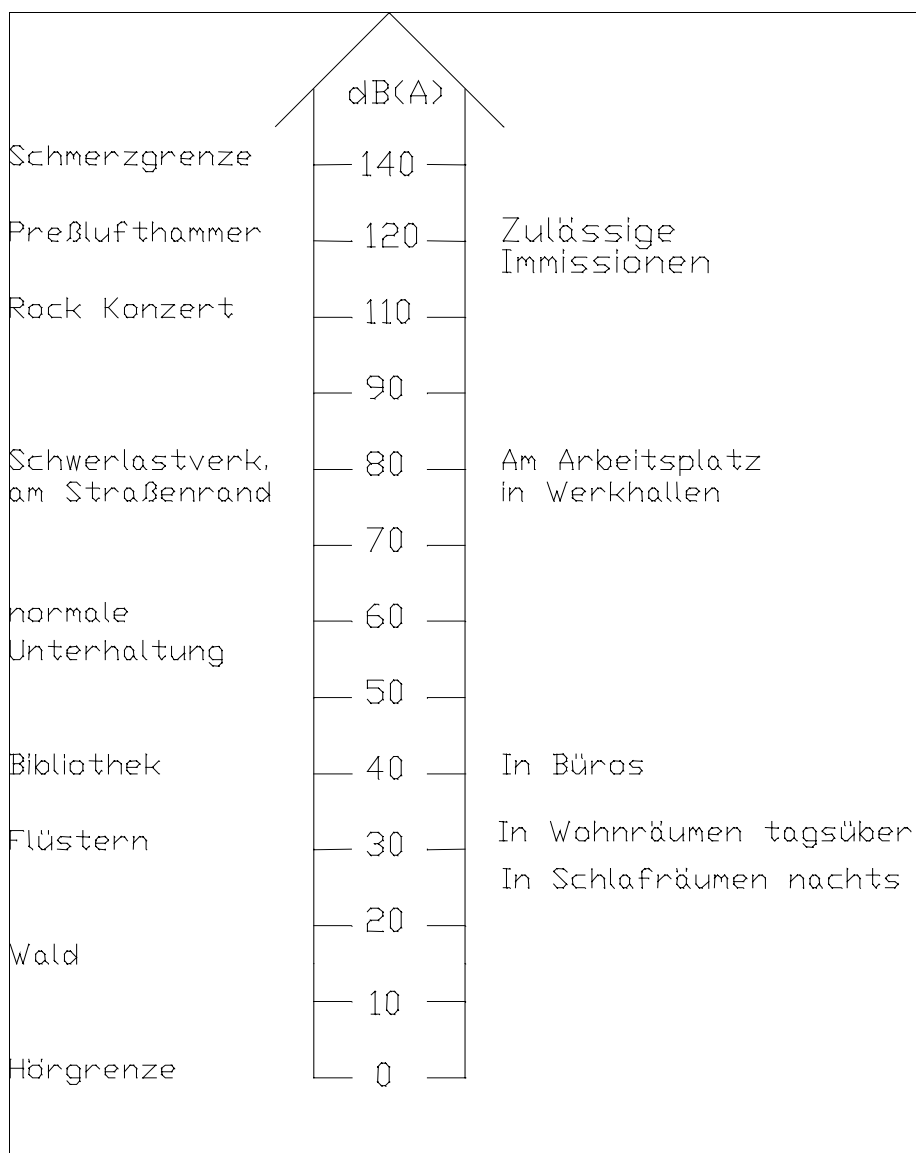


Bild 2: Beispiele für Schalldruckpegel und Innenraumpegel

Hörbereich: Der menschliche Hörbereich geht von 0 dB(A) bis 140 dB(A), wobei für einzelne Personen erhebliche Abweichungen auftreten können.

Innenraumpegel: L_i : Der Pegel, der in einem Raum gemessen wird.

Außenpegel: L_a : Der Pegel, der außerhalb eines Raumes gemessen wird. Die Angabe erfolgt üblicherweise

	für einer Entfernung von 0,5 Meter vor dem vom Lärm am meisten betroffenen Fenster.
Emission:	Der Schall, der abgestrahlt wird.
Immission:	Der Schall, der am Immissionsort ankommt.
Transmission:	Ausbreitung des Schalles. Es gilt: Immission = Emission - Transmission Transmission (also Ausbreitung) ist immer mit einer Pegelabnahme verbunden. Die Pegelabnahme erfolgt aufgrund der Ausbreitung in den Raum und durch Dämpfungen (z.B. Bodendämpfung, Luftdämpfung).
Pegelabnahme:	Bei einem Linienstrahler (Straße, Bundesbahnlinie usw.) erfolgt pro Verdopplung des Abstandes eine Pegelabnahme von etwa 3 dB. Bei einem Punktstrahler (Motor, Lüfter usw.) erfolgt pro Verdopplung des Abstandes eine Pegelabnahme von etwa 6 dB.
Mittelungspegel:	L_m : Der Pegel, der sich als zeitlicher Mittelwert ergibt. Die Mittelung erfolgt logarithmisch. Somit werden hohe Pegel stärker berücksichtigt, als dies bei einer linearen Mittelung der Fall wäre ² .
Aufwachpegel:	Der Pegel, der ein Aufwachen verursacht. Dieser liegt bei etwa 35 dB(A). Wenn der Beurteilungspegel als Außenpegel unterhalb von 45 dB(A) liegt und eine Außenwand mit leicht gekipptem Fenster ein Lärminderung von 10 dB bewirkt, so kann davon ausgegangen werden, daß ein gesunder Schlaf möglich ist.
Äquivalente Absorptionsfläche: A	Die (theoretische) Fläche eines Raumes, die den Schall vollständig absorbiert (z.B. offenes Fenster). Die Flächen mit einer teilweisen Schallabsorption werden in Flächen mit einer vollständigen Absorption umgerechnet.

²Wenn in 50 % der Meßzeit ein Pegel von 80 dB und in der restlichen Zeit ein Pegel von 60 dB ermittelt wurde, so ergibt der Mittelungspegel einen Wert von 77 dB.

Nachhallzeit:	T	Die Zeit in Sekunden in der ein Schallpegel nach dem Ausschalten der Schallquelle um 60 dB abfällt.
Längsleitung:		Der Schall geht nicht direkt von einer Wandseite zur anderen, sondern breitet sonder innerhalb der Wand aus.
Direktschallübertragung:		Der Schall wird direkt über die Zwischenwand in den angrenzenden Raum übertragen.
Flankenschallübertragung:		Die Schallübertragung erfolgt (auch) über die angrenzenden Bauteile.
Schallpegeldifferenz D		Die Schallpegeldifferenz ist der lineare Pegelunterschied zwischen dem Innenraumpegel im Senderaum L_{IS} und dem Innenraumpegel im Empfangsraum L_{IE} . $D = L_{IS} - L_{IE}$ <p>z.B.</p> $L_{IS} = 84 \text{ dB(A) (Musikzimmer)}$ $D = 84 \text{ dB(A)} - 52 \text{ dB(A)}$ $D = 32 \text{ dB}$
Normschallpegeldifferenz: D_n		Der Innenraumpegel im Empfangsraum hängt auch von dessen Ausstattung ab (Möbel, Vorhänge, geometrische Anordnung). Das akustische Verhalten eines Raumes kann durch die Nachhallzeit beschrieben werden. Daher wird der gemessene Innenraumpegel des Empfangsraumes auf den Innenraumpegel eines "Normraumes" mit einer Nachhallzeit von 0,5 Sekunden bezogen.
Schalldämm-Maß:	R	Das Schalldämm-Maß eines Bauteiles (z.B. Zwischenwand, Fenster) beschreibt, wieviel von dem Schall, der auf der einen Seite ankommt, auf der anderen Seite noch vorhanden ist. Die Angabe erfolgt meist frequenzabhängig oder als Einzahlangabe in dB.
Bewertetes Schalldämm-Maß:	R'_w	Bewertetes Schalldämm-Maß mit Flankenübertragung in dB
Trittschallpegel:	L	Der Pegel der sich in einen Raum einstellt,

-
- wenn ein angrenzendes Bauteil (Treppe, Decke usw.) mit einem Normhammerwerk angeregt wird.
- Normtrittschallpegel L_n Der gemessene Trittschallpegel L wird auf einen "Normraum" umgerechnet. Die Angabe des L_n entspricht nicht dem neuesten Stand. (Achtung: Es gibt noch das veraltete Trittschallschutzmaß TSM)
- Bewerteter Normtrittschallpegel: $L'_{n,w}$ Messung und Berechnung des Trittschallpegels in Terzschritten mit Flankenübertragung (derzeit aktueller Stand nach DIN 52210 vom Februar 1987)
- Trittschallverbesserungsmaß: ΔL_w Die Verbesserung des Trittschallschutzes in dB, die durch einen entsprechenden Bodenaufbau (schwimmender Estrich, Nadelfilz usw.) erzielt werden kann. (Achtung: Veraltete Angabe als VM in Verbindung mit den TSM, siehe oben).

2. **Schallschutz im Hochbau, Intention und rechtliche Grundlage**

Die rechtliche Grundlagen für Genehmigungen und Überwachungsmaßnahmen im Bau, sowie für die Bauausführung sind unter anderem auf das Baugesetzbuch (BauGB), dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) und der Verdingungsordnung für die Ausführung von Bauleistungen (VOB) zurückzuführen.

In der Baugenehmigung sind die eingeführten technischen Bestimmungen zu beachten, zu denen die DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" zählt. Somit versucht der Staat einen Schutzanspruch der Bevölkerung auf gesunde Wohnverhältnisse sicherzustellen.

Die Bauausführung hat sich an den "Anerkannten Regeln der Technik" zu orientieren. Dabei kann auf die Werte der DIN 4109 zurückgegriffen werden. Ob diese Werte in jedem Fall anzuwenden sind, ist fraglich. Dies bedarf immer einer Einzelfallentscheidung. Wenn die Anerkannten Regeln der Technik in der Bauausführung nicht beachtet wurden, hat der Wohnungseigentümer einen Anspruch auf Entschädigung.

3. Die Bereiche des Schallschutzes

In einer Wohnung kann auf verschiedenen Wegen ein Geräuschpegel erzeugt werden.

Die Geräusche, die durch die Bewohner der Wohnung selbst erzeugt werden, fallen naturgemäß nicht unter den Bereich des Schallschutzes. Unter Lärmschutz ist der Schutz vor fremden Geräuschen zu verstehen, wogegen die Beseitigung der Betroffenen keinen unmittelbaren Zugriff hat.

Der Schutz vor den Geräuschen, die dadurch in der Nachbarwohnung wahrzunehmen sind, daß in der angrenzenden Wohnung Geräusch (Sprache, Musik, Arbeitsgeräusche usw.) erzeugt wird, wird als **Luftschallschutz** bezeichnet.

Der Schutz vor den Geräuschen, die durch das Gehen in den Wohnungen, Fluren oder Treppen in der Nachbarwohnung wahrzunehmen sind, wird als **Trittschallschutz** bezeichnet.

Der Schutz vor den Geräuschen, die dadurch erzeugt werden, daß Teile des Baukörpers (Wände, Decken usw.) zu Schwingungen angeregt werden (z.B. durch Kühlaggregate, Aufzugsanlagen), wird als **Körperschallschutz** bezeichnet. Der so entstehende Schall in den Wohnräumen wird als Sekundärschall bezeichnet.

Der Schutz vor den Geräuschen, die außerhalb des Gebäudes erzeugt werden, wird als **Schutz vor Außenlärm** bezeichnet. Darunter werden Verkehrsgerausche und Geräusche von Betrieben in der nähere Umgebung verstanden. Der Lärm kann durch Luft-, Tritt- oder Körperschall übertragen werden.

Daneben gibt es noch den **Schutz vor den Geräuschen der Haustechnischen Anlagen und Betrieben**. Darunter werden Geräusche von der Wasserinstallation, Aufzugsanlagen, Be- und Entlüftungsanlage und von Betrieben, die in dem betreffenden Gebäude untergebracht sind, verstanden. Der Lärm kann durch Luft-, Tritt- oder Körperschall übertragen werden.

3.1 Luftschallschutz

Um möglichst ruhige Wohn- und Arbeitsräume zu schaffen, soll eine gute Luftschalldämmung erzielt werden. Hierzu ist ein hohes Luftschalldämm-Maß erforderlich. Die Schalldämmung soll im gesamten Pegelbereich ausreichend sein. Vorwiegend tiefe Frequenzen (Dieselmotor, Generator, Kühlaggregate usw.) sind nur schwer zu dämpfen. Viele Bauteile besitzen einen "Einbruch" der Schalldämmeigenschaft bei einer bestimmten Frequenz.

Einschalige Bauelemente

Schalldämm-Maß

Die Luftschalldämmung hängt für jede Frequenz in erster Linie von der Masse (m) ab. Oft erfolgt eine flächenbezogene Angabe der Masse als m' . Die Masse kann dann wie folgt berechnet werden:

$$m = d * m' \quad d = \text{Dicke des Bauteiles}$$

In der DIN 4109, Beiblatt 1 sind in der Tabelle 1 die Schalldämm-Maße in Abhängigkeit vom Flächengewicht vorgegeben. Im Bild werden diese Schalldämm-Maße und die Schalldämm-Maße, die sich nach dem Massengesetz ergeben, aufgeführt.

In der DIN 4109, Beiblatt 1 sind in den Tabellen 1 bis 5 für verschiedene Wandausführungen die sich ergebenden Schalldämm-Maße aufgeführt.

Die berechneten Schalldämm-Maße müssen die Mindestanforderungen der DIN 4109 erfüllen. In der DIN 4109 sind in der Tabelle 3 die erforderlichen Schalldämm-Maße aufgeführt. Die Anforderungen richten sich dabei an die jeweilige Nutzung der Räume.

3.2 Verschlechterung der Schalldämmung

Für jedes Material gibt es eine Eigenfrequenz f_p und eine Koinzidenzgrenzfrequenz f_g bei der die Dämpfung stark nachläßt. Diese beiden Frequenzen sollen sich möglichst außerhalb des bauakustisch relevanten Frequenzbereichs befinden.

3.3 Zweischalige Bauelemente

3.3.1 Schalldämm-Maß

In der DIN 4109, Beiblatt 1 sind in den Tabellen 6 bis 11 für verschiedene Wandausführungen die sich ergebenden Schalldämm-Maße aufgeführt.

Die berechneten Schalldämm-Maße müssen die Mindestanforderungen der DIN 4109 erfüllen. In der DIN 4109 sind in der Tabelle 3 die erforderlichen Schalldämm-Maße aufgeführt. Die Anforderungen richten sich dabei an die jeweilige Nutzung der Räume.

3.3.2 Verschlechterung der Schalldämmung

Bei zweischaligen Wänden hängt die Schalldämmung auch von der Resonanzfrequenz des Wandaufbaus ab. Dabei sind folgende Parameter von Bedeutung:

- Schalldämm-Maß der beiden Schalen (möglichst hoch)
- Masseverhältnisse der beiden Schalen
- Frequenz (oberhalb der Resonanzfrequenz)
- Schalenabstand (möglichst groß)
- Füllung zwischen den Schalen (möglichst Dämmschicht mit kleiner dynamischen Steifheit und großem Strömungswiderstand)

Das Schalldämm-Maß einer zweischaligen Wand ist dann größer als das Schalldämm-Maß einer einschaligen Wand mit gleichem Flächengewicht, wenn die relevante Frequenz größer als die Resonanzfrequenz der zweischaligen Wand ist.

Entscheidend für die Dämpfungsschicht ist der Luftströmungswiderstand. Ein hoher Strömungswiderstand gewährleistet eine gute Schalldämmung.

3.4 Flankierende Bauteile

Das bewertete Schalldämm-Maß R'_{w} hängt von dem Aufbau des Bauteiles und von den flankierenden Bauteilen ab, da bei dieser Einzahlangabe die flankierenden Bauteile mit berücksichtigt werden. Bei den Tabellenwerten in den Tabellen 1, 5, 8, 9, 10, 12 und 19

im Beiblatt 1 der DIN 4109 wurde für die flankierenden Bauteile von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- mittlere flächenbezogene Masse von 300 kg/m^2 der flankierenden Bauteile
- biegesteife Anbindung der flankierenden Bauteile bei einer flächenbezogene Masse von mindestens 150 kg/m^2 der flankierenden Bauteile (ausgenommen Beispiele der Tabelle 9, 10 und 19)
- von einem Raum zum anderen durchlaufend flankierende Bauteile
- dichter Anschluß des trennenden Bauteiles an die flankierenden Bauteile

Flankierende Bauteile mit einer biegeweichen Vorsatzschale oder einem schwimmenden Estrich sind zur Korrektur nicht heranzuziehen. Dies gilt aber nur, wenn die Vorsatzschale oder der Estrich an dem betreffenden Bauteil unterbrochen ist.

3.4.1 Korrekturwert für biegesteife Bauteile

Der Korrekturwert $K_{L,1}$ für den Aufbau der flankierenden Bauteile kann der Tabelle 13 Beiblatt 1 der DIN 4109 entnommen werden. Die mittlere Masse berechnet sich nach der Formel:

Der Korrekturwert $K_{L,1}$ kann Werte von -4 bis +2 annehmen.

3.4.2 Korrekturwert für biegeweiche Bauteile

Der Korrekturwert $K_{L,1}$ für den Aufbau der flankierenden Bauteile kann der Tabelle 14 Beiblatt1 der DIN 4109 entnommen werden. Die mittlere Masse berechnet sich nach der Formel

Der Korrekturwert $K_{L,1}$ kann Werte von -7 bis +4 annehmen.

3.4.3 Korrekturwert für Vorsatzschalen und biegeweiche flankierende Bauteile

Wenn die flankierenden Bauteile biegeweich sind oder eine Vorsatzschale besitzen, verringert sich die Schallängsleitung. Das bewertete Schalldämm-Maß R'_w des Bauteiles verbessert sich somit.

Dies gilt auch für Böden mit einem unterbrochenen schwimmenden Estrich.

Der Korrekturwert $K_{L,2}$ ist der Tabelle 15 Beiblatt 1 DIN 4109 zu entnehmen. Er kann Werte von +1 bis +6 annehmen.